



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I CAMPINA GRANDE PB
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO LICENCIATURA E BACHARELADO EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS

RAYANE REINALDO SANTIAGO

ATRIBUTOS FOLIARES COMO FERRAMENTA DE IDENTIFICAÇÃO DE
GRUPOS FUNCIONAIS DA CAATINGA

CAMPINA GRANDE – PB

2013

RAYANE REINALDO SANTIAGO

**ATRIBUTOS FOLIARES COMO FERRAMENTA NA IDENTIFICAÇÃO DE
GRUPOS FUNCIONAIS DA CAATINGA**

Artigo monográfico apresentado ao Curso de Graduação Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel/Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Dr^a Dilma Maria de Brito Melo
Trovão
Coorientador: MSc. Álvaro Manassés de Lima
e Silva

**CAMPINA GRANDE – PB
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

S235a Santiago, Rayane Reinaldo.
Atributos foliares como ferramenta de identificação
de grupos funcionais da caatinga [manuscrito] / Rayane
Reinaldo Santiago. – 2013.
28 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da
Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
2013.

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

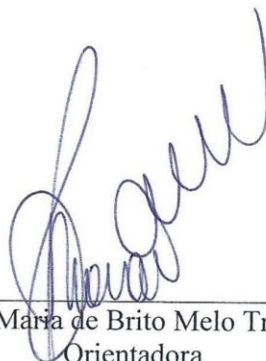
1. Caatinga. 2. Vegetação. 3. Botânica. 4. Tipos
funcionais. I. Título.

CDD 21. ed. 582.16

RAYANE REINALDO SANTIAGO

ATRIBUTOS FOLIARES COMO FERRAMENTA NA IDENTIFICAÇÃO DE
GRUPOS FUNCIONAIS DA CAATINGA

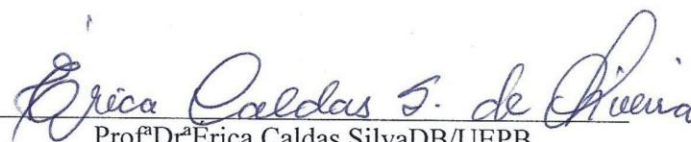
Aprovada em 27/08/2013.



Profª Drª Dilma Maria de Brito Melo Trovão DB/UEPB
Orientadora



Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes DB/UEPB
Examinador



Profª Drª Erica Caldas Silva DB/UEPB
Examinadora

ATRIBUTOS FOLIARES COMO FERRAMENTA DE IDENTIFICAÇÃO DE GRUPOS FUNCIONAIS DA CAATINGA

SANTIAGO, Rayane Reinaldo¹; TROVÃO, Dilma Maria de Brito Melo

RESUMO

A identificação de tipos funcionais de plantas (TFPs) vem revelando as respostas da vegetação frente às mudanças ambientais. O êxito das espécies vegetais em ambientes que vem sofrendo modificações depende das características estruturais dos seus órgãos vegetativos. A folha, um órgão primário de síntese, apresenta maior plasticidade e responde mais estruturalmente às variações impostas pelo meio. O objetivo deste trabalho foi conhecer os atributos foliares de espécies vegetais da caatinga que possam ser utilizados na identificação de TFPs nessa vegetação. O estudo foi realizado entre outubro de 2011 a março de 2012 na Fazenda Vereda Grande e Fazenda Pocinho ambas localizadas em Barra de Santana-PB e no Laboratório de Botânica do Campus I UEPB. Foram coletadas dez folhas de dez indivíduos de *Allophylus* sp., *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Bauhinia cheilantha*, *Commiphora leptophloeos*, *Croton blanchetianus*, *Cynophalla flexuosa*, *Jatropha mollissima*, *Libidibia ferrea*, *Manihot glaziovii*, *Mimosa tenuiflora*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Myracrodruon urundeuva*, *Piptadenia stipulacea*, *Poincianella pyramidalis*, *Pseudobombax marginatum*, *Sapium glandulosum*, *Schinopsis brasiliensis*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Spondias tuberosa*, *Tabebuia aurea* e *Ziziphus joazeiro* sendo medidas a área foliar (AF), massa seca foliar (MSF), massa específica foliar (MEF) espessura foliar (EF) e área específica foliar (AEF). Os dados obtidos foram transformados e normalizados. Formaram-se grupos através da análise de cluster com distância euclidiana e agrupamento de Ward. Identificou-se três grupos (G): G(1) elevada AEF, AF e baixa EF; G(2) baixa MSF; G(3) elevada MFE, EF baixa AF, AEF. Dentre todos os grupos formados a espécie *A. colubrina* do G(1) obteve os maiores valores em AEF e AF, portanto isso contribui para uma maior eficiência fotossintética com um rápido crescimento da planta, mas uma menor defesa. Os atributos foliares estudados formaram grupos que refletem diferentes estratégias de sobrevivência das plantas às variações na disponibilidade de recursos e as perturbações ao ambiente de caatinga, apontando assim possíveis TFPs.

PALAVRAS-CHAVE: *Anadenanthera colubrina*. Área específica foliar. Área foliar. Tipos funcionais.

¹SANTIAGO, R. R. Atributos foliares como ferramenta na identificação de grupos funcionais da caatinga. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Curso Ciências Biológicas. CCBS/UEPB, Campina Grande-PB, 2013. rayanebiologa@gmail.com.

ATTRIBUTES LEAF AS A TOOL FOR IDENTIFICATION OF FUNCTIONAL GROUPS OF CAATINGA

ABSTRACT

The identification of plant functional types (PFTs) has revealed the vegetation responses to environmental changes ahead. The success of plant species in environments undergoing extensive modifications depends on the structural characteristics of their vegetative organs. The leaf, an organ of primary synthesis has greater plasticity and responds more structurally to variations imposed by the environment. The objective of this paper was to leaf traits of plant species of the savanna that can be used to identify PFTs this vegetation. The study was conducted between October 2011 and March 2012 in Vereda Grande Farm and Farm Pocinho both located in Barra de Santana-PB and Botany Lab Campus I UEPB. We collected ten sheets of ten individuals *Allophylus* sp., *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Bauhinia cheilantha*, *Commiphora leptophloeos*, *Croton blanchetianus*, *Cynophalla flexuosa*, *Jatropha mollissima*, *Libidibia ferrea*, *Manihot glaziovii*, *Mimosa tenuiflora*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Myracrodruon urundeuva*, *Piptadenia stipulacea*, *Poincianella pyramidalis*, *Pseudobombax marginatum*, *Sapium glandulosum*, *Schinopsis brasiliensis*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Spondias tuberosa*, *Tabebuia aurea* and *Ziziphus joazeiro* being measured leaf area (LA), leaf dry mass (MSF), specific leaf mass (MEF) leaf thickness (EF) and specific leaf area (AEF). The data were processed and normalized. Groups formed by cluster analysis with Euclidean distance and Ward's clustering. We identified three groups (G): G(1) high AEF, AF and low EF, G (2) low MSF, G(3) MFE high, low EF AF, AEF. Among all the groups formed the species *A. colubrina* the G(1) had the highest values in AEF and AF, so it contributes to greater photosynthetic efficiency with a fast growing plant, but a lower defense. The leaf traits studied formed groups that reflect different survival strategies of plants to variations in resource availability and disturbance to the environment caatinga, thus pointing to possible PFTs.

KEYWORDS: *Anadenanthera colubrina*. Specific leaf area. Leaf area. Functional types.

