



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARCOS MEDEIROS CAVALCANTI JÚNIOR

**ARQUITETURA DE COPA E FENOLOGIA FOLIAR DE *Ziziphus joazeiro* MART. E
Mimosa tenuiflora (WILD.) POIR., ESPÉCIES ARBÓREAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

CAMPINA GRANDE – PB

2014

MARCOS MEDEIROS CAVALCANTI JÚNIOR

**ARQUITETURA DE COPA E FENOLOGIA FOLIAR DE *Ziziphus joazeiro* MART. E
Mimosa tenuiflora (WILD.) POIR., ESPÉCIES ARBÓREAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Dilma Maria de Brito Melo Trovão

Coorientador: Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C376a Cavalcanti Júnior, Marcos Medeiros.

Arquitetura de copa e fenologia foliar de *Ziziphus Joazeiro* Mart. e *Mimosa Tenuiflora* (Wild.) Poir., espécies arbóreas do semiárido paraibano [manuscrito] / Marcos Medeiros Cavalcanti Junior. - 2014.

47 p. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2014.

"Orientação: Profa. Dra. Dilma Maria de Brito Melo Trovão, Departamento de Biologia".

1. Longevidade foliar. 2. Ramificação. 3. Disponibilidade hídrica. I. Título.

21. ed. CDD 580

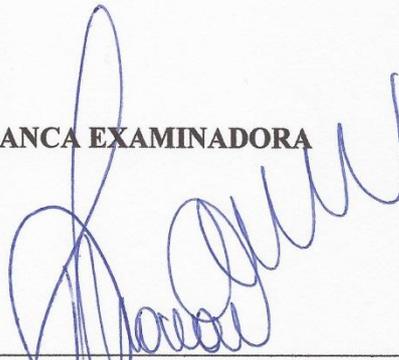
MARCOS MEDEIROS CAVALCANTI JÚNIOR

ARQUITETURA DE COPA E FENOLOGIA FOLIAR DE *Ziziphus joazeiro* MART. E
Mimosa Tenuiflora (WILD.) POIR., ESPÉCIES ARBÓREAS DO SEMIÁRIDO
PARAIBANO

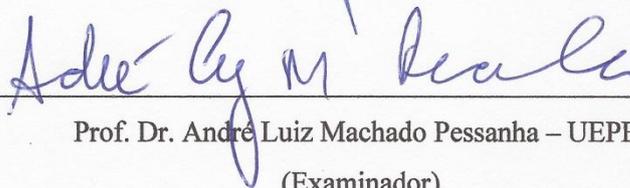
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento à exigência para obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em 22 de Julho de 2014.

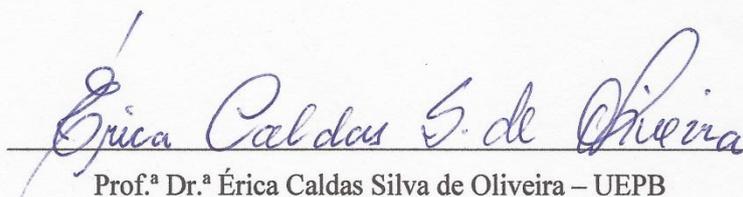
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Dilma Maria de Brito Melo Trovão – UEPB
(Orientadora)



Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha – UEPB
(Examinador)



Prof.^a Dr.^a Érica Caldas Silva de Oliveira – UEPB
(Examinador)

Aos meus amores, Lígia e Roberto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Lígia Correia dos Santos e José Roberto Diniz, por todo o esforço despendido durante minha vida. Minha força e confiança são firmadas em seus ensinamentos e cuidados. Agradeço também ao meu irmão Rafael, e meus avós maternos, *Mainha* e *Pain*. Amo vocês!

Agradeço à professora Dilma Trovão pelo tempo precioso, conversas sempre esclarecedoras e principalmente pela confiança depositada, me tirando do banco aos 45 do segundo tempo pra me colocar em jogo. Muito obrigado!

Ao professor Sérgio Lopes pela atenção, pela valorosa ajuda na pesquisa e monitoria, e pela contribuição no meu pensar científico. Exemplos que ensinam.

Aos demais professores do curso de Ciências Biológicas que contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos professores examinadores, André Pessanha e Érika Caldas.

Ao PIBIC (Programa de Iniciação Científica) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsas de Iniciação Científica (IC) para realização deste estudo.

Agradeço à Caroll e Miscilene, pela parceria nos campos. Minhas companheiras de nós e conectores.

À Dona Socorro e *Seu* Albéris, por nos acolherem maravilhosamente bem em sua casa durante as coletas. Não há melhor casa de campo.

A todo pessoal do Laboratório de Ecologia Vegetal, em especial à Thallyta, Maiara e Gilbevan, amigas (e futuras parcerias científicas) que quero levar por toda minha vida.

Agradeço a Raul, pelas discussões (calorosas) que impulsionaram meu senso crítico ao longo do curso. A Angélica Souza, por nunca soltar da minha mão. Aos demais companheiros da turma de Bacharelado 2010.2, em especial à Bárbara Vasconcelos (galêga), Pablo José e Yrio, amigas sinceras.

Aos demais colegas de curso, que tornaram minha graduação mais divertida e proveitosa.

Ainda sobre amigos, agradeço aos eternos atletas da Prata: Rubens, Ewerton e Paulo. Conversas regadas a muita “nerdice” e risadas que sempre me tiram da rotina.

Agradeço também ao meu autor preferido e responsável por minha paixão pela ciência, Carl Sagan, que continua vivo através de suas ideias.

Deixo, por fim, meu agradecimento a cada um que passou por minha vida e, mesmo que indiretamente, contribuiu para minha formação pessoal atual e consequente finalização deste trabalho.

“Os segredos da evolução são morte e tempo – mortes de várias formas de vida imperfeitamente adaptadas ao ambiente e tempo para uma longa sucessão de pequenas mutações que eram, por acidente, adaptativas, tempo para o lento acúmulo de padrões de mutações favoráveis. Parte da resistência a Darwin e Wallace deriva da nossa dificuldade em imaginar a passagem dos milênios, quanto mais das eras. O que significam setenta milhões de anos para seres que vivem somente um milionésimo dele? Somos como borboletas que esvoaçam por um dia e julgam ser por todo o sempre.” (Carl Sagan, Cosmos)

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Esquema gráfico apresentando os tipos de nós e diferentes distâncias analisadas 26
- Figura 2:** Rede com nós e conectores de um indivíduo de *Ziziphus joazeiro* (Mart.), árvore típica do semiárido paraibano 29
- Figura 3:** Rede com nós e conectores de um indivíduo de *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir, árvore típica do semiárido paraibano 30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Caracterização dos indivíduos arbóreos da Caatinga estudados 27
- Tabela 2:** Número total e de diferentes tipos de nós obtidos nas redes formadas pelo caule e pelos ramos de cinco indivíduos de duas espécies de árvores da Caatinga 28
- Tabela 3:** Número de conectores para cada indivíduo de *Ziziphus joazeiro* e *Mimosa tenuiflora*, média e desvio padrão (\pm DP) e razão do número de conectores por número total de nós (RCN).
..... 31
- Tabela 4:** Valores médios e desvio padrão (\pm DP) das distâncias medidas em número de conectores entre os diferentes tipos de nós nas redes formadas pelo caule e pelos ramos em cinco indivíduos de duas espécies arbóreas da Caatinga com diferentes decíduidade da folhagem
..... 31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	10
1.1. Caatinga	10
1.2. Cariri paraibano	11
1.3. Arquitetura de copa	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
MANUSCRITO	19
1. INTRODUÇÃO	22
2. MATERIAL E MÉTODOS	23
2.1. Área de estudo	23
2.2. Espécies selecionadas	24
2.3. Nós e conectores	25
2.4. Representação dos indivíduos em redes	26
2.5. Análises estatísticas	26
3. RESULTADOS	27
4. DISCUSSÃO	32
5. CONCLUSÃO	35
6. AGRADECIMENTOS	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
8. ANEXOS	43

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Caatinga

Com um território de aproximadamente 900 mil km², correspondendo a 54% da região do nordeste brasileiro e 11% do território nacional, o domínio vegetacional da Caatinga distribui-se ao longo dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Piauí, Bahia e Minas Gerais (ANDRADE et al., 2005; MMA, 2014).

A Caatinga foi inicialmente definida por Luetzelburg (1922/1923) como sendo uma vegetação arbórea ou arbustiva, densa, rica em espécies pertencentes à família Cactaceae, com árvores e arbustos espinhentos que apresentam algumas características xerofíticas, além de microfilia (PRADO, 2003). O clima quente e semiárido, característico da região, confere às suas espécies, naturalmente, diversas adaptações relativas aos fatores ambientais, como o déficit hídrico: caducifolia, herbáceas anuais, suculência, acúleos e espinhos, predominância de arbustos e árvores de pequeno porte e cobertura descontínua da copa (GIULIETTI et al., 2004).

A precipitação média anual para a maior parte do domínio da Caatinga é inferior a 750 mm por ano, e as chuvas são concentradas e distribuídas de forma irregular ao longo de três meses consecutivos no período que vai de novembro a junho (ANDRADE-LIMA, 1981).

As variações climáticas e de solo encontradas nesse domínio propiciam um cenário de grande diversidade de condições ambientais e paisagens (MENEZES et al., 2012). O alto número de habitats possíveis reflete na composição florística encontrada, e que varia conforme a precipitação, a qualidade dos solos, a rede hidrográfica e a ação antrópica (LUTZELBURG, 1974).

Mesmo com a elevada diversidade de espécies (ANDRADE-LIMA, 1981-1989), a Caatinga é um dos domínios florísticos-vegetacionais botanicamente menos desconhecidos do Brasil (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003). Situação essa que pode ser explicada pela crença de que a Caatinga nada mais é do que o resultado da modificação de outra formação vegetal, apresentando baixa diversidade de plantas, sem espécies endêmicas e altamente modificada pelas ações antrópicas (SILVA et al., 2004). De um modo geral, na vegetação de Caatinga predominam arvoretas e arbustos decíduos, os quais perdem suas folhas durante as estações de seca e, geralmente, apresentam espinhos (ou acúleos), como espécies das famílias Cactaceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae e Mimosaceae (RIZZINI, 1979).

Duas fisionomias destacam-se na vegetação semiárida. Associadas à heterogeneidade de relevo, clima e solo, são encontradas as fisionomias florestais e as não florestais. Ambas variam de acordo com a longevidade foliar, que compreende espécies perenifólias, semidecíduas e decíduas (ARAÚJO et al., 2005).

Dentre as espécies que mantêm a folhagem durante o período seco destacam-se *Ziziphus joazeiro* Martius e *Maytenus rigida* Martius, que em estações intensas e prolongadas de seca também podem perder suas folhas. Entretanto, o número de espécies perenifólias é muito pequeno, e isso se deve ao alto custo energético para manter espécies com essa estratégia em um ecossistema na caatinga (BARBOSA et al., 2003).

As unidades de conservação implementadas na Caatinga contemplam apenas cerca de 2% de toda a abrangência territorial da caatinga, e grande parte das pesquisas científicas desenvolvidas na Caatinga era oriunda de regiões próximas às grandes cidades (LEAL et al., 2005). Entretanto, esforços recentes deixam claro o aumento da importância dada a essa formação vegetacional.

