



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA- UEPB**  
**CAMPUS I- CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE- CCBS**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**D`ÁVILLA RUAMA FERNANDES LOPES GOMES**

**INFLUÊNCIA DO GRADIENTE DE ELEVAÇÃO NA DENSIDADE DE MADEIRA  
DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS-ARBÓREAS DA SERRA DA ARARA, PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**Outubro de 2016**

**D`ÁVILLA RUAMA FERNANDES LOPES GOMES**

**INFLUÊNCIA DO GRADIENTE DE ELEVAÇÃO NA DENSIDADE DE MADEIRA  
DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS-ARBÓREAS DA SERRA DA ARARA, PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Sérgio de Faria Lopes

CAMPINA GRANDE – PB

Outubro de 2016

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.

G633i Gomes, D'Ávilla Ruama Fernandes Lopes.  
Influência do gradiente de elevação na densidade de madeira de espécies arbustivas-arbóreas da Serra da Arara, Paraíba [manuscrito] / D'Ávilla Ruama Fernandes Lopes Gomes. - 2016.  
26 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Gradiente de elevação. 2. Ecologia funcional. 3. Florística. 4. Vegetação arbustiva. 5. Vegetação arbórea. I.

Título.

21. ed. CDD 577.3

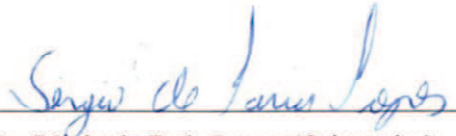
D'ÁVILLA RUAMA FERNANDES LOPES GOMES

**INFLUÊNCIA DO GRADIENTE DE ELEVAÇÃO NA DENSIDADE DE MADEIRA  
DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS-ARBÓREAS DA SERRA DA ARARA, PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao  
Curso de Ciências Biológicas da Universidade  
Estadual da Paraíba, em cumprimento às  
exigências para obtenção do grau de Licenciado  
em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 31/10/2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Érica Caldas Silva de Oliveira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Msc. Fabrício Correia Diniz

## DEDICATÓRIA

Dedico aos meu pais Jaqueline Fernandes e Glauciano Rodrigues por todo amor, carinho, educação e sacrifícios, que me permitiram chegar até aqui, e ser quem sou. E meu irmão Jônathas Davi pelo carinho, companheirismo e confiança.

“A ciência é um processo, não o conhecimento que gera”  
(Robert E. Ricklefs)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por seu amor, carinho e proteção que tem me concedido ao longo de minha vida, pelos livramentos e sabedoria. Por ter me concedido uma maravilhosa família que esteve comigo em todos os momentos da minha vida.

Aos meu pais que nunca me deixaram desistir e estiveram comigo em todos os momentos, e escolhas. Por me terem permitido a vida. Por todos os sacrifícios que fizeram para que eu chegasse até aqui, e terem me encaminhado pelo melhor caminho. E ao meu irmão por me fazer ser mais feliz com sua existência.

Aos meus familiares, avós, avôs, tias, tios, primos e primas que estiveram comigo e torceram por essa e outras conquistas. Que ficaram felizes a cada etapa que consegui trilhar e me deram suporte e orientação desde quando ainda não tinha ideia de futuro acadêmico a percorrer.

À minha tia Goretti por torcer por minha alegria em tudo, e me colocar em suas orações, cuidando da forma possível. À família Cabral por ter literalmente cuidado de mim e ter me educado juntamente com meus pais, me concedendo todo suporte, amor e carinho, em especial a tia Lúcia. À minha grande amiga de infância Izabelly Gomes, por presenciar cada passo da minha vida, desde que me entendo por gente, você faz parte da minha vida, me aturando, brigando comigo, me aconselhando e amando, obrigada irmã!

Aos meus padrinhos, por assim dizer, Megan e Austin Lorenzen que embora através de cartas, mantínhamos informados sobre tudo, sempre torcendo por mim, me deram todo suporte, e me fazendo parte da família distante.