1. INTRODUÇÃO

Preocupações atuais dos ecólogos estão relacionadas ao efeito das mudanças climáticas na vegetação (VISSER; BOTH, 2005). Muitos estudos têm sido realizados para avaliar-se tal efeito (DÍAZ et al., 1998). Dentre estes, a identificação dos Tipos Funcionais de Plantas (TFPs), tem recebido destaque especial (SMITH et al., 1997), pois, sintetiza o papel das espécies vegetais e sua atuação em processos ecossistêmicos, além da sua função perante diferentes respostas às mudanças ambientais.

De acordo com Woodward e Kelly (1997), a classificação funcional de plantas permite reunir grupos de espécies que respondem similarmente aos fatores bióticos e abióticos, independente de relações filogenéticas e taxonômicas.

Trovão et al. (2007), descreveram que na Região semiárida brasileira, normalmente, a vegetação está condicionada ao déficit hídrico relacionado à seca, em decorrência da irregularidade das chuvas; analisando-se este fator percebe-se que não é apenas a precipitação que provoca o déficit hídrico mas, também a associação a outros fatores característicos da região, como altas temperaturas associadas à alta intensidade luminosa, que provocam uma demanda evaporativa alta e conseqüente dessecação do solo.

O êxito das espécies nesses ambientes depende das características estruturais dos seus órgãos vegetativos, as quais permitem a manutenção dos processos fisiológicos vitais (BOEGER; GLUZEZAK, 2006). Dentre eles, a folha, por ser o órgão primário de síntese, é o que apresenta maior plasticidade e o que mais responde, estruturalmente, às variações impostas pelo meio (SMITH et al., 1997) e a plasticidade é de grande relevância para plantas que estão estabelecidas em locais com variações de precipitação e temperatura, como observa-se na vegetação de caatinga.

Em ambientes com condições adversas, como a caatinga, os vegetais minimizam os efeitos danosos das condições estressantes, através de ajustes estruturais e funcionais (VOLTAN et al., 1992; SANTIAGO et al., 2001). Entre os ajustes funcionais das folhas, encontramos o maior espessamento da lâmina foliar, redução da área da lâmina, espessamento da cutícula (PYYKKO, 1966) os quais se mostram como estratégias de sucesso para as plantas que permanecem nesses ambientes (LEE et al., 1988).

Nesse contexto, e considerando a contínua submissão de vegetação de caatinga, característica do semiárido brasileiro, às variações na disponibilidade de recursos como também, as perturbações ao seu ambiente, objetivou-se testar os atributos foliares de espécies vegetais que possam ser utilizados na identificação de TFPs condicionados e formados a partir dessas restrições ambientais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tipos funcionais de plantas

Segundo Gitay e Noble (1997), o termo “tipo funcional” surgiu a partir do conceito de guilda. A definição do termo guilda por Root (1967) *apud* Smith et. al (1997), diz que “grupo de espécies que exploram a mesma classe de recursos ambientais de uma forma semelhante”. Weiher et al. (1999), propõe uma lista de características que podem ser observadas para a determinação de TFPs, bem como, uma metodologia padronizada na coleta de informações. Autores como McIntyre et al. (1999); Weiher et al. (1999) e Cornelissen et al. (2003), ressaltaram que, quando se estuda TFPs o desejável é um conjunto de características que sejam facilmente medidas e de baixo custo para coletar, entretanto, de grande importância para a determinação de tais TFPs.

Definições postas ainda por Gitay e Noble (1997) sobre tipos funcionais de plantas, disseram que, são grupamentos não filogenéticos de espécies que apresentam similar função no ecossistema baseando-se num conjunto comum de atributos biológicos. Já a definição dada por Jackson et. al (1997) propõe que, a relação de contribuição da espécie nos processos do ecossistema, como ciclagem de água e carbono, ou a resposta de espécies a mudanças nas variáveis ambientais, como variável climática ou distúrbio. Shugart (1997) simplifica mais o conceito, e define tipos funcionais de plantas como um conjunto de características e funções das plantas que responde similarmente aos múltiplos fatores ambientais.

Diante de várias definições de TFPs, Semenova e Van der Maarel (2000), destacam as classificações onde as características (atributos) são agrupadas de acordo com seu presumível papel na adaptação das plantas em certas situações ambientais, portanto, dando ênfase a relação entre características e limitações ambientais. Esses autores ainda afirmam que, a identificação dos tipos funcionais de plantas em diferentes ecossistemas do mundo pode ser útil em diversos aspectos, como por exemplo, na caracterização de uma comunidade vegetal em termos de sua estrutura e funcionamento.

Pillar e Sosinski (2003) definem TFPs, como um grupo de plantas que, independente da filogenia, são similares em um dado conjunto de atributos e similares em sua associação com certas variáveis. Estas variáveis podem ser fatores pelos quais as plantas respondem, como por exemplo, na caatinga, ao déficit hídrico, as altas intensidades luminosas, altas temperaturas e dos solos rasos.

Dentre as principais razões para se utilizar TFPs, Díaz et al. (1999) destacaram duas: a primeira se refere às características de plantas dominantes no ambiente que influenciam fortemente o funcionamento do ecossistema, e a segunda está relacionada à facilidade de comparação entre floras distintas. O uso de grupos funcionais podem ser úteis para entender as respostas da vegetação a variabilidade histórica ambiental e prever respostas da vegetação a mudanças ambientais sem a necessidade de conhecer informações detalhadas de cada espécie (REICH et al., 2003).

2.2 Folhas e seus atributos

Monteiro et al. (2005) asseguram que, entre os órgãos vegetativos das plantas, a folha, principal órgão fotossintético, destaca-se por sua elevada capacidade plástica, respondendo pela adaptação dos indivíduos aos mais diversos ambientes, através de modificações químicas, fisiológicas e morfológicas. Givnish (1984), afirma que a estrutura a ser desenvolvida pela folha está intimamente relacionada com o balanço entre o ganho de carbono via fotossíntese e a perda de água, via transpiração.

De acordo com Benincasa (2003), as folhas são os órgãos responsáveis pela produção de massa seca a partir da fotossíntese, dependendo as demais partes da planta, da exportação de fotoassimilados produzidos pelas mesmas.

Os caracteres morfofisiológicos foliares, ditos por Chagas et al. (2008), apresentam respostas rápidas durante o processo de aclimação, pois a folha é o órgão que responde mais facilmente às condições do ambiente e apresentam, geneticamente, uma amplitude de tolerância a essas variações que são capazes de promover respostas às mudanças no microambiente, sejam elas grandes ou pequenas, e nas plantas da caatinga não é diferente, pois apresentam em seus órgãos, exclusivamente em suas folhas adaptações fisiológicas às condições estressantes.

Chagas et al. (2008) continuam afirmando que, o conhecimento acerca da amplitude de tolerância das espécies vegetais, é restrito, visto que a resposta funcional da espécie é identificada por um grupo de características edafoclimáticas e não apenas por um único fator isolado; isto dificulta a identificação do fator ambiental que promove a variação na morfologia foliar. Variações na área foliar são descritas na literatura como determinantes nas alterações de taxas de evapotranspiração do ecossistema (DUNN; CONNOR, 1993; JAYASURIVA et al., 1993).