1.2. Cariri Paraibano

A Paraíba é subdividida em três diferentes regiões de acordo com suas condições climáticas: a fachada atlântica tropical aliseana e úmida; a superfície do planalto da Borborema, onde se localizam os cariris; e o sertão paraibano, mais chuvoso que o cariri, porém compartilhando o clima semiárido. (ALVES, 2009; ALVES e NASCIMENTO, 2010)

Situada na mesorregião da Borborema, entre 7°; 8°30' S e 36°; 37°30' W, a microrregião do Cariri paraibano ocupa cerca de 20% do território estadual com uma área aproximada de 11.200 km² (ALVES e NASCIMENTO, 2008). Formado pela junção do Cariri Oriental e do Cariri Ocidental, o Cariri caracteriza-se pelo predomínio do clima semiárido, quente e seco, pela vegetação com características xerofíticas bem evidenciadas, e por ser uma das áreas mais secas do Brasil (ANDRADE-LIMA, 1981; BARBOSA et al., 2007; MOREIRA, 1988).

A precipitação foi apontada como o principal fator ambiental condicionante das diferenças identificadas na vegetação do Cariri quanto à densidade e porte das espécies vegetais, que varia gradativamente de comunidades de menor densidade e maior porte para comunidades de maior densidade e menor porte (GOMES, 1979). Os diferentes tipos de solos não se apresentam correlacionados com tais variações, sendo estas atribuídas principalmente a media anual de precipitações, e características como altura e densidade das espécies (BARBOSA et al., 2007).

A flora atualmente conhecida no Cariri paraibano apresenta 396 espécies, distribuídas em 90 famílias botânicas, sendo 85 famílias de angiospermas. A família mais diversa é Leguminosae (Fabaceae), compreendendo 18% do total de espécies presentes na região (71 espécies) (BARBOSA et al., 2007). A vegetação do Cariri é descrita como sendo uma caatinga arbustiva densa ou aberta (PRADO, 2003).

Em virtude do clima e da baixa resiliência de seus ecossistemas, o Cariri paraibano encontra-se entre as áreas de mais alta prioridade para estudo e conservação na caatinga (VELLOSO et al., 2002).

1.3. Arquitetura de Copa

As plantas apresentam características estruturais pré-determinadas, fixadas geneticamente, que estabelecem os limites de suas respostas ao ambiente. Toda a construção da copa de uma árvore, por exemplo, apresenta uma série de arquiteturas que surgem de acordo com uma sequência invariável de eventos determinados geneticamente (BARTHÉLÉMY e CARAGLIO, 2007). Além disso, ao menos primariamente, a forma das plantas é orientada para a aquisição de recursos como água, luz e nutrientes e responde ao ambiente e suas variações de forma a refletir o contexto ambiental a qual esteja sujeita (WALLER, 1986; REINHARDT e KUHLEMEIER, 2002; BARTHÉLÉMY et al., 1989). Dessa forma, a arquitetura apresentada por uma planta é a expressão de um equilíbrio alcançado pela interação dos processos endógenos, relativos ao seu crescimento, e processos exógenos, as restrições impostas pelo meio circundante (BARTHÉLÉMY e CARAGLIO, 2007).

O conceito de arquitetura de copa foi inicialmente proposto por Hallé et al. (1978), ao descrever padrões apresentados pelas copas de árvores tropicais, sugerindo que o desenvolvimento ontogenético de uma árvore era baseado em um modelo genético. Não há, no entanto, uma definição que englobe as mais variadas utilizações da arquitetura de uma planta. O conceito varia de acordo com a proposta a ser trabalhada (GODIN, 2000).

Os estudos de arquitetura de plantas foram derivados de trabalhos antecedentes sobre morfologia vegetal (HALLÉ E OLDMAN, 1970; OLDMAN, 1974; HALLÉ et al., 1978). Desde então essa linha de pesquisa tem dado subsídio ao estudo sobre a forma das plantas, e a compreensão da estrutura e dinâmica de florestas tropicais (OLDMAN, 1974, 1983, 1990; HALLÉ et al., 1978; VESTER, 1997). Além disso, a arquitetura das plantas foi um caráter importante em classificações sistemáticas e taxonômicas. (REINHARDT & KUHLEMEIER, 2002).

Fatores físicos e biológicos desempenham importantes papéis na determinação da fisionomia de uma vegetação, apresentando-se como verdadeiros filtros que selecionam indivíduos que apresentam determinadas adaptações (KEDDY, 1992). A análise arquitetônica busca fazer a distinção, através de observações e/ou experimentações, dos processos endógenos e das influências externas que resultam na arquitetura da planta. É a partir dessa premissa que, atualmente, pode-se entender melhor a complexa construção e organização de plantas arbóreas em especial (BARTHÉLÉMY e CARAGLIO, 2007). A relação entre morfologia e ambiente pode, assim,

descrever características de uma comunidade vegetal (KEDDY, 1992), e a presença e abundância de determinados indivíduos podem ser interpretadas como uma resposta à variação desses fatores (DÍAZ et al., 1992; PILLAR, 1999).

A partir da notória importância da arquitetura de uma planta na modelagem da estrutura e função das plantas, fica clara a necessidade de novos instrumentos investigativos (FERRARO e GODIN, 2000). Souza (2009) e Souza et al. (2011) propuseram que a ramificação aérea vegetal pudesse ser representada em uma rede composta por componentes estruturais básicos (nós e conectores) e, assim, verificaram a influência da copa sobre processos fisiológicos do vegetal.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Representar a estrutura vegetativa heterotrófica de duas espécies arbóreas da caatinga com diferentes fenologias foliares, a fim de identificar as influências das estratégias de manutenção foliar e aproveitamento de água no solo na ramificação aérea das árvores.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Representar a arquitetura de copa de uma espécie de folhagem perene, *Ziziphus joazeiro* Mart., e de uma espécie de folhagem decídua, *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir., da caatinga por meio de uma rede composta por nós e conectores;
- Verificar a existência de diferenças nas redes de conexões entre espécies pertencentes a grupos fenológicos quanto a deciduidade foliar diferentes e;
- Comparar a relação das espécies aqui avaliadas com o padrão encontrado para espécies de fenologias foliares similares do Cerrado, disponível em bibliografia.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; RODAL, M. J. N. Florística e Fitossociologia de um Remanescente de Vegetação Caducifólia Espinhosa Arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 287-303, 2003.

ALVES, J. J. A. Caatinga do Cariri Paraibano. **Geonomos**, v. 17, n. 1, p. 19-25, 2009.

ALVES, J. J. A.; NASCIMENTO, S. S. Ecoclimatologia do Cariri Paraibano. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 2, n. 3, p. 28-41, 2008.

ALVES, J. J. A.; NASCIMENTO, S. S. Levantamento Fitogeográfico das Plantas Medicinais Nativas do Cariri Paraibano. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 4, n. 2, p. 73-85, 2010.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da Cobertura de duas Fitofisionomias de Caatinga com Diferentes Históricos de Uso, no Município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, n. 2, p. 149-163, 1981.

ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; MARTINS, F. R. Repartição da flora lenhosa no domínio da Catinga. In: ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V. (Org.) **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: suporte à estratégias regionais de conservação**. Ministério do Meio Ambiente. Secretária da Biodiversidade e Florestas, Brasília - DF, p. 15-33, 2005.

BARBOSA, D. C. de A.; BARBOSA, M. C. de A.; LIMA, L. C. M. de. Fenologia de Espécies Lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**, p. 657-693, 2003.

BARBOSA, M. R. V.; LIMA, I. B.; LIMA J. R.; CUNHA, J. P.; AGRA, M. F.; THOMAS, W. W. Vegetação e flora no cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 313-322, 2007.

BARTHELEMY, D.; CARAGLIO, Y. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. **Annals of Botany**, v. 99, n. 3, p. 375-407, 2007.

BARTHÉLÉMY, D.; EDELIN C.; HALLÉ, F. Some architectural aspects of tree ageing. **Annals of Forest Science**, v. 46, p. 194-198, 1989. Suplemento.

DÍAZ, S.; ACOSTA, A.; CABIDO, M. Morphological analysis of herbaceous communities under different grazing regimes. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 3, n. 5, p. 689-696, 1992.

FERRARO, P.; GODIN, C. A distance measure between plant architectures. **Annals of Forest Science**, v. 57, n. 5-6, p. 445-461, 2000.

GIULIETI, A. M., ET AL. Diagnóstico da Vegetação Nativa do Bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. T.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 48-90, 2004.

GODIN, C. Representing and encoding plant architecture: a review. **Annals of Forest Science**, v. 57, n. 5-6, p. 413-438, 2000.

GOMES, M. A. F. **Padrões de Caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba**. 1979. 88 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1979.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. Tropical trees and forests: an architectural analysis. **Springer-Verlag**, Berlim, 441 p., 1978.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A. Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. **Masson**, Paris, 178 p., 1970.

KEDDY, P. A. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. **Journal of Vegetation Science**, v. 3, n. 2, p.157-164, 1992.

LEAL, I. R., SILVA, J. M. C., TABARELLI, M. & LACHER JR., T. Mudando o Curso da Conservação da Biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

LUETZELBURG, P. VON. **Estudo Botânico do Nordeste**. Inspectoria Federal de Obras Contra as Seccas. Ministério da Viação e Obras Públicas, Publicação 57, Série I, A, Rio de Janeiro, 1922/1923.

LUETZELBURG, P. VON. **Estudo botânico do Nordeste**. Inspectoria Federal de Obras Contra as Seccas. Ministério da Viação e Obras Públicas, Publicação 57, Série I, A, Rio de Janeiro, vol. 3, 283p., 1974.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GIONGO, V.; PÉREZ-MARIN, M. A. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 643-653, 2012. Suplemento.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Caatinga**. Brasília, Distrito Federal. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2014.

MOREIRA, E. R. F. Mesorregiões e Microrregiões da Paraíba, Delimitação e Caracterização. **GAPLAN**, João Pessoa - PB, 74p., 1988.

OLDEMAN, R. A. A. Forests: elements of silvology. **Springer-Verlag**, Berlim, 1990.

OLDEMAN, R. A. A. L'architecture de la forêt guyanaise. **O. R. S. T. O. M.**, Paris, Mémoire, n. 73, 1974.

OLDEMAN, R. A. A. Tropical rain forest, architecture, silvigenesis and diversity. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. (Ed.) **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford: Blackwell, p. 139-150, 1983.

PILLAR, V. D. On the identification of optimal plant functional types. **Journal of Vegetation Science**, v. 10, n. 5, p. 631-640, 1999.

PRADO, D.E. As Caatingas da America do Sul. In: LEAL, I.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Ed.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife. UFPE, p. 3-74, 2003.

REINHARDT, D.; KUHLEMEIER, C. Plant architecture. **EMBO Reports**, v. 3, n. 9, p. 846-851, 2002.

RIZZINI, C. T. Tratado de Fitogeografia do Brasil. **Editora da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 327 p., 1979.

SILVA, C. T.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; SILVA, E.; CHAVES, R. A. Avaliação Temporal da Florística Arbórea de uma Floresta Secundária no Município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 429-441, jul./set. 2004.

SOUZA, J. P.; PRADO, C. H. B. A.; ALBINO, A. L. S.; DAMASCOS, M^a. A.; SOUZA, G. M. Network analysis of tree crowns distinguishes functional groups of Cerrado species. **Plant Ecology**, v. 212, n. 1, p. 11-19, 2011.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S.; PAREYN, F. G. C. (Ed.) Ecorregiões, Propostas para o Bioma Caatinga. **Recife**: Associação Plantas do Nordeste. Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 76 p., 2002.

VESTER, H. The trees and the forest. **The role of tree architecture in canopy development**; a case study in secondary forests (Araracuara, Colombia). University Amsterdam, Tese de Doutorado, 1997.