Ao professor, amigo e 'pai' Sérgio de Faria Lopes, pela orientação, paciência, cuidado, confiança, conversas e ensinamentos. Obrigada por tudo!

Aos demais professores que tiveram influência na minha vida, desde o infantil à vida acadêmica. São muitos, mas deixo meu obrigada a todos os ensinamentos e puxões de orelha, às pressões, conversas e risadas. Meu muito obrigada também ao amigo, que embora não foi

meu professor, pudemos conversar e sempre se mostrou atencioso, preocupado e amigo Raymner Rilke, ouvindo e aconselhando.

Aos meus amigos de sala, que mesmo em pequeno número, formamos uma família e que sempre irei me lembrar de vocês, mesmo na distância. Nos momentos tristes lembrarei de vocês para me fazer rir e nos momentos felizes aumentarei mais a alegria por também lembrar de todos. Obrigada por tudo meus amores Renato, Larysse, Thauane, Iara e Cinthya. E embora nos tenha abandonado aos 45 minutos do segundo tempo, também deixo meu muito obrigada por tudo Ana Laysla. A menor turma da UEPB, porém mais divertida e amada.

Aos meus amigos de laboratório: Fabrício Correia, Gilbevan Almeida, Anderson Silva, Marcos Júnior, Sonally Silva, Maiara Ramos, Paulo Sérgio, Lúcia Virgínia, Brenda Kiara, Humberto Almeida, Pablo José, Iran Neto, Igor Cavalcante, Fernanda Silva e Erimáigna Rodrigues (agregadas) que juntos nos aturamos, nos divertimos, fomos tristes e felizes. São inúmeras lembranças, nunca esquecerei de vocês e de nossos sofrimentos, assim como nossas viagens e diversões. Agradeço a todos pela amizade e ajuda em campo e no laboratório. À Anderson e Fabrício, obrigada pelos ensinamentos, atenção, cuidado, carinho, por sempre terem uma palavra não apenas voltado para a vida acadêmica, mas para o pessoal, por se preocuparem com minha alimentação e saúde (risos).

À família Ramos, seu João e dona Da Paz e demais (pais de Mai), por todo suporte e cuidado nesses últimos dois anos, pela hospitalidade, carinho, brincadeiras, durante as épocas de coleta, os quais formamos uma família. Obrigada Mai por tudo, por nos abrigar, cuidar de todos e nos tornar parte da tua família.

À banca constituída por Professora Érica Caldas e Fabrício Diniz, por todas as considerações construtivas ao trabalho, amizade e atenção durante o tempo de graduação.

Meus verdadeiros agradecimentos a todos que fizeram parte da minha história e que de certa forma puderam contribuir para essa realização. E que venham mais vitórias!!

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1	Área de estudo .....	11
2.2	Florística e estrutura da vegetação.....	12
2.3	Seleção de espécies e indivíduos .....	13
2.4	Dados de densidade de madeira.....	13
2.5	Análises estatísticas .....	14
3	RESULTADOS .....	14
4	DISCUSSÃO .....	16
5	CONCLUSÃO .....	18
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	19



# INFLUÊNCIA DO GRADIENTE DE ELEVAÇÃO NA DENSIDADE DE MADEIRA DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS-ARBÓREAS DA SERRA DA ARARA, PARAÍBA