Segundo Wright et al. (2004), os principais atributos das folhas que são inter-relacionados são: 1) massa específica foliar (MEF), que é uma medida de investimento da massa seca foliar por unidade de área foliar; 2) área foliar (AF), expressa um *trade-off* entre ganho de carbono e transpiração por área foliar, sendo a área captadora de luz; 3) capacidade fotossintética, que mede a taxa fotossintética sob alta intensidade de luz e alta disponibilidade de água e CO₂; 4) nitrogênio foliar, que é integrante das proteínas do mecanismo fotossintético, e dentre tantos outros caracteres existentes nas folhas para a identificação dos TFPs.

Para o crescimento e a organização da lâmina foliar são caracteres influenciados, principalmente, pela intensidade luminosa (METCALFE; CHALK, 1983). Devido à sua capacidade plástica, as folhas respondem aos efeitos da luz alterando a espessura foliar (EF) e a área foliar (AF) (GOULET; BELLEFLEUR, 1986). A EF modifica a trajetória da radiação eletromagnética, sendo a refletância maior em folhas mais espessas e a transmitância maior em folhas com menor espessura da lâmina (PONZONI; DISPERATI, 1995).

Características como massa seca foliar (MSF), área foliar (AF) e espessura foliar (EF) são consideradas as principais indicadoras de taxa de crescimento dos vegetais e os ajustes dessas características podem ser considerados estratégias desenvolvidas para maximizar a eficiência do uso dos diferentes recursos pelas plantas como, por exemplo, luz e nutrientes (WILSON et al., 1999; VENDRAMINI et al., 2002).

A área específica foliar (AEF) é dada pelo quociente entre a área foliar total e a massa seca das folhas relata Dias Filho (1997). Segundo Kitajima (1996), esse parâmetro relaciona a superfície com a massa seca da própria folha, ou seja, é a área foliar por unidade de massa da folha. A AFE é o inverso da massa foliar específica MFE (WRIGHT et al., 2004).

A AFE é uma característica ecofisiológica importante, pois integra vários aspectos relacionados à estrutura e fisiologia da folha em resposta às variações do meio ambiente como a disponibilidade de água e de nutrientes no solo. Ela está relacionada à alocação de biomassa por unidade de área, à longevidade foliar e custo de construção das folhas, e pode ser utilizada para comparar possíveis estratégias adaptativas de espécies que coexistem em uma mesma comunidade (FRANCO et al., 2005).

2.3 Caatinga e Restrição hídrica

A configuração da cobertura vegetal dentro do território brasileiro, o Nordeste é um caso muito especial e particular. Ao contrário das demais regiões brasileiras, o Nordeste

apresenta uma variedade de ecossistemas em sua extensão territorial, desde encaves de cerrado até fragmentos da Mata Atlântica (SANTOS; MELO, 2010).

Uma formação vegetal particular, que segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010), cobre cerca de 10% do território nacional (área aproximada de 900.000 Km²) e 70% do território nordestino, é a caatinga que se caracteriza por ser uma vegetação xerófila, de fisionomia e florística variada (DRUMOND et al., 2000), apesar da grande abrangência a ela proporcionalmente é a menos estudada e menos protegida das composições florísticas brasileiras. Embora tão pouco estudada compõe-se de espécies vegetais de importância incontestável nas suas formações (SANTOS; MELO, 2010).

Na última década passou-se a estudar este tipo vegetacional mais detalhadamente e ainda hoje pouco se conhece das suas potencialidades. Para Pereira (2002), o estudo dos remanescentes vegetacionais que ainda apresentam boas condições de conservação é fundamental ao seu planejamento de uso e a sua exploração sustentada.

Coincidem em suas opiniões e estabelecem um conjunto de características que a definem de forma mais precisa, Alves e Pinheiro (2007) argumentam: “a caatinga é domínio predominante do semiárido, de clima quente e seco que, junto ao relevo e ao embasamento geológico, determina a configuração da cobertura vegetal”. Santos e Melo (2010), esta se constitui, especialmente, de espécies lenhosas e herbáceas, além de cactáceas e bromeliáceas, que apresentam mecanismos para conservação de reservas aquíferas na estação seca.

A região semiárida na Paraíba ocupa cerca de 70% do Estado (PARAIBA, 1997), e caracteriza-se, segundo Queiroz (2004), por apresentar predominantemente clima quente e seco, ocorrência de secas periódicas, baixa pluviosidade, alta temperatura média, alta taxa de luminosidade, grande volume de evaporação e evapotranspiração. Rodal et al. (2008) afirmam que sua variada cobertura vegetal está, em grande parte, determinada pelo relevo e embasamento geológico que, em suas múltiplas inter-relações, resultam em ambientes ecológicos bastante variados.

O Cariri Paraibano dito por Giulietti et al. (2004) é considerada como área de extrema importância biológica para a caatinga, devido a seu alto grau de pressão antrópica e significativa riqueza de espécies (OLIVEIRA et al., 2009).

De acordo com Barbosa (1998), um dos maiores problemas associados ao semiárido é o elevado grau de degradação ambiental. Esta é provocada principalmente pelo desmatamento destinado a ocupação de áreas com atividades agrícolas e de pecuária. Oliveira et al. (2009) afirmam que, o uso não planejado dos recursos oferecidos pela caatinga tem proporcionado a

fragmentação da sua cobertura vegetal, restringindo sua distribuição a remanescentes que podem ser considerados refúgios para a biodiversidade local.

Essa formação vegetacional está condicionada ao déficit hídrico relacionado à seca, em decorrência da irregularidade das chuvas ainda afirmam Oliveira et al. (2009) e continuando, analisa-se este fator, percebe que não é apenas a precipitação que provoca o déficit hídrico mas, também, a associação a outros fatores característicos da região, como altas temperaturas associadas à alta intensidade luminosa, que provocam uma demanda evaporativa alta e consequente dessecação do solo (TROVÃO et al., 2007).

A disponibilidade hídrica é o principal recurso limitante na caatinga, tanto pela variação na distribuição das chuvas, quanto pela restrição do período chuvoso concentrado entre três e cinco meses durante o ano (SAMPAIO, 1995). A irregularidade na distribuição das chuvas torna-se evidente pelo fato de que mesmo no período chuvoso, podem ocorrer estiagens. Adicionalmente, as altas temperaturas e luminosidade intensa, relativamente constantes ao longo do ano, também podem acarretar estresse para as espécies vegetais.

A escassez de água e a sazonalidade, segundo Snyder e Tartowski (2006), determinam-se por pulsos chuvosos seguidos por períodos secos variáveis, são os principais fatores que influenciam os organismos em regiões semiáridas. Nestes ambientes, a sobrevivência das plantas depende da combinação de características morfológicas, anatômicas e fisiológicas (FAHN; CUTLER, 1992) que se refletem na capacidade de absorver água, reduzir sua perda e suportar a desidratação.

Consequentemente, Singh e Kushwaha (2005), relatam que nas propriedades estruturais das florestas tropicais secas, a duração e sazonalidade do período seco selecionam adaptações associadas com evitar, resistir ou tolerar o estresse hídrico. Fatores ambientais como temperatura, radiação, disponibilidade de água e umidade atmosférica desempenham papel importante na evolução adaptativa das plantas, (FAHN; CUTLER, 1992).

De fato, uma estratégia muito comum na caatinga e em outras florestas secas sazonais é a deciduidade, ou seja, a capacidade de fazer cair às folhas para enfrentar o período seco, não necessitando de grandes adaptações morfológicas nas folhas para sobreviver ao período seco (Eamus, 1999).