WALLER, D.M. The Dynamics of growth and form. In: CRAWLEY, M.J. (Ed.) **Plant Ecology**, **Blackwell Scientific Publications**, Oxford, p. 291-320, 1986.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

Manuscrito a ser submetido à Revista *Árvore* – Brazilian Journal of Forest Science

**ARQUITETURA DE COPA E FENOLOGIA FOLIAR DE *Ziziphus joazeiro* MART. E
Mimosa tenuiflora (WILD.) POIR., ESPÉCIES ARBÓREAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

35 **ARQUITETURA DE COPA E FENOLOGIA FOLIAR DE *Ziziphus joazeiro* MART. E**

36 ***Mimosa tenuiflora* (WILD.) POIR., ESPÉCIES ARBÓREAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

37

38

39 RESUMO – *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir. e *Ziziphus joazeiro* Mart., espécies com diferentes
40 padrões de longevidade foliar da Caatinga, tiveram suas copas representadas em redes que seguem
41 leis gerais de funcionamento de vários sistemas naturais. Objetivou-se representar e analisar copas a
42 fim de identificar influências das estratégias de manutenção foliar e aproveitamento de água no solo
43 na ramificação aérea das árvores. A pesquisa foi realizada em um fragmento florestal de Caatinga
44 em uma área do semiárido brasileiro. Foram analisadas diferentes distâncias entre nós (regiões de
45 ramificações) em número de conectores (ramos entre os nós): nó inicial para nó final (IF), nó inicial
46 para nó de emissão (IE), entre nós finais vizinhos (FF) e a menor distância entre nó regular e nó de
47 emissão (NE). As médias e desvios-padrão de conectores para IF, FF, IE e NE foram,
48 respectivamente: $14,21 \pm 3,89$; $3,99 \pm 1,90$; $10,17 \pm 3,58$; $3,59 \pm 2,25$ para *Z. joazeiro* e $20,42 \pm$
49 $8,66$; $6,90 \pm 6,94$; $18,80 \pm 8,84$; $18,80 \pm 8,84$ para *M. tenuiflora*. Não houve diferenças
50 significativas entre as espécies ($P > 0,05$), implicando em estratégias similares quanto à ramificação
51 aérea na fase jovem. Quando comparadas com estudos realizados no Cerrado todas as distâncias
52 analisadas foram superiores, indicando um alto investimento em ramificações nas árvores da
53 Caatinga que implicaria em uma redução do fluxo de seiva na copa, mas que é atenuado por
54 adaptações morfofisiológicas e pode conferir à planta uma maior exposição de órgãos
55 fotossintéticos.

56

57 Palavras-chave: Longevidade foliar; ramificação; disponibilidade hídrica.

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69 **CANOPY ARCHITECTURE AND FOLIAR PHENOLOGY OF *Ziziphus joazeiro* MART.**
70 **AND *Mimosa tenuiflora* (WILD.) POIR., TREE SEMIARID PARAIBANO SPECIES**

71
72
73 ABSTRACT – *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir. and *Ziziphus joazeiro* Mart., species with different
74 patterns of leaf longevity of the Caatinga, had their canopies represented in networks that follow the
75 general laws of functioning of various natural systems. Aimed to represent and analyze canopies to
76 identify influences strategies of leaf maintenance and utilization of soil water in the shoot branching
77 trees. The research was conducted in a forest fragment in an area of Caatinga of the brazilian
78 semiarid. Different distances between nodes (regions of branches) were analyzed for number of
79 connectors (branches between nodes): initial node to the end node (IF), initial node to node
80 emission (IE) between end nodes neighbors (FF) and shortest distance between regular node and
81 issuing node (NE). Mean, standard deviation, and Mann-Whitney test were used. Mean connectors
82 for IF, FF, IE and NE were, respectively: $14,21 \pm 3,89$; $3,99 \pm 1,90$; $10,17 \pm 3,58$; $3,59 \pm 2,25$ for *Z.*
83 *joazeiro* e $20,42 \pm 8,66$; $6,90 \pm 6,94$; $18,80 \pm 8,84$; $18,80 \pm 8,84$ for *M. tenuiflora*. There were no
84 significant differences between species ($P > 0.05$), implying similar strategies about the air branch
85 in the young stage. When compared to studies in Cerrado all distances analyzed were higher,
86 indicating a high investment in branches in trees of Caatinga would imply a reduction in the flow of
87 sap in the canopy, but that is mitigated by morphological and physiological adaptations and can
88 give the plant a greater exposure of photosynthetic organs.

89
90 Keywords: Leaf longevity; branching; water availability.

104 4. INTRODUÇÃO

105

106 Uma das condições que afeta diretamente o crescimento e desenvolvimento vegetal é a
107 disponibilidade hídrica (KRIEG, 1993). Em regiões áridas e semiáridas tal limitação fica bem
108 evidente, em grande parte devido aos baixos índices pluviométricos aliados à má distribuição das
109 chuvas durante o ano (MARIANO et al., 2009).

110 O déficit de água nos tecidos ou mesmo no solo, causado pela excessiva demanda
111 evaporativa ou escassez de chuvas, pode comprometer as funções vitais e até mesmo estimular uma
112 gama de respostas adaptativas nas plantas, tornando possível sua sobrevivência por longos períodos
113 de estresse hídrico (KRIEG, 1993). Uma das soluções mais eficientes encontradas por espécies
114 xerófitas, halófilas e mesófitas é o chamado ajustamento osmótico, que lhes confere maior
115 tolerância à baixa disponibilidade hídrica (CALBO e MORAES, 1997; NOGUEIRA, 1997).
116 Algumas outras modificações morfofisiológicas podem reduzir a velocidade da perda de água em
117 espécies vegetais sob estresse hídrico (SANTIAGO, 2000), como os mecanismos de fechamento
118 estomático, redução da área foliar (DINIZ, 1999), senescência e caducifolia (SANTOS e
119 CARLESSO, 1998).

120 Em situações de baixa disponibilidade de água, onde a absorção pelas raízes se torna
121 limitante, o crescimento e desenvolvimento da parte aérea da planta são comprometidos (SAAB et
122 al., 1990). A condução de água pelos diferentes órgãos da planta até as folhas, por sua vez, também
123 é um agente regulador do fluxo de água no interior do vegetal (CARLESSO e SANTOS, 1999). E
124 por ser o órgão que regula o fluxo transpiratório, a folha responde à redução da disponibilidade
125 hídrica, por exemplo, em processos como a senescência e a abscisão foliar (McCREE e
126 FERNÁNDEZ, 1989; TAIZ e ZEIGER, 2004). Tais respostas fisiológicas funcionam,
127 indiretamente, como uma maneira de conservar a água ainda presente no solo, quase como uma
128 forma de economizá-la para períodos posteriores (SANTOS e CARLESSO, 1998).

129 O estudo de Souza et al. (2011) sugeriu, então, a análise da estratégia arquitetônica da copa
130 de árvores do cerrado, afim de verificar a relação entre a fenologia foliar e a estrutura de
131 ramificação das copas de espécies arbóreas, utilizando, para tanto, uma rede contendo nós e
132 conectores que segue princípios universais que regem o funcionamento de vários sistemas
133 complexos naturais (BARABÁSI, 2004).

134 Apesar de não haver uma definição que englobe as mais variadas utilizações da arquitetura
135 arbórea, podemos defini-la como a caracterização do modelo estrutural de uma espécie de árvore
136 (HALLÉ et al., 1978). Tal modelo pode ser utilizado para obtenção de informações morfológicas e
137 fisiológicas de grande valia sobre a espécie estudada, como sua interação com o microambiente e
138 seus modelos de desenvolvimento (GODIN, 2000). Diretamente ligada a processos fisiológicos, a

139 caracterização da arquitetura pode nos fornecer informações como: os componentes básicos do
140 vegetal que, dependendo da análise, podem variar em diferentes tipos; a forma e posicionamento de
141 seus componentes constituintes; e as conectividades apresentadas por tais componentes, expondo a
142 hierarquia do sistema de ramificação (GODIN, 2000).

143 A análise da estrutura da copa de uma árvore por meio de uma rede formada por nós e
144 conectores foi capaz de identificar padrões arquitetônicos em grupos funcionais de árvores com
145 distintas deciduidades foliares no Cerrado (SOUZA et al., 2011). Essa metodologia vem sendo
146 utilizada para a análise de espécies da Caatinga (CAVALCANTE, 2014), ambiente
147 peremptoriamente submetido a condições de estresse hídrico devido às secas sazonais.

148 As espécies vegetais da Caatinga apresentam diferentes estratégias ecofisiológicas às
149 condições estressantes. Tais adaptações ganham importância para o melhor entendimento de seu
150 estabelecimento em ambientes considerados inóspitos e inviáveis à vida e, de forma geral, nos
151 ecossistemas do semiárido paraibano (TROVÃO et al., 2007). Essas estratégias podem fornecer
152 bases para futuros estudos voltados ao entendimento das soluções adaptativas encontradas pelos
153 organismos (TROVÃO et al., 2004).

154 A utilização de uma rede com componentes básicos denominados nós e conectores que
155 representam toda a rede estrutural responsável por suportar a folhagem, e distribuir a seiva bruta
156 que ascende pelo xilema, e da seiva multi-direcional através do floema (SOUZA et al., 2011),
157 servirá de indicativo para o entendimento de como a estrutura vegetativa heterotrófica de espécies
158 perenifólias e decíduas se comporta na Caatinga e, por consequência, de como atingem o sucesso
159 ecológico sob o estresse hídrico exercido pelo ambiente em que se encontram. Sua compreensão
160 favorece, por exemplo, estratégias de manejo mais eficazes.

161

162

163 **5. MATERIAL E MÉTODOS**

164

165 **5.1. Área de estudo**

166

167 As atividades de campo foram realizadas durante o período de Fevereiro de 2013 até
168 Novembro de 2013 em um fragmento florestal, com aproximadamente 10 hectares, de uma
169 propriedade particular (7° 29' 48" S, 35° 58' 13" W) a Fazenda Pocinho, com elevação média de
170 391 m, localizada no município de Barra de Santana, estado da Paraíba. A área está inserida na
171 microrregião Cariri Oriental, mesorregião Borborema (AESAs, 2014).

172 O município de Barra de Santana está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio
173 Paraíba, região do médio Paraíba, tendo como principais tributários os rios Paraíba e Bodocongó, e

174 os riachos: Curimatã, Manoel Triburino, Marinho, Pereira, Canudos, Pedra d'Água, de Santo
175 Antônio, Pedras Pretas, Salinas, Pé de Juá, Olho d' Água dos Bodes e Olho d' Água do Meio
176 (MASCARENHAS et al., 2005).

177 Localizada na “diagonal seca” (COHEN e DUQUÉ, 2001), a região apresenta clima do tipo
178 AW, tropical de savana com estação seca de inverno, de acordo com a classificação climática de
179 Köppen-Geiger atualizada por Peel et al. (2007). Com uma média de pluviosidade anual girando em
180 torno de 450 mm, as chuvas geralmente concentram-se entre os meses de março a julho, e são
181 consideradas incomuns nos outros meses do ano, com registros mínimos para os meses de outubro e
182 novembro (TROVÃO, 2007; AESA, 2014). A umidade relativa do ar segue uma média em torno de
183 50%. A região também é caracterizada por um alto índice de radiação solar, e a temperatura média é
184 de aproximadamente 25° C (TROVÃO, 2007).