D'Ávilla Ruama Fernandes Lopes Gomes\*

## RESUMO

A florística e estrutura da vegetação arbustiva-arbórea ao longo de um gradiente de elevação apresenta-se de forma variada, resultante das variações ambientais. Em regiões de clima semiárido quente, a vegetação exibe estratégias ecológicas distintas em relação à Densidade de Madeira (DM), apresentando padrão inversamente proporcional à quantidade de água armazenada. Objetivou-se avaliar a influência do gradiente de elevação na densidade de madeira de espécies arbustivas-arbóreas na Serra da Arara no Município de São João do Cariri/PB. Para o levantamento fitossociológico, foram estabelecidas 100 parcelas permanentes (10 m x 10 m) com espaçamento de 10 m entre si, formando um *continuum* no gradiente. Para DM foram incluídos todos os indivíduos com altura  $\geq 1$  metro e  $\geq 3$  cm de diâmetro ao nível do solo (DNS). Foram selecionadas 17 espécies, cuja somatória representou cerca de 93% da área basal total. Para influência do gradiente de elevação na DM foi calculada a média ponderada do traço na comunidade (CWM) por parcela, utilizando a área basal. A área apresentou em sua maioria, espécies conservativas de recursos, indicando melhor desempenho em áreas sob estresse. Os valores de CWM indicaram relação negativa do gradiente de elevação com a DM. Nos menores níveis altitudinais houve dominância de espécies com alta DM, como *C. blanchetianus*, *A. pyrifolium* e *P. pyramidalis*, que também são caracterizadas como pioneiras em áreas antropizadas de Caatinga e típicas da região, podendo indicar melhor adaptação das espécies nos menores níveis de elevação.

**Palavras-chaves:** Semiárido; Gradiente de elevação; Ecologia Funcional

---

\*Aluno de Graduação em Ciências Biológicas na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.  
E-mail: ruama.davila@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A medição de atributos em espécies vegetais foi possível em consequência dos avanços na área de Ecologia Funcional, que tem por objetivo identificar traços (atributos) que sustentam as interações bióticas e abióticas de indivíduos e espécies, e sejam capazes de influenciar significativamente seu estabelecimento, sobrevivência e acondicionamento físico, de modo a formar grupos de acordo com a função dos organismos, o que determina a distribuição e diversidade de funcionamento das espécies em comunidades (REICH et al., 2003; SWENSON, 2012; SWENSON, 2013).

O conjunto de atributos representa indiretamente as estratégias ecológicas dos indivíduos frente às mudanças ambientais (DÍAZ et al., 2002; WRIGHT et al., 2004; PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013), principalmente estratégias relacionadas ao estresse hídrico (MARKESTEIJN; POORTER, 2009; FRANKS, 2011; SOUZA et al., 2015), de forma que a disponibilidade de recursos locais influencia a manifestação de respostas morfológicas e fisiológicas das espécies (CAVENDER-BARES; KEEN; MILES, 2006; CHAVE et al., 2006; SWENSON; ENQUIST, 2009; SWENSON, 2013).

Espécies com estreitas relações filogenéticas, crescendo em diferentes ambientes podem, ao longo do tempo evolutivo, exibirem características divergentes, assim como grupos filogeneticamente distantes podem possuir características ecológicas semelhantes se evoluírem em ambientes similares (DÍAZ et al., 2002; DONOVAN et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2015). A convergência sobre os atributos está associada aos efeitos dos filtros ambientais (GRIME, 2006) e às respostas similares que os grupos funcionais exibem frente às diferentes condições ambientais, como também aos impactos ecológicos de sua perda (GITAV; NOBLE, 1997; LAVOREL; GARNIER, 2001; BORCHERT; RIVERA, 2001; CORNELISSEN et al., 2003; LIMA et al., 2012; OLIVERA et al., 2015).

A Densidade da Madeira (DM) é considerado um bom preditor de taxas de crescimento e sobrevivência (WESTOBY; WRIGHT, 2006; WRIGHT et al., 2010; SWENSON, 2012), além de ser um indicador de resistência à seca, quebra e ataque de patógenos (CHAVE et al., 2009). É um traço funcional que pode ser utilizado para se conhecer o comportamento das espécies nos mais variados ambientes em que estão submetidas devido a sua plasticidade (CHAVE et al., 2006), influenciada diretamente pela quantidade de recursos (VITORIO, 2013), e negativamente correlacionada à capacidade de armazenamento de água (BUCCI et al., 2004; KING et al., 2006; CHAVE et al., 2009; SWENSON, 2012).