Autores como, Burrows (2001); Fahmy (1997); Fahn e Cutler (1992) e Rotondi et al. (2003) afirmam que em ambientes áridos e semiáridos, algumas características morfológicas dos vegetais são consideradas adaptativas, tais como: a redução da relação entre superfície e volume, cutícula e paredes periclinais externas das células epidérmicas espessadas; presença de ceras; indumento denso; estômatos protegidos; calotas de esclerênquima; tecidos

armazenadores de água; parênquima paliçádico bem desenvolvido e idioblastos com compostos fenólicos e cristais.

Alguns trabalhos avaliando dados em plantas de caatinga foram realizados por Nogueira et al. (1998) e Campos (1991). Níveis menos negativos de potencial hídrico refletem disponibilidade de água no solo ou adaptações bem sucedidas às condições estressantes. Conhecendo-se as variações no potencial hídrico de algumas das espécies vegetais que compõem a caatinga, Oliveira et al. (2009) afirmam que, pode-se analisar as possíveis adaptações relacionadas a este fator e avaliar a sua influência em outros fatores fisiológicos.

Os efeitos do déficit hídrico, bem precisamente em plantas da caatinga causam preocupações, pois afetam todos os estádios de desenvolvimento delas, tais como: germinação das sementes, estabelecimento e sobrevivência de plântulas, produtividade, vigor, habilidades de competição e reprodução afirmam Cavalcante et al. (2009). Algumas espécies apresentam sinais visíveis de déficit hídrico, como murchamento, e enrolamento das folhas, afirmam (BARRETO; BARBOSA, 2001).

A maneira como o déficit hídrico se desenvolve na planta é bastante complexa, pois afeta praticamente todos os aspectos de crescimento, incluindo modificações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (BEZERRA et al., 2003). A característica principal nas relações de água na planta é o balanço interno de água, pois este controla os processos fisiológicos, a quantidade e a qualidade do crescimento.

Segundo Cavalcante et al. (2009) afirmam ainda, que o déficit hídrico tem efeito em diversos processos fisiológicos das plantas, visto que o estresse geralmente aumenta a resistência difusiva ao vapor de água mediante o fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, o suprimento de CO₂ para a fotossíntese. Muitos desses efeitos refletem nos mecanismos de adaptação das plantas ao ambiente (NOGUEIRA; SANTOS, 2000). Quando a ocorrência do déficit hídrico é rápida, (CAVALCANTE et al., 2009) como as ocorrentes em caatinga, os mecanismos morfofisiológicos são severamente afetados e as plantas necessitam adaptar-se de forma rápida à nova situação.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado entre outubro de 2011 a março de 2012 na Fazenda Vereda Grande (7° 31,613' S, 36° 2,991' W) com altitude de 514 m, e na Fazenda Pocinho (07°

29,929' S, 35° 58,237' W) com altitude de 391 m, ambas situadas no município de Barra de Santana-PB e no Laboratório de Botânica do Campus I da UEPB. As áreas das Fazendas estão inseridas na microrregião do Cariri Oriental, mesorregião Borborema (AESAs, 2011).

As variações de temperatura atingem mínimas mensais de 18 a 22 °C entre os meses de julho e agosto, e máximas mensais de 28 a 31 °C entre os meses de novembro e dezembro. A umidade relativa do ar alcança uma média mensal de 60 a 75%, observando-se que os valores máximos ocorrem, geralmente, no mês de junho e os mínimos no mês de dezembro (BIOCLIM, 2011).

A vegetação predominante é caatinga, do tipo savana estépica-TP (IBGE, 2004). O relevo da região encontra-se inserido na escarpa sudoeste do Planalto da Borborema, apresentam-se com os níveis mais altos superiores a 600 metros em um relevo ondulado, forte ondulado e em algumas áreas também montanhoso (PARAÍBA, 2007) (Figuras 1 e 2).

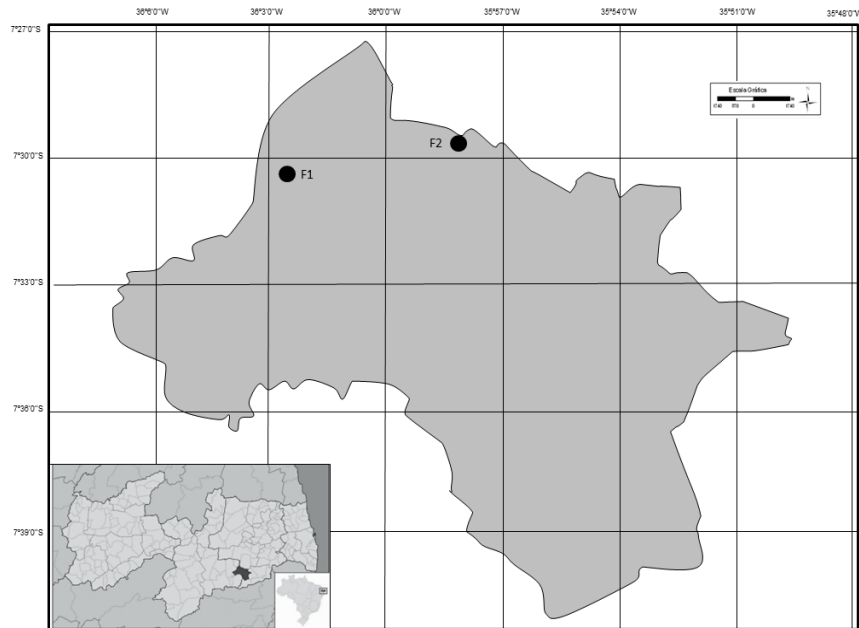


Figura 1. Mapa do município de Barra de Santana-PB destacando-se os pontos de coleta. F1 = Fazenda Vereda Grande; F2 = Fazenda Pocinho. Fonte: SILVA, A. M. L., (2012).



Figura 2. Foto da fitofisionomia geral das áreas de coleta. **A.** Fazenda Vereda Grande; **B.** Fazenda Pocinho. Fotos: SILVA, A. M. L., (2012).

3.2 Espécies estudadas

As espécies estudadas são vegetais do porte arbustivo e arbóreo presentes na região semiárida nordestina, já constatada por estudos pretéritos (BARBOSA et al., 2007; TROVÃO et al., 2004, 2007; ANDRADE et al., 2005). Baseados nesses levantamentos foram

selecionados 22 espécies comuns em estudos nas fisionomias da região e ocorrentes nas áreas de estudos. A lista das espécies selecionadas está disponível na Tabela 1.

Tabela 1. Lista com 22 espécies selecionadas nas duas áreas no município de Barra de Santana-PB para o estudo dos seus atributos foliares.

Família	Espécie	Nome popular
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	aroeira
	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	braúna do sertão
	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda.	umbuzeiro
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	pereiro
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. e Hook.f. ex S. Moore	caibreira
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	umburana
Capparaceae	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	feijão bravo
Euphorbiaceae	<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	marmeleiro
	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	pinhão bravo
	<i>Manihot glaziovii</i> Muell. Arg.	maniçoba
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	burra leiteira
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico
	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	pata de vaca
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz	jucá
	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	jurema preta
	<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	jurema embira

Continua

Continuação		
Família	Espécie	Nome popular
	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	jurema branca
	<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L. P. Queiroz	catingueira
Malvaceae	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil.) A. Robyns	embiratanha
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	juazeiro
Sapindaceae	<i>Allophylus</i> sp.	estaladeira
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. e Schult.) T. D. Penn.	quixabeira

3.3 Atributos Foliares

As coletas foram realizadas no período chuvoso, quando as folhas encontravam-se plenamente expandidas para a realização das medidas. Caso as medidas fossem realizadas durante a estação seca, as folhas estariam senescentes ou mesmo ausentes em algumas espécies, o que causaria uma distorção dos resultados.