185 O solo predominante no fragmento selecionado é do tipo vertissolo (AESA, 2014), que
186 caracteriza-se por variar de pouco profundo a profundo, embora também possa ocorrer como raso.
187 Vertissolos geralmente apresentam teores elevados de cálcio e magnésio. Variam, quanto à
188 drenagem, de imperfeitamente à mal drenados, eventualmente apresentando-se como
189 moderadamente drenados. São solos de permeabilidade à água muito lenta, quando úmidos, tendo
190 sua consistência variando de muito duro a extremamente duro quando seco, firme a extremamente
191 firme quando úmido, e muito plástico e muito pegajoso quando molhado. Esse tipo de solo
192 apresenta-se bem distribuído em ambientes de bacias sedimentares da região semiárida no Nordeste
193 brasileiro (EMBRAPA, 2000).

194

195 **5.2. Espécies selecionadas**

196

197 A escolha das espécies foi baseada em Barbosa et al. (2003), que é considerado um dos mais
198 completos para a Caatinga onde o histórico de vida de espécies lenhosas foi resgatado a partir de
199 trabalhos pré-existentes, a fim de reunir e interpretar os processos fenológicos ocorrentes em
200 algumas espécies vegetais lenhosas.

201 Dentre as apresentadas, a seleção de duas espécies de diferentes grupos fenológicos foliares
202 a serem estudadas seguiu a ordem de: 1) disponibilidade no fragmento florestal; 2) maior IVI
203 (Índice de Valor de Importância) em levantamentos fitossociológicos de áreas de Caatinga próximas
204 ao local de estudo (ANDRADE et al., 2005; PEREIRA et al., 2002; PEREIRA JÚNIOR et al.,
205 2013; TROVÃO et al., 2010)

206 O Valor de Importância (obtido através da soma dos valores relativos de densidade,
207 frequência e dominância) é um parâmetro integrador que evidencia a importância ecológica relativa

208 de determinada espécie, considerado de maior eficácia que os demais parâmetros existentes
209 (LAMPRECHT, 1964) e amplamente utilizado em análises fitossociológicas.

210

211 **5.3. Nós e conectores**

212

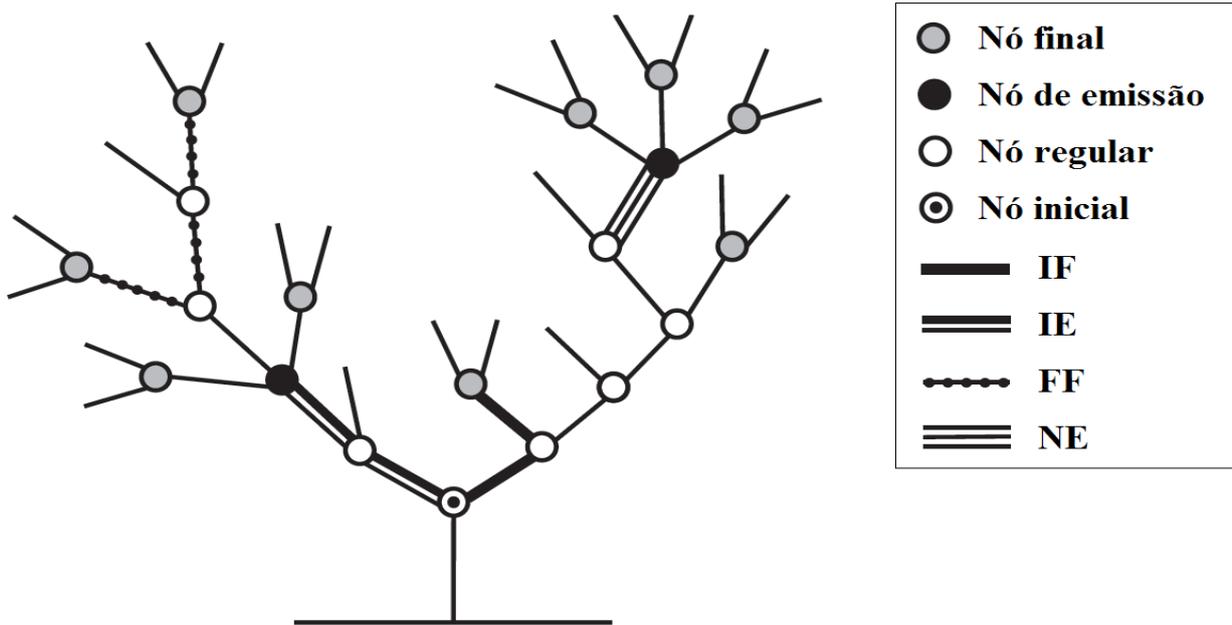
213 Seguiu-se a metodologia desenvolvida por Souza et al. (2011), onde a estrutura vegetativa
214 heterotrófica dos dez indivíduos em condições naturais foi representada através de uma rede
215 composta por nós e conectores. Os pontos de origem de cada ramificação foram considerados como
216 nós, a partir de onde os ramos são emitidos. Para os nós que foram encontrados com distância
217 menor que um centímetro entre si convencionou-se que seriam classificados como um único nó. Os
218 conectores foram os ramos que conectam os nós, assim como o tronco principal.

219 De acordo com a quantidade de conectores emitidos, cada nó foi classificado da seguinte
220 maneira: nó regular, quando conectado a três conectores, sendo um de origem e os dois outros que
221 originam-se do nó; nó de emissão, quando conectado a três ou mais conectores, sendo um de origem
222 e três ou mais que originam-se do nó. Já de acordo com a posição dos nós na rede eles foram
223 classificados como: nó inicial, apresentando um conector que é ligado à parte subterrânea da planta
224 e outros que dão início a toda ramificação aérea; nó final, ligado a apenas um conector, que lhe dá
225 origem, encontrado então no final de cada ramificação, onde não há mais emissões de conectores,
226 também podendo ser um nó regular ou de emissão (SOUZA et al., 2011).

227 A unidade de medida de distância utilizada para análise das redes foi a quantidade de
228 conectores entre os nós. Assim, quatro diferentes distâncias foram analisadas: a distância entre o nó
229 inicial e o nó final, denominada IF, que representa distância média de conectores que a informação
230 (hormônios) e/ou a massa (água, nutrientes e fotossintatos) enfrenta para atender toda a copa; a
231 distância entre o nó inicial e o nó de emissão, denominada IE, que indica a distância média com que
232 um nó de emissão (que suporta ou pode suportar uma grande quantidade de ramos subsequentes) é
233 atendido pelo fluxo de massa e informação; a distância FF, entre dois nós vizinhos finais, indicando
234 se os últimos ramos da copa são ramos longos com muitos nós regulares e com distâncias maiores
235 entre os nós finais vizinhos, ou se a copa conquista o espaço aéreo por meio de ramificações e mais
236 ramificações de ramos com curtas distâncias entre os nós finais vizinhos; e a distância NE, que
237 representa a distância entre cada nó regular e o nó de emissão mais próximo, e indica a média da
238 menor distância entre um nó de emissão (que poderá distribuir informação e massa) e um nó
239 regular, que é maioria na copa. Assim, estas distâncias indicam que a copa poderá ser prontamente
240 atendida em suas demandas (SOUZA et al., 2011) (Figura 1).

241

242



243

244 **Figura 1:** Esquema gráfico apresentando os tipos de nós e diferentes distâncias analisadas.

245 Distâncias: IF = nó inicial para cada nó final; IE = nó inicial para cada nó de emissão; FF = nó final
 246 para o nó final vizinho; NE = nó regular (cada um deles) para o nó de emissão mais próximo.

247

248

249 Além das distâncias entre os nós também foi calculada a relação entre o número de nós e
 250 conectores, indicando a possibilidade de um nó apresentar determinada quantidade de conectores
 251 (SOUZA et al., 2011).

252

253 **5.4. Representação dos indivíduos em redes**

254

255 A coleta das informações para representação gráfica e análise de nós e conectores deu-se a
 256 partir de uma segmentação de todo o caule e ramificações com ajuda de fitas coloridas. Iniciava-se
 257 a contagem a partir do nó inicial, próximo ao solo e que dá origem a toda a ramificação aérea da
 258 árvore, seguindo, individualmente, até cada um dos nós finais existentes. As fitas coloridas eram
 259 utilizadas a fim de demarcar os locais que estavam sendo representados na prancha de desenho e
 260 evitar a contagem repetida em decorrência da complexidade das copas analisadas. Posteriormente
 261 utilizou-se o software Corel Draw X6 para representação gráfica das redes.

262

263 **5.5. Análises estatísticas**

264

265 Tendo como objetivo comparar as distâncias encontradas em cada indivíduo, foram
 266 calculadas as médias e os desvios-padrão para cada distância analisada nos indivíduos, além da

267 quantidade total de nós, total de conectores, total de nós finais e total de nós de emissão (SOUZA et
 268 al., 2011). O teste não-paramétrico para duas amostras independentes U de Mann-Whitney foi
 269 utilizado para verificar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os números de nós e conectores, e
 270 as diferentes distâncias obtidas. Para tanto, utilizou-se o software BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007)

271

272

273 6. RESULTADOS

274

275 Foram selecionados cinco indivíduos adultos jovens de cada uma das espécies crescendo sob
 276 condições naturais conforme metodologia adotada por Souza et al., (2011), com diâmetro ao nível
 277 do solo e altura semelhantes, perfazendo um total de dez indivíduos caracterizados na Tabela 1.

278

279

280 **Tabela 1:** Caracterização dos indivíduos arbóreos da Caatinga estudados. DNS = diâmetro ao nível
 281 do solo. DF = deciduidade foliar. DF: SV = sempre-verde; DE = decídua.

	Altura (cm)	DNS (cm)	DF
<i>Z. joazeiro</i>			
Indivíduo 1	170	4.3	SV
Indivíduo 2	120	4.7	SV
Indivíduo 3	190	4.2	SV
Indivíduo 4	230	2.8	SV
Indivíduo 5	170	3.5	SV
Média ± desvio-padrão	176 ± 40	3.9 ± 0.7	SV
<i>M. tenuiflora</i>			
Indivíduo 1	200	1.5	DE
Indivíduo 2	190	1.7	DE
Indivíduo 3	160	1.4	DE
Indivíduo 4	230	3.5	DE
Indivíduo 5	300	3.5	DE
Média ± desvio-padrão	216 ± 053	2.3 ± 1.1	DE

282

283

284 O número de nós é apresentado na Tabela 2, onde observa-se que o maior número foi
 285 encontrado nas redes obtidas a partir dos indivíduos da espécie perenifólia, *Z. joazeiro*, com
 286 destaque para o indivíduo 3 com quase o dobro do número de nós dos outros indivíduos de sua
 287 espécie. Entretanto, quando se comparou espécies distintas esses valores não diferiram
 288 significativamente dos encontrados nos indivíduos de *M. tenuiflora* (Mann-Whitney: $p > 0,05$). Os
 289 indivíduos 4 e 5 de *M. tenuiflora* apresentaram também um elevado número de nós em relação aos