Em escala global as espécies apresentam ‘*trade-offs*’ em seus atributos e economia de recursos (WRIGHT et al., 2010; STERCK et al., 2011; REICH, 2014), na DM, refletidos em padrões de alocação de carbono por unidade de volume de caule (BUNKER et al., 2005; SWENSON; ENQUIST, 2007; CHAVE et al., 2009), representando uma variável chave na estimativa da biomassa das espécies, que difere entre florestas úmidas e secas (HENRY et al., 2010; PRADO-JUNIOR et al., 2016). Diferenças nos estágios de sucessão influenciam a DM para diferentes espécies. Um trabalho realizado em sub-bosque fechado, Reich e colaboradores (2003) observaram que espécies ocorrendo em estágios iniciais de sucessão apresentam estratégias aquisitivas, enquanto que, aquelas que ocorrem em estágios tardios apresentam estratégias conservativas com base no aumento da disponibilidade hídrica, entretanto, em áreas secas, as espécies apresentam padrão inverso de acordo com observações de Lohbeck e colaboradores (2013).

A DM varia entre 0 e 1,5 g/cm<sup>3</sup>, espécies apresentando baixa DM (*lightwoods*) apresentam estratégias aquisitivas de recursos, característica das espécies oportunistas em áreas de clareira, com maior capacidade para armazenar água em seu caule, possibilitando elevadas taxas de crescimento e baixas taxas de sobrevivência, assim como baixa resistência mecânica (BORCHERT, 1994; BORCHERT; RIVERA, 2001; WRIGHT et al., 2004; CHAVE et al., 2006; KING et al., 2006; POORTER; BONGERS, 2006; POORTER et al., 2008; CHAVE et al., 2009; ZANNE et al., 2010; DONOVAN et al., 2011; SWENSON, 2012), além de sofrerem mais herbivoria, quebra de caule e ataque de patógenos (WRIGHT et al., 2010). Em contrapartida, espécies com alta DM (*hardwoods*), apresentam padrão inverso, com estratégias conservadoras para resistir aos impactos ambientais, produzindo menor volume por unidade de biomassa, por apresentarem células pequenas com paredes espessas e espaço intercelular limitado, porém com baixas taxas de crescimento e elevadas taxas de sobrevivência (BORCHERT, 1994; WRIGHT et al., 2004; SINGH; KUSHWAHA, 2005; CHAVE et al., 2006; WESTOBY; WRIGHT, 2006; POORTER; BONGERS, 2006; SWENSON; ENQUIST, 2007; POORTER et al., 2008; CHAVE et al., 2009; DONOVAN et al., 2011; SWENSON, 2012).

No nordeste brasileiro a Caatinga, abrange um território de aproximadamente 900 mil km<sup>2</sup>, definida como floresta arbórea ou arbustiva, com espécies decíduas, apresentando características xerofíticas, e flora com alto grau de variabilidade, devido à grande extensão territorial, solo, multiplicidade nas formas de relevo e tipos climáticos (RODAL; SAMPAIO, 2002; TROVÃO et al., 2007; PEREIRA JÚNIOR; ANDRADE; ARAUJO, 2012). O clima quente e semiárido, pode inferir nos padrões fenológicos dos atributos (OLIVEIRA et al.,

2015) de forma que confere às espécies, adaptações morfológicas, anatômicas e ecofisiológicas, relativas aos fatores ambientais, promovendo a eficiência no uso da água (GIULIETTI et al., 2004; SANTANA; SOUTO, 2006; FRANKS, 2011; LIMA et al., 2012; SANTOS et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015), em decorrência da irregularidade das chuvas, altas temperaturas, associadas à alta intensidade luminosa, acoplado à elevado nível de evapotranspiração e consequente dessecação do solo (HACKE et al., 2001; ALCOFORADO-FILHO; SAMPAIO; RODAL, 2003; TROVÃO et al, 2007).