Foram coletadas dez folhas de dez indivíduos de cada espécie para a determinação da área foliar (AF), do conteúdo de massa seca foliar (MSF), massa específica foliar (MEF) e espessura foliar (EF). Dividindo-se o peso seco (g) pela área foliar (m²), obtém-se a MEF (ROSADO, 2006). A área específica foliar (AEF) é dada pelo quociente entre a área foliar total e a massa seca das folhas, relata Dias Filho (1997). As folhas plenamente expandidas na face norte, no terço medial da copa foram usadas na medição desses atributos. A espessura das folhas foi mensurada com um paquímetro digital, tomando cuidado para não atingir a nervura central assim como a de não exercer pressão demasiada sobre a folha a ponto de danificá-la. Posteriormente, as folhas foram armazenadas em sacos de papel e colocadas em estufa à temperatura de 60°C por no mínimo 78h, até estabilizar o peso seco. Em seguida, as folhas foram pesadas, obtendo-se assim a matéria seca. A área foliar (AF) foi medida com o auxílio de fotos digitais com resolução de 1600x1200, sendo colocadas sobre um quadro branco, prensadas com um vidro e fotografadas, junto a elas, foi posta uma graduação em centímetros. As fotos foram analisadas utilizando-se o programa IMAGEJ.

3.4 Análises estatísticas

Foi realizado o teste de normalidade dos dados conforme o teste de Shapiro-Wilk, considerado o teste mais indicado entre os testes de normalidade (HAMMER, HARPER; RYAN, 2001). Ao se verificar que os dados não foram normais, os dados foram transformados em raiz quadrada, uma vez que esta é uma das transformações mais capazes de encaixar os dados numa curva normal (HAMMER HARPER; RYAN, 2001). Posteriormente, as variáveis foram normalizadas a fim de tornar os dados em diferentes unidades, comparáveis (GOTELLI; ELLISON, 2010). Esses procedimentos foram realizados no software programa PRIMER 6.0 com PERMANOVA (CLARKE; GORLEY, 2006).

Em seguida, foi realizado um cluster usando-se distância euclidiana no método de Ward para melhor visualizar como as espécies estavam agrupadas sendo tal análise realizada pelo programa PAleontological STatistics (PAST 2.16) (HAMMER, HARPER; RYAN, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie que apresentou valores mais elevados de AEF e os mais baixos em MFE foi a *Anadenanthera colubrina*. Outra espécie que também chamou atenção foi a *Jatropha mollissima*, com o mais alto valor de MSF. Valores mais baixos de MSF foram encontrados em *Piptadenia stipulacea* e valores mais alto em EF e mais baixos em AEF foram vistos em *Cynophalla flexuosa*. Por fim, os valores mais elevados em MFE e menores em AF foram determinados em *Sideroxylon obtusifolium* (Tabela 2).

Na Análise de cluster com distância euclidiana usando-se o método de agrupamento de Ward identificou-se três grupos, sendo o ponto de corte definido em 4,7. Foram identificados 3 grupos: G(1) elevada AEF, AF e baixa EF; G(2) baixa MSF; G(3) elevada MFE, EF baixa AF, AEF (Figura 3).

Tabela 2. Valores transformados dos atributos foliares (MSF, AF, MEF, AEF, EF), das 22 espécies vegetais amostradas em Barra de Santana-PB. MSF = massa seca foliar; AF = área foliar; MEF = massa específica foliar; AEF = área específica foliar; EF = espessura foliar.

Família	Espécie	Nome popular	MSF	AF	MEF	AEF	EF	Grupo
Fabaceae	<i>A. colubrina</i>	angico	-1,191	2,410	-1,911	2,970	-1,347	1
Euphorbiaceae	<i>M. glaziovii</i>	maniçoba	1,031	1,528	-0,864	0,821	-1,339	1
Fabaceae	<i>P. pyramidalis</i>	catingueira	1,267	1,150	-0,124	-0,018	-1,330	1
Euphorbiaceae	<i>J. mollissima</i>	pinhão bravo	2,107	2,242	-0,198	-0,018	-1,300	1
Sapindaceae	<i>Allophylus</i> sp.	estaladeira	-1,215	-0,295	-0,381	0,111	0,186	2
Anacardiaceae	<i>S. tuberosa</i>	umbuzeiro	-0,185	-0,131	-1,473	1,629	1,017	2
Fabaceae	<i>P. stipulacea</i>	jurema branca	-1,231	-0,869	-0,980	0,821	0,082	2
Euphorbiaceae	<i>S. glandulosum</i>	burra leiteira	-1,223	-0,596	-0,583	0,361	0,268	2
Fabaceae	<i>M. tenuiflora</i>	jurema preta	-1,226	-0,772	-0,374	0,111	0,236	2
Fabaceae	<i>M. ophthalmocentra</i>	jurema embira	-0,067	-0,330	-0,739	0,596	-1,335	2
Fabaceae	<i>B. cheilantha</i>	pata de vaca	0,412	0,242	-0,481	0,238	0,644	3
Rhamnaceae	<i>Z. joazeiro</i>	juazeiro	0,060	-0,515	0,034	-0,293	0,774	3
Malvaceae	<i>P. marginatum</i>	embiratanha	0,605	0,134	0,136	-0,293	0,569	3
Burseraceae	<i>C. leptophloeos</i>	umburana	-1,217	-0,402	-0,396	0,111	-1,312	3
Capparaceae	<i>C. flexuosa</i>	feijão bravo	0,430	-0,726	1,793	-1,481	1,356	3
Sapotaceae	<i>S. obtusifolium</i>	quixabeira	-1,229	-1,383	1,975	-1,279	0,128	3
Bignoniaceae	<i>T. aurea</i>	caibreira	1,110	-0,008	1,766	-1,279	1,272	3
Apocynaceae	<i>A. pyriformium</i>	pereiro	0,055	-0,638	0,569	-0,590	1,150	3
Euphorbiaceae	<i>C. blanchetianus</i>	marmeleiro	-0,086	-0,869	0,568	-0,748	1,041	3
Fabaceae	<i>L. ferrea</i>	jucá	1,110	0,493	0,662	-0,590	0,421	3
Anacardiaceae	<i>M. urundeuva</i>	aroeira	0,296	-0,366	0,464	-0,590	-1,337	3
Anacardiaceae	<i>S. brasiliensis</i>	braúna do sertão	0,387	-0,295	0,535	-0,590	0,151	3