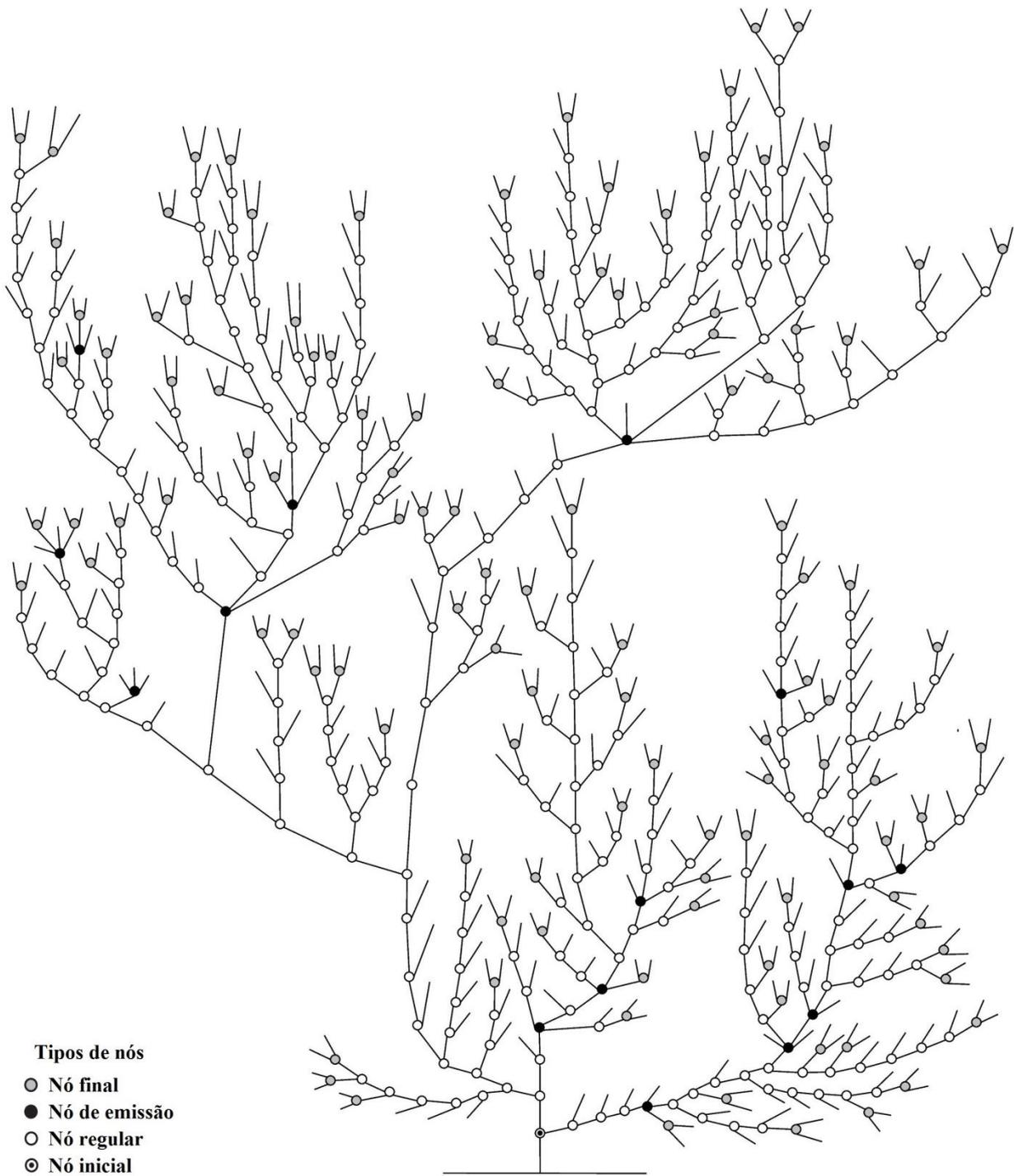
290 demais da mesma espécie. Em relação ao diferentes tipos de nós, foi encontrado um maior número
 291 de nós regulares e nós de emissão para *M. tenuiflora*, enquanto o número de nós finais foi mais
 292 elevado em *Z. joazeiro*. Nós regulares e nós finais são os mais comumente encontrados nas redes de
 293 ambas as espécies com, respectivamente, 66,90% e 28,42% em *Z. joazeiro*, e 66,09% e 27,96% em
 294 *M. tenuiflora*. Os nós de emissão, aqueles com mais de três conectores, representam apenas 5,64%
 295 em *Z. joazeiro* e 8,39% em *M. tenuiflora* do total de nós (Figuras 2 e 3).

296
 297

298 **Tabela 2:** Número total e de diferentes tipos de nós obtidos nas redes formadas pelo caule e pelos
 299 ramos de cinco indivíduos de duas espécies de árvores da Caatinga. Tipo de nó: NR = nó regular,
 300 NF = nó final, NE = nó de emissão. DP = desvio padrão.

	Total de nós	NR	NF	NE
<i>Z. joazeiro</i>				
Indivíduo 1	134	91	39	8
Indivíduo 2	410	282	114	15
Indivíduo 3	1144	769	304	83
Indivíduo 4	579	388	178	17
Indivíduo 5	428	273	131	29
Média ± DP	539 ± 374.37	306.6 ± 252.03	153.2 ± 98.01	30.4 ± 30.36
<i>M. tenuiflora</i>				
Indivíduo 1	334	228	93	16
Indivíduo 2	372	256	105	17
Indivíduo 3	144	101	39	4
Indivíduo 4	980	632	275	114
Indivíduo 5	792	518	221	69
Média ± DP	523.60 ± 347.48	346.6 ± 219.38	146.60 ± 97.73	44 ± 46.47

301
 302

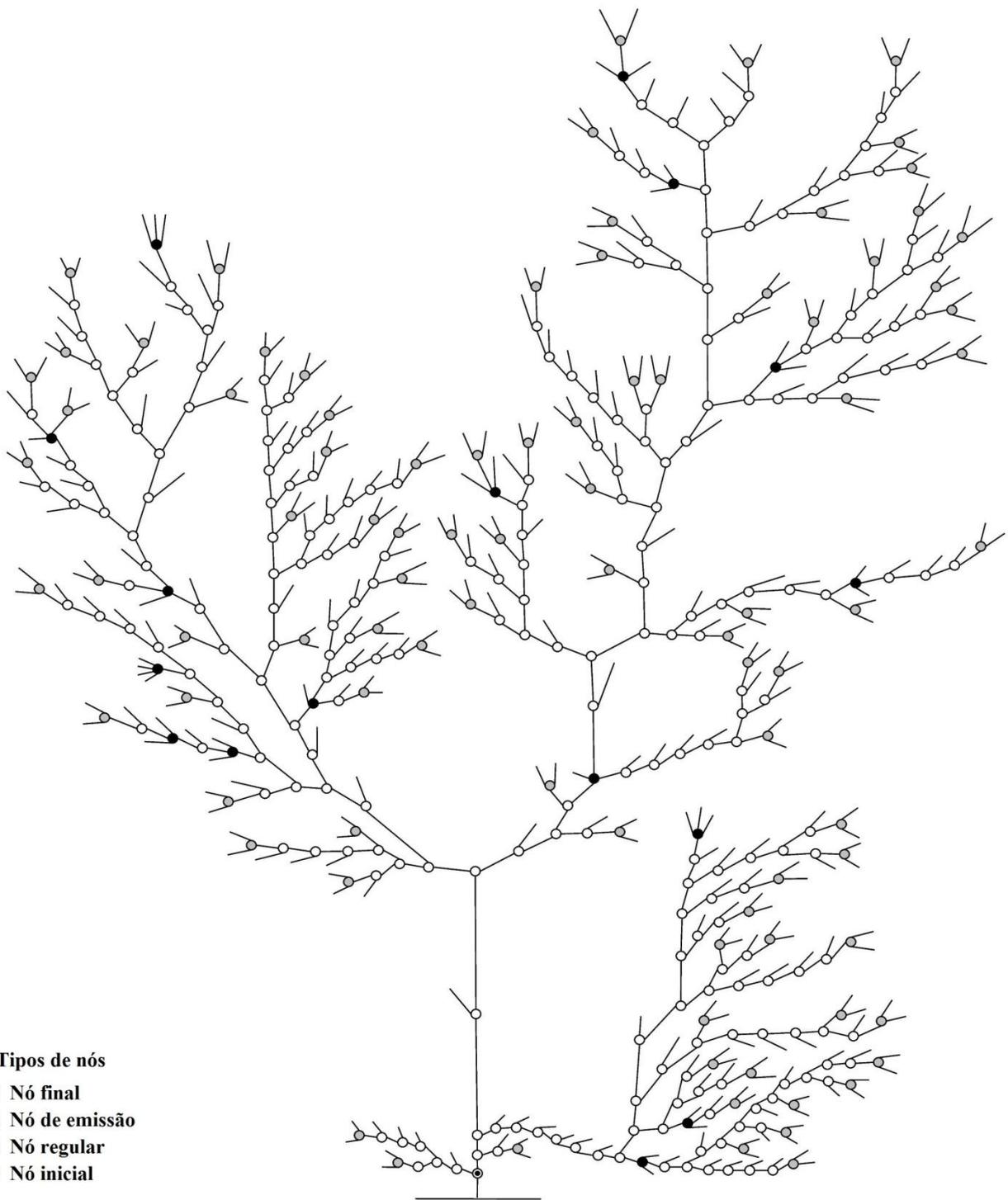


303

304 **Figura 2** – Rede com nós e conectores de um indivíduo de *Ziziphus joazeiro*, espécie arbórea do
 305 semiárido paraibano.

306

307



308

309 **Figura 3** – Rede com nós e conectores de um indivíduo de *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir., espécie
 310 arbórea do semiárido paraibano.

311

312

313 Assim como o número de nós, o número de conectores também foi maior em *Z. joazeiro*. A
 314 relação entre o número de conectores e o número total de nós, apesar de apresentar um valor médio
 315 um pouco mais elevado para *Z. joazeiro*, também não diferiu significativamente (Mann-Whitney: P
 316 > 0,05) entre as duas espécies estudadas (Tabela 3).

317

318

319 **Tabela 3:** Número de conectores para cada indivíduo de *Ziziphus joazeiro* e *Mimosa tenuiflora*,
 320 média e desvio padrão (\pm DP) e razão do número de conectores por número total de nós (RCN).

	Conectores	RCN
<i>Z. joazeiro</i>		
Indivíduo 1	282	2.10
Indivíduo 2	821	2.00
Indivíduo 3	2394	2.09
Indivíduo 4	1177	2.03
Indivíduo 5	884	2.07
Média \pm DP	1111.6 \pm 786.34	2.06 \pm 0.04
<i>M. tenuiflora</i>		
Indivíduo 1	678	2.03
Indivíduo 2	764	2.05
Indivíduo 3	298	2.07
Indivíduo 4	1979	2.02
Indivíduo 5	1634	2.06
Média \pm DP	1070.6 \pm 704.92	2.05 \pm 0.02

321

322

323 Todas as distâncias medidas em números de conectores apresentaram variações em suas
 324 médias intra e interespecificamente, mas não de forma significativa (Man-Whitney: $P > 0,05$). As
 325 maiores distâncias encontradas, em ambas as espécies, foram as de nó inicial para nó final (IF) e de
 326 nó inicial para nó de emissão (IE). As distâncias médias entre nós regulares e nós de emissão mais
 327 próximos foram aquelas com o menor número de conectores. Embora a análise estatística não tenha
 328 indicado variações significativas, as distâncias médias entre nós finais vizinhos (FF) e nó inicial
 329 para nó de emissão (IE) diferiram em, aproximadamente, dois conectores entre as *Z. joazeiro* e *M.*
 330 *tenuiflora* (Tabela 4).

331

332

333 **Tabela 4:** Valores médios e desvio padrão (\pm DP) das distâncias medidas em número de conectores
 334 entre os diferentes tipos de nós nas redes formadas pelo caule e pelos ramos em cinco indivíduos de
 335 duas espécies arbóreas da Caatinga com diferentes decíduidade da folhagem. As letras maiúsculas
 336 no início das colunas indicam a distância entre os diferentes tipos de nós: IF = entre nó inicial e nó
 337 final, FF = entre nós finais vizinhos, IE = entre nó inicial e nó de emissão, e NE = distância mínima
 338 entre um nó regular e um nó de emissão. Cinco indivíduos de cada espécie foram utilizados.