No semiárido, um dos maiores problemas está associado ao uso dos recursos, principalmente para fins agrícola, pecuária e econômicos (ANDRADE et al., 2009; ALVES, 2013), o que influencia no declínio de fauna e flora assim como altera as condições edáficas (CARVALHO; SOUZA; TROVÃO, 2012). A exploração do ambiente pode levar ao processo irreversível de degradação, como retrata Santana e Souto (2006). Apesar da aparência árida e pobre, o Domínio das Caatingas se revela como um ecossistema complexo, pela capacidade de adaptação dos seres à acentuada aridez do território (SILANS; SILVA; BARBOSA, 2006), com grande variedade vegetacional e elevado número de espécies (GIULIETTI et al., 2004). Tal variedade também é observada ao longo de gradientes de elevação, que interfere nas características climáticas do ambiente (LIMA; RODAL, 2010), e consequentemente em características fisiológicas das espécies.

Os gradientes de elevação são formações diferenciadas (COUTINHO, 2006; SANDERS; RAHBECK, 2012), no semiárido brasileiro, conhecidos como serras, são caracterizadas como ilhas de refúgios (SILVA et al., 2014; KARGER et al., 2014) e mesmo apresentando baixa umidade, ao amanhecer percebe-se névoa e orvalho cobrindo solo, rochas e vegetação nos maiores níveis (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009), devido a influência dos ventos alísios (BARRETO; ARAGÃO; BRAGA, 2002), favorecendo a sobrevivência e adaptação da vegetação de forma diferenciada nos níveis (DINIZ, 2016).

Dessa forma, as espécies exclusivas ocorrendo em diferentes níveis de elevação, podem contribuir para a elevada riqueza e maior diversidade nos níveis superiores (GIULIETTI et al., 2004; MEIRELES; SHEPHERD; KINOSHITA, 2008; SILVA et al., 2014), pois estes fornecem condições ambientais melhores que reduzem o estresse fisiológico (SANDERS; MOSS; WAGNER, 2003) devido ao difícil acesso, assim como maior umidade (SILVA et al., 2014), parecendo favorecer às espécies com baixa DM. Enquanto que nos níveis inferiores, mais acessíveis, os impactos são maiores, o que influencia na riqueza e composição das comunidades vegetais (LOPES et al., 2012), aumentando assim o estresse nessas áreas, indicando ambiente propício para espécies com alta DM.