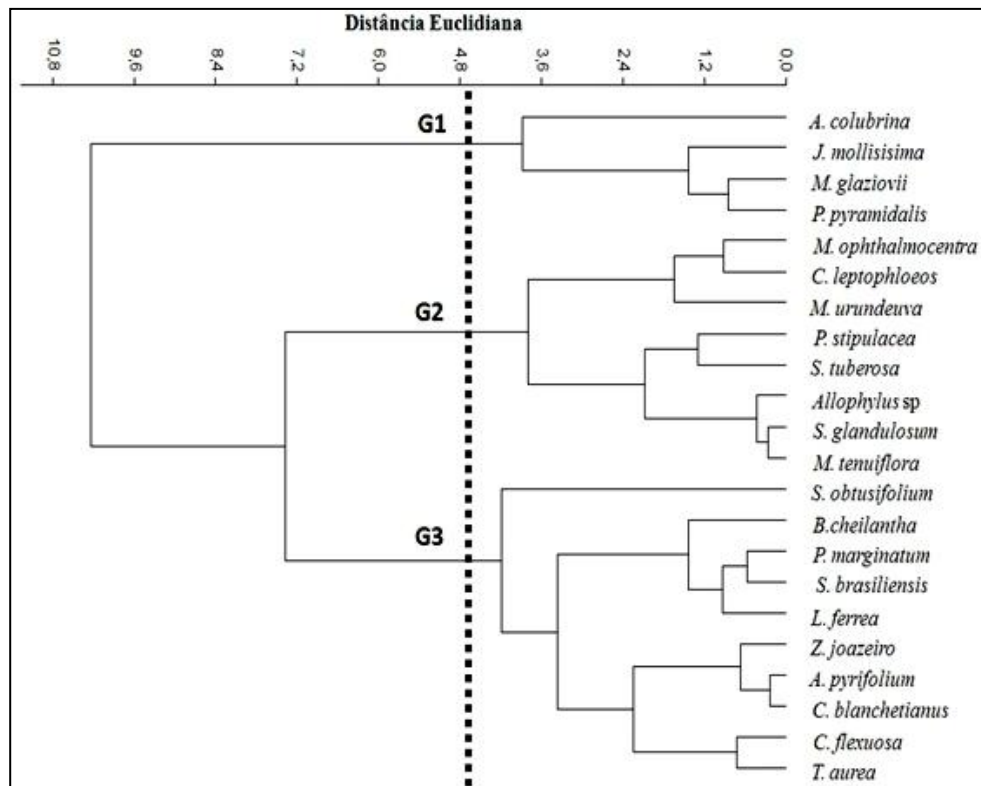


Figura 3. Análise de cluster (em dendograma) com distância euclidiana e agrupamento de Ward. O ponto de corte conforme a linha pontilhada foi em 4,7. A variação da análise dos caracteres morfológicos foliares permitiu a identificação de três Grupos Funcionais de Plantas (GFPs) G1, G2 e G3.

No primeiro grupo (G1), a característica mais marcante foi da espécie *A. colubrina*, que obteve os maiores valores em AEF e AF, possuindo folhas compostas bipinadas, ainda assim, o somatório da área dos folíolos foram maiores do que das espécies de folhas simples. Diferentemente encontrado por Givnish (1979), que afirmou que redução da área foliar ou a presença de folhas pinadas e bipinadas estão associadas à redução da temperatura interna, possibilitando uma maior velocidade na troca de calor entre as células do mesófilo e o ar atmosférico.

Segundo Hartley e Jones (1997), Eamus (1999), maiores AEF contribuem para que a planta cresça mais rápido, mas se defenda menos (e.g., menor esclerofilia). Um dos parâmetros morfológicos mais correlacionados com a AEF é a espessura da folha EF (WILSON et al., 1999). Folhas mais finas tendem a maiores AEF e folhas mais espessas tendem a menores AEF (LEÃO et al., 2009).

Souza et al. (2011) afirmam que AF é um dos principais componentes para que uma espécie vegetal tenha maior eficiência fotossintética e caracterizam-se por possuir folhas com maior área para absorção de luz; maior perda de água por transpiração.

Ainda nesse grupo, a espécie *J. mollissima* teve os maiores valores em MSF. Sabendo que, uma alta MSF se correlaciona com uma alta AF (WAHID, 2004). Essa espécie dentre outras estudadas, é considerada como espécie tipicamente pioneira em áreas de caatinga, e dependendo da situação das populações dessa espécie numa comunidade pode indicar o nível de impacto antrópico na área (CARVALHO; SOUZA; TROVÃO, 2011).

No segundo grupo (G2), teve como principal característica uma menor MSF, que observa-se na espécie *P. stipulacea*. De acordo ainda com Wahid (2004), quando as plantas se desenvolvem submetidas a estresses ambientais, elas apresentam modificações morfológicas, como redução na massa seca das folhas e conseqüentemente, da parte aérea. Uma baixa razão de massa foliar indica que mais massa foi distribuída para o caule e as raízes do que para os órgãos fotossintéticos, o que pode ser vantajoso para plantas expostas a altos níveis de irradiância, pois mais massa seca é alocada para as raízes, permitindo maior absorção de água e nutrientes, conforme observado por Claussen (1996).

O terceiro grupo (G3) teve como principal característica uma elevada MEF, sendo uma espécie que representa muito bem esse grupo devido à visualização extrema de suas características a *S. obtusifolium*. Tal espécie devido a elevada MEF é de crescimento lento, comumente encontradas em plantas que vivem sob condições de menor disponibilidade de recursos, como baixa disponibilidade de nutrientes (REICH et al., 1997; WRIGHT et al., 2004) e/ou menor disponibilidade hídrica.

Nesse último grupo, encontram-se espécies perenifólias (*Z. joazeiro* e *C. flexuosa*), decídua facultativa (*S. obtusifolium*) e deciduífólias de curta duração (*A. pyrifolium*, *C. blanchetianus*, *L. ferrea* e *T. aurea*) (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003; PAES et al., 2009; LIMA; RODAL, 2010). Tal fenologia é condizente com folhas alta MEF, que apresentam grande longevidade, baixa taxa metabólica e menor concentração de nutrientes, sendo mais resistentes à herbívoros se comparadas com folhas de baixa MEF (VENDRAMINI et al., 2002; WESTOBY; WRIGHT, 2006).

Altos valores de MEF também se relacionam a baixa fertilidade do solo (CORNELISSEN et al., 2003), pois as plantas que possuem folhas com alta MEF estão tipicamente distribuídas em áreas com solos distróficos. Segundo Wright et al. (2005) em locais mais quentes, secos e com maior radiação solar a MEF é maior. Por outro lado,

Cornelissen et al. (2003) dizem que, ambientes ricos em recursos tendem a ter uma menor MEF.

Outro atributo que também foi bastante significativo no G3, foi à alta EF em *C. flexuosa*. Folhas de espécies com uma maior longevidade foliar são mais espessas que as de espécies decíduas, têm cutícula espessa com textura coriácea e alta massa foliar específica (CORNELISSEN et al., 2003).

Embora não tenha sido realizada a análise da concentração de nutrientes nessas folhas, essas características geralmente estão associadas à baixa concentração de nitrogênio e fósforo e a maior eficiência no controle estomático durante a estação seca, apresentando uma menor taxa fotossintética por unidade de área foliar (MEDICI et al., 2007).

Ao comparar o tamanho dos grupos formados e as características que os ligam, o G1 (menor de todos) representam plantas com baixa EF, já nos G2 e G3 observa-se que são representados por plantas com baixa AF. Folhas pequenas (menor área foliar) podem ocorrer como consequência da compactação celular (menor espessura foliar) causada pela deficiência de nutrientes do solo, mas também como mecanismo de retenção de água, pois uma menor área foliar sofre menos perda de água por transpiração (SILVA et al., 2012). Espécies com essa característica geralmente apresentam uma taxa de retorno em fotoassimilados de forma mais rápida (VILE et al., 2005), permitindo a planta responder às variações espaciais de luz e recursos presentes no solo, como a própria disponibilidade de água (POOTER et al., 2009).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os atributos foliares estudados formaram grupos que refletem diferentes estratégias de sobrevivência das plantas às variações na disponibilidade de recursos e as perturbações ao ambiente de caatinga apontando assim possíveis Tipos Funcionais de Plantas (TFPs) nessa vegetação.