339

	IF	FF	IE	NE
<i>Z. joazeiro</i>				
Indivíduo 1	21.92 ± 13.35	4.38 ± 2.14	22.37 ± 7.74	6.21 ± 4.05
Indivíduo 2	17.47 ± 5.41	4.96 ± 2.35	13.00 ± 5.71	4.25 ± 2.31
Indivíduo 3	19.98 ± 5.23	4.75 ± 2.01	17.01 ± 4.88	3.71 ± 2.55
Indivíduo 4	30.34 ± 4.09	3.89 ± 1.65	23.12 ± 6.01	7.25 ± 4.89
Indivíduo 5	14.21 ± 3.89	3.99 ± 1.90	10.17 ± 3.58	3.59 ± 2.25
Média ± DP	21.12 ± 7.80	4.40 ± 1.99	16.28 ± 6.38	4.66 ± 3.53
<i>M. tenuiflora</i>				
Indivíduo 1	17.96 ± 5.32	5.16 ± 1.59	15.88 ± 5.16	4.33 ± 2.62
Indivíduo 2	18.78 ± 9.29	18.78 ± 9.29	15.59 ± 10.97	5.48 ± 3.08
Indivíduo 3	10.80 ± 4.00	10.79 ± 4.00	6.75 ± 2.75	5.84 ± 4.26
Indivíduo 4	16.90 ± 5.71	4.34 ± 4.10	14.89 ± 5.60	3.56 ± 2.71
Indivíduo 5	28.33 ± 7.41	4.29 ± 1.73	27.45 ± 7.10	3.99 ± 2.66
Média ± DP	20.42 ± 8.66	6.90 ± 6.94	18.80 ± 8.84	4.20 ± 2.95

340

341

342 7. DISCUSSÃO

343

344 A escolha de indivíduos jovens para representação da copa por meio de uma rede de nós e
 345 conectores padronizou a obtenção dos dados e possibilitou a utilização da metodologia proposta. Ao
 346 comparar as ramificações das espécies analisadas na Caatinga com as analisadas por Souza et al.
 347 (2011) no cerrado, as espécies da caatinga mostraram-se bem mais ramificadas.

348 A escolha no fragmento de indivíduos com altura e diâmetro ao nível do solo (DNS)
 349 similares possibilitou uma padronização na metodologia, porém evidenciou-se as diferenças no
 350 número de nós e conectores com os elevados valores de desvio-padrão entre indivíduos da mesma
 351 espécie. Essa variação poderia indicar que os indivíduos estavam em estágios diferentes de
 352 desenvolvimento mesmo com altura e DNS próximos, já que uma espécie vegetal, de acordo com as
 353 variações ambientais, pode apresentar indivíduos que alcançam diferentes fenofases em tempos
 354 diferentes (GATSUK, 1980).

355 As variações ambientais também induzem as plantas a apresentarem diferentes respostas
 356 adaptativas funcionais e estruturais, resultando em uma flexibilidade de fenótipos observados para
 357 um genótipo específico. Essa capacidade é conhecida como plasticidade fenotípica (GRIME e
 358 MACKAY, 2002; SULTAN, 2003; VALLADARES et al., 2006). Se comparadas às adultas, plantas
 359 jovens apresentam níveis mais elevados de plasticidade, o que denota maior adequabilidade perante
 360 o estabelecimento no ambiente natural (VALLADARES et al., 2005). Essa flexibilidade, limitada
 361 pelo genótipo, maximiza as chances da planta obter sucesso ecológico (BRADSHAW, 2006),

362 ocupando novos nichos e sobrevivendo em meio às mudanças no ambiente já que a adaptabilidade
363 do fenótipo é o alvo e, assim, é favorecida pela seleção natural (MAYR, 2009).

364 Se compararmos os resultados desse trabalho com os desenvolvidos no Cerrado (SOUZA et
365 al., 2011), pode-se inferir que há uma maior extensão nas redes obtidas para indivíduos jovens na
366 caatinga, o que poderia implicar em uma maior resistência ao fluxo da seiva ao longo da copa, por
367 reduzir a condutividade hidráulica específica do xilema, uma vez que cada segmentação desse
368 sistema representa um óbice para o fluxo de água e nutrientes do fuste para os ramos subsequentes
369 (ZIMMERMANN, 1978; CRUIZIAT et al., 2002).

370 No cerrado, temos espécies decíduas com copas mais simplificadas, com um reduzido
371 número de nós e conectores (SOUZA et al., 2011), facilitando o súbito e intenso fluxo de massa no
372 xilema e floema em direção à folhagem pouco antes do início das chuvas (DAMASCOS et al. 2005;
373 LENZA e KLINK 2006). Além disso, espécies perenifólias com copas mais ramificadas e extensas
374 (SOUZA et al., 2011) mantêm um fluxo contínuo de massa devido à produção contínua de
375 folhagem (DAMASCOS et al. 2005; LENZA e KLINK 2006), mas que é amenizado com
376 disposição de ramos que promove um auto-sombreamento (Souza et al. 2009a, SOUZA et al.
377 2009b) e diminuição na condutância estomática durante a época seca (PRADO et al. 2004), por
378 exemplo. Diante disso, outras estratégias morfo-fisiológicas tornam-se necessárias para as espécies
379 da Caatinga a fim de reduzir a demanda de água em períodos de seca.

380 Durante o período de estiagem a *M. tenuiflora* perde suas folhas (SILVA et al., 2011), fato
381 que diminui significativamente a demanda de água por parte da copa, uma vez que cessa a
382 transpiração estomatal. Além disso, apresenta sistema radicular axial, que possibilita a absorção da
383 água disponível em camadas mais profundas do solo; e lâmina foliar dividida em pequenos folíolos,
384 diminuindo a superfície de contato com o ar e a consequente perda de água em excesso por
385 transpiração (CAMARGO-RICALDE e GREYER, 1998). *M. tenuiflora* também apresenta
386 pontoações guarneçadas. Esse tipo de pontoação exerce importante papel no fluxo de água pelo
387 corpo vegetal, regulando a pressão osmótica, minimizando o risco de embolias e resultando em uma
388 condução de água mais segura (CHOAT et al., 2003; JANSEN et al., 2003). Também podendo
389 reverter o embolismo em espécies de regiões secas e quentes onde taxas de transpiração são
390 elevadas (JANSEN et al. 2003; JANSEN et al. 2004).

391 *Z. joazeiro*, que mantém sua copa com folhas durante os períodos chuvosos e de seca,
392 apresenta um mecanismo de controle estomático para evitar a perda excessiva de água aliado a um
393 sistema radicular extenso que alcança as camadas mais profundas do solo (FERRI, 1955;
394 ANDRADE-LIMA, 1981; SAMPAIO, 1995). Raízes profundas, além de possibilitarem maior
395 eficiência na aquisição da água, reduzem a competição com plantas herbáceas pelo recurso
396 disponível nas camadas mais superficiais do solo (MENEZES et al., 2002). Entretanto, a perda de

397 água em plantas não acontece apenas pelos estômatos, a transpiração cuticular também é
398 responsável por parte da água perdida ao longo do dia. Seu controle se dá principalmente por
399 depósitos de cera na superfície da folha, a cera epicuticular, que reduz a permeabilidade à água da
400 cutícula (SCHÖNHERR, 1982). Um experimento com plantas da Caatinga e do Cerrado evidenciou
401 um fator adicional de resistência à seca de *Z. joazeiro*: a composição de sua cera epicuticular foliar
402 caracterizada por uma alta fração de n-alcenos, os mais eficientes constituintes de cera contra a
403 permeabilidade à água (OLIVEIRA et al., 2003).

404 A maior restrição de perda de água por folhas da Caatinga do que do Cerrado, por exemplo,
405 exemplificam a maior intensidade dos estresses hídricos aos quais as plantas nos ambientes de
406 Caatinga estão submetidas (TROVÃO, 2007; OLIVEIRA et al., 2003; FERRI 1944, 1955). O baixo
407 teor de água disponível no solo para as plantas é explicado pela irregularidade temporal e espacial
408 das chuvas, além das altas temperaturas associadas à alta intensidade luminosa que provocam uma
409 elevada demanda evaporativa e, conseqüentemente, a dessecação do solo na caatinga (TROVÃO et
410 al., 2007).

411 O maior número de nós e conectores encontrado para as espécies da Caatinga pode, então,
412 refletir uma relação negativa entre duas características da história de vida das espécies, uma
413 demanda conflitante (*trade off*) (TOWNSEND et al., 2006) entre a condutividade hidráulica e a
414 quantidade de folhas. Esse conflito ocorre porque o bom desempenho de uma função acarreta em
415 um prejuízo em relação à outra função (KNEITEL e CHASE, 2004). Nesse caso, a água pode ser o
416 recurso limitante que acentua tal relação, tornando-a mais facilmente observada (CRAWLEY,
417 1997). Um maior número de ramificações inerentemente desfavorece o fluxo da seiva, entretanto,
418 um maior número de ramos também pode suportar uma maior quantidade de folhas. A maior
419 exposição de órgãos fotossintéticos, por sua vez, pode significar uma maior capacidade de produção
420 energética para fins de sobrevivência e reprodução (SOUSA, 2009). E a perda da condutividade ao
421 longo dos ramos poderia, então, ser atenuada pelas adaptações (SOUZA et al., 2011) já descritas
422 para ambas as espécies.

423 Barbosa et al. (2003) encontraram os seguintes resultados para as duas espécies: *M.*
424 *tenuiflora* apresenta emissão de novas folhas no início da estação chuvosa e caducifolia no período
425 de estiagem, mas a floração apenas ocorre durante o período chuvoso; já *Z. joazeiro* troca e produz
426 novas folhas continuamente e também floresce durante a estação seca, mostrando-se menos
427 dependente da água em relação as espécies que florescem apenas durante a estação chuvosa, e
428 indicando ritmos endógenos provenientes das adaptações morfo-anatômicas e fisiológicas às
429 condições da caatinga. Além disso, as estratégias fenológicas vegetativas e reprodutivas das
430 espécies perenifólias e deciduifólias (decíduas de 2-3 meses e decíduas 4-6 meses) estudadas
431 indicam a ligação das estratégias fenológicas vegetativas com o clima e das reprodutivas com a

432 dependência de disponibilidade de água no solo durante a estação seca. A água mostra-se, então,
433 como recurso que delinea o comportamento para as espécies da Caatinga.

434 Diante das diversas adaptações fisiológicas às condições de déficit hídrico das plantas da
435 caatinga, fica evidente a necessidade de pesquisas ecofisiológicas que permitam o melhor
436 entendimento das estratégias evolutivas desenvolvidas por essas espécies que possibilitam seu
437 estabelecimento nesses ambientes (TROVÃO et al., 2007).

438

439

440 **8. CONCLUSÃO**

441

442 Em conclusão, a copa de espécies típicas da Caatinga com diferentes padrões de longevidade
443 foliar pôde ser representada através de uma rede de nós e conectores, apesar de não indicar
444 diferenças interespecificamente notáveis. No entanto, quando comparadas com espécies do Cerrado,
445 as árvores da Caatinga mostraram-se mais ramificadas, com distâncias e quantidade de nós e
446 conectores mais elevados. Essa diferença pode significar uma maior exposição de órgãos
447 fotossintéticos, conferindo a essas espécies um maior ganho de energia para fins de sobrevivência e
448 reprodução. A perda de condutividade hidráulica, por sua vez, seria atenuada por diferentes
449 adaptações morfofisiológicas.