Sugerem-se estudos posteriores utilizando de outros atributos funcionais vegetais em áreas de caatinga, para a complementação dos resultados obtidos neste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2011. Disponível em: www.aesa.pb.gov.br, acessado em Julho de 2011.
- ALVES, M.; PINHEIRO, K. Espécies arbóreas de uma área de Caatinga no sertão de Pernambuco, Brasil: dados preliminares. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.426-428, 2007.
- ANDRADE, L. A. et al. 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**, v.11, n.3, p. 253-26, 2005.
- BARBOSA, C. B. Estabilidade de comunidades ribeirinhas no semiárido brasileiro. Dissertação (**Mestrado em Desenvolvimento e meio ambiente**) – UFPB, João Pessoa. 124 f. 1998.
- BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA, L. C. M. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universitária UFPE. p.657-693, 2003.
- BARBOSA, M. R. V. et al. Vegetação e flora no cariri paraibano. **Oecol. Bras.**, v.3, n. 11, p. 313-322, 2007.
- BARRETO, A. F.; BARBOSA, J. K. A. Mecanismos de resistência a seca que possibilitam a produção em condições do semiárido nordestino. In: Simpósio Brasileiro de captação de água de chuva no semiárido. Campina Grande, PB. Anais, Campina Grande: **Embrapa Algodão**; Petrolina, PE: Embrapa Semiárido. 7 p. 2001.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: Noções Básicas**. Funep, Jaboticabal. 41p, 2003
- BEZERRA, F. M. L. et al. Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 34, n. 1, p. 13-18, jan. 2003.
- BIOCLIM. **Bioclimatic variables**. Disponível em: <http://geospatialdatawiki.wikidot.com/bioclim-data-sets>. Acesso em: 25 de nov, 2011.
- BOEGER, M. R. T.; GLUZEZAK, R. M. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. **Iheringia, Série Botânica** 61(1-2): p.73-82, 2006.
- BURROWS, G. E. Comparative anatomy of the photosynthetic organs of 39 xeromorphic species from subhumid New South Wales, Australia. **International Journal Plant Science**, v. 162, n. 2, p. 411-430, 2001.
- CAMPOS, M. A. Aspectos morfofisiológicos de plantas da Caatinga, durante períodos úmidos e de estresse hídrico. Recife: UFRPE. **Dissertação Mestrado**. 129p. 1991.

CARVALHO, E. C. D.; SOUZA, B. C.; TROVÃO, D. M. B. M. Ecological succession in two remnants of the Caatinga in the semi-arid tropics of Brazil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 13-19, 2011.

CAVALCANTE, A. C. R.; CAVALLINI, M. C.; LIMA, N. R. C. B.. Estresse por Déficit Hídrico em Plantas Forrageiras. **Embrapa Caprinos e Ovinos**. Sobral, CE, 50p. 2009.

CHAGAS, M. G. S. et al. Variações Foliares em Grupos Funcionais Vegetais de uma Paisagem de Restinga, Pernambuco-Brasil. RBGF - **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife-PE Vol.1 n.02. p. 50-63, 2008.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **PRIMER v6: User Manual/Tutorial**. PRIMER-E, Plymouth. 189p. 2006.

CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **For. Ecol. Manag., Amsterdam**, v. 80, p. 245-255, 1996.

CORNELISSEN, J. H. C. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany** **51**. p. 335-380, 2003.

DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 789-796, 1997.

DÍAZ, A. F., STUDZINSKI, C. D. e MECHOSO, C. R. Relationships between precipitation anomalies in Uruguay and Southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. **J. Climate**, v.11, p. 251-271. 1998.

DÍAZ, S. et al. Plant functional traits, ecosystem structure and land-use history along a climatic gradient in central-western argentina. **Journal of Vegetation Science** **10**. p. 651-660, 1999.

DRUMOND, M. A. et al. Estratégia para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. Petrolina, **Dcaatinga/relatorio/uso_sustentavel**. 2000.

DUNN, G. M.; CONNOR, D. J. An analysis of sap flow in mountain ash (*Eucalyptus regnans*) forests of different age. **Tree Physiology**, 13, 321-336, 1993.

EAMUS, D. Ecophysiological traits of deciduous and evergreen woody species in the seasonally dry tropics. **Trends Ecol. Evol.** 4:1-16. 1999.

FAHN, A.; CUTLER, D. F. **Xerophytes**. Berlin: Gebüder Borntraeger, 1992.

FAHMY, G. M. Leaf anatomy and its relation to the ecophysiology of some non-succulent desert plants from Egypt. **Journal of Arid Environments**, v. 36, n. 8, p. 499-525, 1997.

FRANCO, A. C. et al. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. **Trees, [Washington]**, v. 19, p. 326-335, 2005

GITAY, H.; NOBLE, I. R. What are functional types and how should we seek them? In: SMITH, T.M.; SHUGART, H. H.; WOODWARD, F.I.; (eds.). **Plant functional types:**

theirrelevante to ecosystem properties and global change, Cambridge University Press. Cambridge. p. 3-19, 1997.

GIULIETTI, A. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. **Ministério do Meio Ambiente, Brasília**. p. 48-90, 2004.

GIVNISH, T. J. On the adaptive significance of leaf form. In SOLBRIG O.T. et al. (eds) Topics in Plant Population Biology. **Columbia University Press, New York, NY**. 1979.

_____, T. J. Leaf and canopy adaptations in tropical forests. In: MEDINA, E.; MOONEY, H. A.; VAZQUEZ-YÁNES C.; eds. Physiological ecology of plants in the wet tropics. **W. Junk Publishers, The Hague**, p.51-84, 1984.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**: ARTMED editora. 528 p., 2010.

GOULET, F.; BELLEFLEUR, P. Leaf morphology plasticity in response to light environment in deciduous tree species and its implication on forest succession. **Canadian Journal of Research, Ottawa**, v. 16, n. 6, p. 1192-1195, 1986.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, v.4, p.1-9, 2001.

HARTLEY, J. J.; JONES, G. E. Process Oriented Supplier Development: Building the Capability for Change. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, Vol.33, n.3, p.24-29, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. 2004. **Mapa da vegetação do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/vegetacao.pdf >. Acesso em: 25 de out, 2011.

JACKSON, R. B.; MOONEY, H. A.; SCHULZE, E.D. A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**. 94: p. 7362-7366, 1997.

JAYASURIVA, M. D. A. et al. Some factors affecting water yield from mountain ash (*Eucalyptus regnans*) dominated forests in south-east Australia. **Journal of Hydrology**, v. 150, n. 2-4, p. 345-367, 1993.

KITAJIMA, K. Ecophysiology of tropical tree seedlings. In: MULKEY, S. S.; CHAZDON, R. L.; SMITH, A. P. (Eds). **Tropical forest plant ecophysiology**. New York: Chapman & Hall. p. 559-597, 1996.

LEÃO, T. C. C. et al. Estratégias foliares em diferentes estratos verticais da vegetação na caatinga. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço – MG. p. 1-3. 2009.