450 A abordagem de redes complexas em árvores fornece, assim, novos e eficientes meios na
451 busca pelo melhor entendimento das estratégias de sobrevivência e reprodução utilizadas por
452 plantas típicas de ambientes semiáridos.

453

454

455 **9. AGRADECIMENTOS**

456

457 Ao PIBIC (Programa de Iniciação Científica) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
458 e ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de
459 bolsas de Iniciação Científica (IC) para realização deste estudo.

460

461

462

463

464

465

466

467 **10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

468

469 AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em:
470 <<http://geo.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 10 de janeiro, 2014.

471

472 ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, n. 2, p. 149-
473 163, 1981.

474

475 ANDRADE, L. A. de; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura
476 de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do
477 Cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

478

479 AYRES, M.; AYRES, L. D.; SANTOS, A. A. S. BioEstat 5.3: Aplicações Estatísticas nas Áreas das
480 Ciências Biológicas e Médicas. 5ª ed. **Publicações Avulsas do Mamirauá**, Belém – PA, p. 361,
481 2007.

482

483 BARABÁSI, A-L.; OLTVAI, Z. N. Network biology: Understanding the cell's functional
484 organization. **Nature Reviews Genetics**, v. 5, n. 2, p. 101-113, 2004.

485

486 BARBOSA, D. C. A., J. L. H. ALVES, S. M. PRAZERES & A. M. A. PAIVA. Dados fenológicos
487 de 10 espécies arbóreas de uma área de Caatinga (Alagoinha - PE). **Acta Botanica Brasilica**, v. n.
488 2, p. 109-117, 1989. Suplemento 1.

489

490 BARBOSA, D. C. de A.; BARBOSA, M. C. de A.; LIMA, L. C. M. de. Fenologia de Espécies
491 Lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.) **Ecologia e**
492 **Conservação da Caatinga**, p. 657-693, 2003.

493

494 BRADSHAW, A. D. Unravelling phenotypic plasticity – why should we bother? **New Phytologist**,
495 v. 170, n.4, p. 644–648., 2006.

496

497 CALBO, M. E. R. C.; MORAES, J. A. P. V. de. Fotossíntese, condutância estomática, transpiração
498 e ajustamento osmótico de plantas de Buriti submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de**
499 **Fisiologia Vegetal**, v. 9, n. 2, 1997.

500

501 CAMARGO-RICALDE, S. L.; GREATHER, R. Germinación, dispersión y establecimiento de
502 plântulas de *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en México. **Revista de Biología Tropical**, v. 46, n.
503 3, p. 543-554, 1998.

504

505 CARLESSO, R.; SANTOS, R. F. Disponibilidade de água às plantas de milho em solos de
506 diferentes classes texturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n.1, p. 17-25,
507 1999.

508

509 CAVALCANTE, C. B. **Arquitetura de copas de espécies da Caatinga: um reflexo do estresse**
510 **hídrico na vegetação do semiárido brasileiro**. 2014. 45 f. Dissertação de Mestrado, Universidade
511 Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande, 2014.

512

513 CHOAT, B.; BALL, M.; LULY, J.; HOLTUM, J. Pit membrane porosity and water stress-induced
514 cavitation in four coexisting dry rainforest tree species. **Plant Physiology**, v. 131, n. 1, p. 41-48,
515 2003.

516

517 COHEN, M; DUQUÉ, G. Les deux visages du Sertão: stratégies paysannes face aux sécheresses
518 (Nordeste, Brésil). 1ª edição. **Collection à travers champs**, Paris, 308 p., 2001.

519

520 CRAWLEY, M. J. Plant ecology. **Blackwell Science**, Londres, 717 p., 1997. Disponível em:
521 <<http://www.amazon.com/Plant-Ecology-Mick-Crawley/dp/0632036397>>. Acesso em: 20 de
522 Março de 2014.

523 CRUIZIAT, P.; COCHARD, H.; AMÉGLIO, T. Hydraulic architecture of trees: main concepts and
524 results. **Annals of Forest Science**, v. 59, n. 7, p. 723-752, 2002.

525

526 DAMASCOS, M. A.; PRADO, C. H. B. A.; RONQUIM, C. C. Bud composition, branching
527 patterns and leaf phenology in cerrado woody species. **Annals of Botany**, v. 96, n. 6, p. 1075-1084,
528 2005.

529

530 DINIZ, M. C. M. M. **Desenvolvimento e rebrota da cunhã (*Clitoria ternatea* L.) sob estresse**
531 **hídrico, em associação com fungos micorrízicos – *Bradyrhizobium***. 1999, 78 f. Dissertação de
532 Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE, 1999.

533

534 EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Estudo de correlação de solos para
535 fins de classificação nas regiões do recôncavo baiano e microrregião de Irecê – Bahia. CUNHA, T.

536 J. F.; RIBEIRO, L. R.; SANTOS, H. G. dos; GOMES, I. A.; SANTOS, R. D. (Org.) **Embrapa**
537 **Solos**, Rio de Janeiro, 49 p., 2000.

538

539 FERRI, M. G. Transpiração de plantas permanentes dos “cerrados”. **Boletim da Faculdade de**
540 **Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, v. 4, p. 155-224, 1944.

541

542 FERRI M. G. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Estudo
543 comparativo da economia d’água na vegetação. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e**
544 **Letras da Universidade de São Paulo**, v. 12, p. 7-170, 1955.

545

546 GATSUK. E.; SMIRNOVA, O. V.; VORONTZOVA, L. I.; ZAUGOLNOVA. L. B.; ZHUKOVA,
547 L. A. Age states of plants of various growth forms: a review. **Journal of Ecology**, v. 68, p. 675-
548 696, 1980.

549

550 GODIN, C. Representing and encoding plant architecture: a review. **Annals of Forest Science**, v.
551 57, n. 5-6, p. 413-438, 2000.

552

553 GRIME, J. P.; MACKEY, J. M. I. The role of plasticity in resource capture by plants. **Evolutionary**
554 **Ecology**, v. 16, n. 3, p. 299-307, 2002.

555

556 HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. Tropical trees and forests: an architectural
557 analysis. **Springer-Verlag**, Berlim, 441 p., 1978.

558

559 JANSEN, S.; BAAS, P.; GASSON, P.; LENS, F.; SMETS, E. Variation in xylem structure from
560 tropics to tundra: evidence from vestured pits. **Proceedings of the National Academy of Sciences**
561 **of the USA**, v. 101, n. 23, p. 8833-8837, 2004.

562

563 JANSEN, S.; BAAS, P.; GASSON, P.; SMETS, E. Vestured pits: do they promote safer water
564 transport? **International Journal of Plant Science**, v. 164, n. 3, p. 405-413, 2003.

565

566 KNEITEL, J. M.; CHASE, J. M. Trade-offs in community ecology: linking spatial scales and
567 species coexistence. **Ecology Letters**, v. 7, n. 1, p. 69-80, 2004.

568

569 KRIEG, D. R. Stress tolerance mechanisms in above ground organs. In: Proceedings of the
570 Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stress. **INTSORMIL**, Nebraska, p. 65-79, 1993.

571

572 LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del bosque
573 universitário: el Caimital, Estado Barinas. **Revista Florestal Venezuelana**, v. 7, n. 10-11, p. 77-
574 119, 1964. Suplemento 1.

575

576 LENZA, E.; KLINK, C. A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido
577 restrito de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 627-638, 2006.

578

579 MACHADO, I. C. S.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. B. Phenology of caatinga species at
580 Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 29, n. 1, p. 57-68, 1997.

581

582 MARIANO, K. R.; BARRETO, L. S.; SILVA, H. B. A.; NEIVA, G. K. P.; AMORIM, S.
583 Fotossíntese e Tolerância Protoplasmática Foliar em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Submetida
584 ao Déficit Hídrico. **Revista Caatinga**, Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, Brasil,
585 v. 22, n. 1, p. 72-77, 2009.

586

587 MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA-JUNIOR, L. C. de; MORAIS, F. de;
588 MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. de. (Org.) CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto
589 cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Barra de
590 Santana, estado da Paraíba. **CPRM/PRODEEM**, Recife, 10 p., 2005.

591

592 MAYR, E. **O que é a evolução**. BIASI, R. S.; BIASI, S. C. (Trad.) Rio de Janeiro: Rocco, 341 p.,
593 2009.

594

595 McCREE, K.J.; FERNÁNDEZ, C.J. Simulation model for studying physiological water stress
596 responses of whole plants. **Crop Science**, Madison, v. 29, p. 353-360, 1989.

597

598 MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; ELLIOTT, E. T. Microclimate and nutrient dynamics in a
599 silvopastoral system of semiarid Northeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 56, p. 27-38, 2002.

600

601 MOREIRA, H. M. **Estudos fenológicos em um remanescente de caatinga no sertão paraibano**.
602 1966. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João
603 Pessoa –PB, 1996.

604

605 NOGUEIRA, R. J. M. C. N. **Expressões fisiológicas em aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.)**
606 **em condições adversas**. 1997, 207 f. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos
607 Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São
608 Carlos, 1997.
609
610 OLIVEIRA, A. F. M.; MEIRELLES, S. T.; SALATINO, A. Epicuticular waxes from caatinga and
611 cerrado species and their efficiency against water loss. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**,
612 v. 75, n. 4, p. 431-439, 2003.
613
614 PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger
615 climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, v. 4, p. 439-473, 2007.
616 PRADO, C. H. B. A., WENHUI, Z.; ROJAS, M. H. C., SOUZA, G. M. Seasonal leaf gas exchange
617 and water potential in a woody cerrado species community. **Brazilian Journal of Plant**
618 **Physiology**, v.16, n. 1, p. 7-16, 2004.
619
620 PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A. de; BARBOSA, M. R. de V.; SAMPAIO, E. V. S. B.
621 Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um
622 remanescente florestal no Agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 3, p. 357-369,
623 2002.
624
625 PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P. de; ARAÚJO, K. D. Composição florística e
626 fitossociológica de um fragmento de Caatinga em Monteiro, PB. **Holos**, v. 6, p. 73-87, 2013.
627
628 SAAB, I. N.; SHARP, R. E.; PRITCHARD, J.; VOETBERG, G. S. Increased endogenous abscisic
629 acid maintains primary root growth and inhibits shoot growth of maize seedlings at low water
630 potentials. **Plant Physiology**, v. 93, p. 1329–1336, 1990.
631
632 SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian caatinga. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY H.
633 A.; MEDINA, E. (Ed.), **Seasonally dry tropical forest**, Cambridge: Cambridge University Press,
634 p. 35-63, 1995.
635
636 SANTIAGO, A. M. P. **Aspectos do crescimento do sabiá (*Mimosa Caesalpinifolia* Benth.) em**
637 **função da disponibilidade de água no solo**. 2000, 64 f. Dissertação de Mestrado. Recife,
638 Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000.
639

640 SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit Hídrico e os Processos Morfológicos e Fisiológicos das
641 Plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p.
642 287-294, 1998.

643

644 SCHÖNHERR J. Resistance of plant surfaces to water loss: transport properties of cutin, suberin
645 and associated lipids. In: LANGE, O. L.; NOBEL, P. S.; OSMOND, C.B.; ZIEGLER H. (Ed.),
646 **Encyclopedia of plant physiology**, Springer, Berlim, v. 12B, p. 153-179, 1982.

647

648 SILVA, L. B. de; SANTOS, F. de A. R. dos; GASSON, P.; CUTLER, D. Estudo comparativo da
649 madeira de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae
650 Mimosoideae) na caatinga nordestina. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 301-314, 2011.

651

652 SOUZA, J. P.; PRADO, C. H. B. A.; ALBINO, A. L. S.; DAMASCOS, M. A. Shoot-foilage
653 relationships in deciduous, semideciduous, and evergreen cerrado tree species. **Brazilian Journal**
654 **of Plant Physiology**, v. 21, n. 1, p. 75-86, 2009a.

655

656 SOUZA, J. P.; PRADO, C. H. B. A.; DAMASCOS, M. A.; ALBINO, A. L. S. Influence of shoot
657 inclination on irradiance and morphophysiological leaf traits along shoots in cerrado trees with
658 distinct leaf deciduousness. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n. 4, p. 281-290, 2009b.

659

660 SOUZA, J. P.; PRADO, C. H. B. A.; ALBINO, A. L. S.; DAMASCOS, M^a. A.; SOUZA, G. M.
661 Network analysis of tree crowns distinguishes functional groups of Cerrado species. **Plant Ecology**,
662 v. 212, n. 1, p. 11-19, 2011.

663

664 SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. **Evolution**
665 **& Development**, v. 5, n. 1, p. 25-33, 2003.

666

667 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre, p. 449-484, 2004.

668

669 TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, E. J. L. **Fundamentos em Ecologia**. 2^a edição,
670 Artmed, Porto Alegre, 719 p., 2006.

671

672 TROVÃO, D. M. de B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A. de; NETO, J. D. Variações
673 sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia**
674 **Agrícola Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 307-311, 2007.

675

676 TROVÃO, D. M. de B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A. de; NETO, J. D., OLIVEIRA,
677 A. B.; QUEIROZ, J. A.. Avaliação do Potencial Hídrico de Espécies da Caatinga sob Diferentes
678 Níveis de Umidade no Solo. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 4, n. 02, 2004.

679

680 TROVÃO, D. M. de B. M.; FREIRE, A. M.; MELO, J. I. M. de. Florística e fitossociologia do
681 componente lenhoso da mata ciliar do riacho de bodocongó, semiárido paraibano. **Revista**
682 **Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 78-86, 2010.

683

684 VALLADARES, F.; ARRIETA, S.; ARANDA, I.; LORENZO, D.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, D.;
685 TENA, D.; SUÁREZ, F.; PARDOS, J. A. Shade tolerance, photoinhibition sensitivity and
686 phenotypic plasticity of *Ilex aquifolium* in continental Mediterranean sites. **Tree Physiology**, v. 25,
687 n. 8, p. 1041-1052, 2005.

688

689 VALLADARES, F.; SANCHEZ-GOMEZ, D.; ZAVALA, M. A. Quantitative estimation of
690 phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological
691 applications. **Journal of Ecology**, v. 94, n. 6, p. 1103-1116, 2006.

692

693 ZIMMERMANN, M. H. Hydraulic architecture of some diffuse-porous trees. **Canadian Journal of**
694 **Botany**, v. 56, n. 18, p. 2286-2295, 1978.

11. ANEXOS

Normas De Publicação da Revista *Árvore* – Brazilian Journal of Forest Science



Escopo e política

A Revista *Árvore* é um veículo de divulgação científica publicado pela Sociedade de Investigações Florestais – SIF (CNPJ 18.134.689/0001-80). Publica, bimestralmente, artigos originais de contribuição científica, no campo da Ciência Florestal, como: Meio Ambiente e Conservação da Natureza, Silvicultura, Utilização de Produtos Florestais e Manejo Florestal.

Os artigos submetidos à publicação na Revista *Árvore* são avaliados inicialmente pelo Editor Executivo, que verificará se encontram de acordo com as normas de submissão. Caso estejam de acordo, os artigos serão enviados aos Editores de Seção, que avaliam se enquadram no escopo da Revista *Árvore* e se apresentam mérito para publicação.

Depois de os manuscritos terem sido analisados pelos editores, eles poderão ser devolvidos ao(s) autor(es) para adequações às normas da Revista ou, simplesmente, negados por falta de mérito ou escopo. Quando aprovado pelos editores, o manuscrito será encaminhado para três avaliadores, que emitirão pareceres científicos. Caberá ao(s) autor(es) atender às sugestões e recomendações dos avaliadores; caso não possa(m) atender na sua totalidade, deverá(ão) justificar ao Comitê/Equipe Editorial da Revista. Após as correções, os artigos podem retornar aos avaliadores para emissão do parecer final. Logo após, o manuscrito passará pela reunião do Comitê/Equipe Editorial, sendo aprovado, descartado ou retornado ao(s) autor(es) para mais correções. Uma vez aceito, o trabalho é encaminhado para revisão de texto e de referências. Após diagramação, o texto é submetido a correções finais pelos autores e avaliação final pelo Comitê/Equipe Editorial.

Os manuscritos submetidos à Revista devem contribuir para o avanço do conhecimento científico e não terem sido publicados ou encaminhados simultaneamente para outro periódico com a mesma finalidade. Serão recebidos para análise manuscritos escritos em português, inglês ou espanhol considerando-se que a redação deve estar de acordo com a lexicologia e a sintaxe do

idioma escolhido. A objetividade é o princípio básico para a elaboração dos manuscritos, resultando em artigos de acordo com os limites estabelecidos pela Revista.

Política editorial

Manter elevada conduta ética em relação à publicação e seus colaboradores; rigor com a qualidade dos artigos científicos a serem publicados; selecionar revisores capacitados e ecléticos com educação ética e respeito profissional aos autores e ser imparcial nos processos decisórios, procurando fazer críticas sempre construtivas e profissionais.

Público Alvo

Comunidade, nacional e internacional, de professores, pesquisadores, estudantes de pós-graduação e profissionais dos setores públicos e privado da área de Ciência Florestal.

Forma e preparação de manuscritos

- O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade desta revista e não representam necessariamente as opiniões da Sociedade de Investigações Florestais (SIF), sendo o autor do artigo responsável pelo conteúdo científico do mesmo.
- Ao submeter um artigo, o(s) autor(es) deve(m) concordar(em) que seu copyright seja transferido à Sociedade de Investigações Florestais - SIF, se e quando o artigo for aceito para publicação.

Primeira Etapa (exigida para submissão do Manuscrito)

Submeter os artigos somente em formatos compatíveis com Microsoft-Word. O sistema aceita arquivos até 10MB de tamanho.

O Manuscrito deverá apresentar as seguintes características: espaço 1,5; papel A4 (210 x 297 mm), enumerando-se todas as páginas e as linhas do texto, páginas com margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5 cm; fonte Times New Roman 12; e conter no máximo 16 laudas, incluindo tabelas e figuras. Tabelas e figuras devem ser limitadas a 5 no conjunto.

Na primeira página deverá conter o título do manuscrito, o resumo e as três (3) Palavras-Chaves.

Não se menciona os nomes dos autores e o rodapé com as informações, para evitar a identificação dos mesmos pelos avaliadores.

Nos Manuscritos em português, os títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos também em inglês; e Manuscritos em espanhol ou em inglês, os títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos também em português. As tabelas e as figuras devem ser apresentadas ao final do texto, numeradas com algarismos arábicos consecutivos junto às legendas, e sua localização aproximada deve ser indicada no texto com uma chamada entre dois parágrafos: Entra Figura 1; Entra Tabela 3. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior antecédidos da palavra Figura mais o seu número de ordem. Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecédidos da palavra tabela seguida do seu número de ordem. Na figura, a fonte (Fonte:) deve aparecer na parte superior, na tabela, na parte inferior. As figuras deverão estar exclusivamente em tons de cinza e, no caso de coloridas, será cobrada a importância de R\$100,00/página, para versão impressa.

Forma dos manuscritos

O Manuscrito em PORTUGUÊS deverá seguir a seguinte sequência: TÍTULO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave não incluindo palavras do título); TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords não incluindo palavras do título); 1. INTRODUÇÃO (incluindo revisão de literatura e o objetivo); 2. MATERIAL E MÉTODOS; 3. RESULTADOS; 4. DISCUSSÃO; 5. CONCLUSÃO; 6. AGRADECIMENTOS (se for o caso) e 7. REFERÊNCIAS (alinhadas à esquerda e somente as citadas no texto).

O manuscrito em INGLÊS deverá obedecer à seguinte sequência: TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords não incluindo palavras do título); TÍTULO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave não incluindo palavras do título); 1. INTRODUCTION (incluindo revisão de literatura e o objetivo); 2. MATERIAL AND METHODS, 3. RESULTS; 4. DISCUSSION; 5. CONCLUSION; 6. ACKNOWLEDGEMENT (se for o caso) e 7. REFERENCES (alinhadas à esquerda e somente as citadas no texto).

O manuscrito em ESPANHOL deverá obedecer à seguinte sequência: TÍTULO em espanhol; RESUMEN (seguido de Palabras-clave não incluindo palavras do título); TÍTULO do manuscrito em Português; RESUMO em Português (seguido de palavras-chave não incluindo palavras do título); 1. INTRODUCCIÓN (incluindo revisão de literatura e objetivo); 2. MATERIALES Y METODOS; 3. RESULTADOS; 4. DISCUSIÓN; 5. CONCLUSIÓN; 6.

RECONOCIMIENTO (se for o caso) e 7. REFERENCIAS (alinhadas à esquerda e somente as citadas no texto).

No caso das línguas estrangeiras, será necessária a declaração de revisão lingüística de um especialista.

Os subtítulos, quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecidos de dois números arábicos colocados em posição de início de parágrafo.

No texto, a citação de referências bibliográficas deverá ser feita da seguinte forma: colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, em maiúsculas, seguido do ano separado por vírgula. As referências bibliográficas utilizadas deverão ser preferencialmente de periódicos nacionais ou internacionais de níveis A/B do Qualis. A Revista *Árvore* adota as normas vigentes da ABNT 2002 - NBR 6023.

Não se usa "et al." em itálico e o "&" deverá ser substituído pelo "e" entre os autores.

A Introdução deve ser curta, definindo o problema estudado, sintetizando sua importância e destacando as lacunas do conhecimento (“estado da arte”) que serão abordadas no artigo. Os Métodos empregados a população estudada, a fonte de dados e critérios de seleção, dentre outros, devem ser descritos de forma compreensiva e completa, mas sem prolixidade. A seção de Resultados devem se limitar a descrever os resultados encontrados sem incluir interpretações/comparações. O texto deve complementar e não repetir o que está descrito em tabelas e figuras. A Discussão deve começar apreciando as limitações do estudo (quando for o caso), seguida da comparação com a literatura e da interpretação dos autores, extraindo as conclusões e indicando os caminhos para novas pesquisas. O resumo deverá ser do tipo informativo, expondo os pontos relevantes do texto relacionados com os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma seqüência corrente de frases e conter, no máximo, 250 palavras. (ABNT-6028).

Para submeter um Manuscrito à Revista, o(s) autor(es) deverá(ão) entrar no site <www.revistaarvore.ufv.br> e clicar no link “Submissão de Artigos”.

Copyright

Ao submeter um artigo, o(s) autor(es) deve(m) concordar(em) que seu copyright seja transferido à Sociedade de Investigações Florestais - SIF, se e quando o artigo for aceito para publicação.

O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade desta revista e não representam necessariamente as opiniões da Sociedade de Investigações Florestais (SIF), sendo o autor do artigo responsável pelo conteúdo científico do mesmo.