LEE, N.; WESZTEIN, Y.; SOMMER, H. E. Quantum Flux Density Effects on the anatomy and Surface Morphology of *in vitro* and *in vivo* developed Sweetgum Leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 113(1): p.167-171.1988.

LIMA, A. D. A.; RODAL, M. J. N. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 74, p. 1363-1373, 2010.

MCINTYRE, S. et al. Plant functional types and disturbance dynamics - **Introduction**. **Journal of Vegetation Science** 10: p. 604-608, 1999.

MEDICI, L. O. et al. Stomatal conductance of maize under water and nitrogen deficits. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p. 599-601, 2007.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. Anatomy of the Dicotyledons: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction. **New York, Oxford University Press**. v.2. 1983.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Ano Internacional da Biodiversidade: Caatinga**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/htm>>. Acesso em: 06 ago. 2010.

MONTEIRO, J. M. M. et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Quim. Nova**, v. 28, n. 5, p.892-896, 2005.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. dos. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 41-45, 2000.

_____, R. J. M. C.; MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. Curso diário do potencial hídrico foliar em cinco espécies lenhosas da Caatinga. **Revista Ecosistema, Espírito Santo do Pinhal, SP**, v.23, p.199-205, 1998.

OLIVEIRA, P. T. B. et al. Florística e fitossociologia de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serra no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.169-178, 2009.

PAES, P. B. et al. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p.511-520, 2009.

PARAÍBA. Secretaria do Planejamento. **Plano de Desenvolvimento Sustentável 1996 2010**. João Pessoa. 1997.

_____. Avaliação da infraestrutura hídrica e do suporte para o sistema de gerenciamento de recursos hídricos do Estado da Paraíba. João Pessoa, **SEPLAN**. 144 p. 2007.

PEREIRA, I. M. et al. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arboreo de um remanescente florestal no Agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, n.3, p.357-369, 2002.

PILLAR, V. D.; SOSINSKI JR., E. E. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. **Journal of Vegetation Science** 14: p. 323-332, 2003.

PONZONI, F. J.; DISPERATI, A. A. Comportamento espectral da vegetação. **São José dos Campos: INPE, (INPE-5619-PUD/ 065)**. p. 37, 1995.

- POOTER, H. et al. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. **New Phytologist**, 182, 565-588, 2009.
- PYYKKO, M. The leaf anatomy of East Patagonian erophytic plants. **Annales Botanici Fennice**, v. 3, n. 4, p. 453-622. 1966.
- QUEIROZ, R. de. **O Quinze**. 77ª ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2004.
- REICH, P. B.; WALTERS, M. B.; ELLYWORTH, D. S. From tropics to tundra: Global convergence in plant functioning. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA** 94 : 13730- 13734, 1997.
- REICH, P. B. et al. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. **International Journal of Plant Sciences** 164 (3 Suppl.), p. S143-S164, 2003.
- RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 21, n. 3, p. 192-205, 2008.
- ROOT, R. B. The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. **Ecol. Monogr.** 37. p. 317-350. 1967.
- ROSADO, B. H. P. A importância da inclusão de diferentes dimensões de variação de características morfofisiológicas e de crescimento para o entendimento dos padrões de dominância de plantas de restinga. 100f. **Dissertação (Mestrado em Ecologia)** - Instituto de Biologia/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006.
- ROTONDI, A. et al. Leaf xeromorphic adaptations of some plants of a coastal Mediterranean macchia ecosystem. **Journal Mediterranean Ecology**, v. 4, n. 3-4, p. 25-35, 2003.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian caatinga. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA E. (eds.). Seasonally dry tropical forests. p: 34-63. Cambridge **University Press, Cambridge**. p. 34-63, 1995.
- SANTIAGO, E. J. A. et al. Aspectos da anatomia foliar da pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C. DC.) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 5, p. 1035-1042. 2001.
- SANTOS, A. C. J.; MELO, J. I. M. Flora vascular de uma área de caatinga no estado da Paraíba- Nordeste do Brasil. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 23, n. 2, p. 32-40, 2010.
- SEMENOVA, G. V.; VAN DER MAAREL, E. Plant functional types – a strategic perspective. **Journal of Vegetation Science** 11. p. 917-922, 2000.
- SHUGART, H. H. Plant and ecosystem functional types. In: SMITH, T. M.; SHUGART, H.H.; WOODWARD, F. I. (eds.). Plant functional types: their relevance to ecosystem properties and global change. **Cambridge: International Geosphere-Biosphere Programme Book Series. Cambridge University Press**. p. 20-43, 1997.

SILVA, A. G; NASCIMENTO, R. L; ALMEIDA, E. B. JR. Comparação da área foliar entre indivíduos de *Anacardium occidentale* L. e *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth localizados em ambientes com diferentes características edáficas. **64ª Reunião Anual da SBPC**, 2012.

SINGH, K. P.; KUSHWAHA, C. P. Emerging paradigms of the tree phenology in dry tropics. **Current Science India**, v. 89, n. 6, p. 964-974, 2005.

SMITH, W. K. et al. Leaf Form and Photosynthesis: Do leaf structure and orientation interact to regulate internal light and carbon dioxide? **Bioscience**, Washington, v. 47. p. 785-793. 1997.

SNYDER, K. A.; TARTOWSKI, S. L. Multi-scale temporal variation in water availability: Implications for vegetation dynamics in arid and semi-arid ecosystems. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 2, p. 219-234, 2006.

SOUZA, A. P. et al. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.1, 2011.

TROVÃO, D. M. B. M. et al. Avaliação do potencial hídrico de espécies da caatinga sob diferentes níveis de umidade no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p, 2004.

TROVÃO, D. M. B. M. et al. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.307-311, 2007.

VENDRAMINI, F. et al. Leaf traits as indicators of resource-use strategy in floras with succulent species. **New Phytologist**, v. 154, p.147-157, 2002.

VILE, D. et al. Specific Leaf Area and Dry Matter Content Estimate Thickness in Laminar Leaves. **Annals of Botany**, v. 96, p. 1129–1136, 2005.

VISSER, M. E.; BOTH, C. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. **Proc. R. Soc. B** 272, 2561–2569. 2005.

VOLTAN, R. B. Q.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 4, n. 2, p. 99-105. 1992.

WAHID, A. Ananalysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and sugar yield in sugarcane. **Bot. Bull. Acad. Sin.**, 45: 133–41, 2004.

WESTOBY, M.; WRIGHT, I. J. Land-plant ecology on the basis of functional traits. **Trends in Ecology e Evolution** 21 : 261-268, 2006.

WEIHER, E. et al. Challenging Theophrastus: A Common Core List of Plant Traits for Functional Ecology. **Journal of Vegetation Science** 10. p. 609-620, 1999.

WILSON, P. J.; THOMPSON, K.; HODGSON, J. G. Speci_c leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. **New Phytologist**, 143: 155- 162, 1999.

WOODWARD, F. I.; KELLY, C. K. Plant functional types: towards a definition by environmental constraints. In: SMITH, T. M.; SHUGART, H. H.; WOODWARD, E. E. I. (eds.). *Plant functional types: their relevance to ecosystem properties and global change*. Cambridge: **International Geosphere-Biosphere Programme Book Series**. Cambridge University Press. p. 47-65, 1997.

WRIGHT, I. J. et al. The world-wide leaf economics spectrum. **Nature**, London, v. 428, p. 821–827, 2004.

WRIGHT, P. M. et al. The HR performance relationship: Examining causal direction. **Personnel Psychology** 58(2), 409–446, 2005.