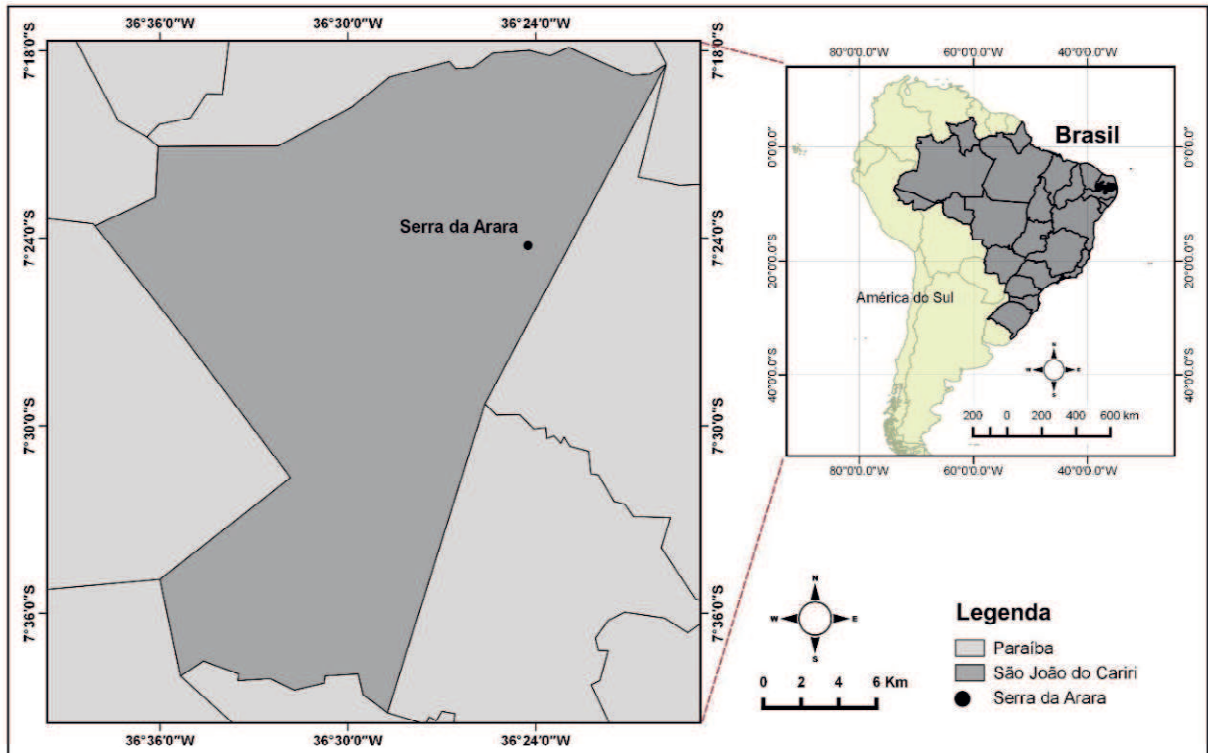
Para entender os padrões das espécies em gradientes de elevação, fatores como clima, área, história evolutiva, amostragem, limitações espaciais e processos estocásticos (LOMOLINO, 2001; KESSLER, 2009), são essenciais. Os fatores climáticos incluem temperatura, precipitação, produtividade e umidade do ar e do solo (LIMA; RODAL, 2010; LIMA et al., 2012; SILVA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015), que também contribuem para a variação vegetacional ao longo do gradiente (TROVÃO et al., 2007; RAMOS, 2015).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do gradiente de elevação na Densidade de Madeira de espécies arbustivas-arbóreas, testando a hipótese de que as espécies irão apresentar alta densidade de madeira nos menores níveis de elevação, partindo do pressuposto que esses níveis sofrem uma maior ação antrópica, assim como estresse hídrico.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado na Serra da Arara, situada no município de São João do Cariri/PB – Brasil (07°23'8.12"S e 36°23'36.74"O), com altitude máxima de aproximadamente 650 m.a.n.m. O município apresenta-se como um dos mais afetados pelo processo de antropização sobre a vegetação arbustiva-arbórea do Cariri paraibano (BARBOSA et al., 2007). A paisagem atual está intensamente alterada com poucas áreas apresentando remanescentes de vegetação nativa conservada. A região apresenta clima do tipo Bsh', semiárido quente, segundo a classificação de Köppen-Geiger (PEEL; FINLAYSON; McMAHON, 2007; ALVARES et al., 2013), com temperatura média anual em torno de 26,5 °C, tendo como período mais quente do ano entre novembro a janeiro, e julho, como o mês mais frio (ANDRADE et al., 2009). A precipitação anual é entorno de 400 mm (ALVARES et al., 2013; ARAUJO et al., 2010), com quadrimestre mais chuvoso os meses de fevereiro a maio, representando 69,68% das chuvas ocorridas, e de junho a janeiro os meses mais secos, com 32,74% dos índices pluviométricos (MEDEIROS; OLIVEIRA; PEREIRA, 2014). A soma de todas essas características contribui para que haja nesta área, a formação de uma flora adaptada às condições.



**Figura 1.** Localização geográfica da Serra da Arara, São João do Cariri- PB, Brasil.

## 2.2 Florística e estrutura da vegetação

Para o levantamento fitossociológico foram utilizadas 100 parcelas permanentes (10 m x 10m) distribuídas em quatro transectos, com espaço de 10 m entre si, ao longo do gradiente de elevação. Através de placas de alumínio enumeradas em ordem crescente (MEIRELES; SHEPHERD; KINOSHITA, 2008), foram amostrados e identificados os indivíduos com altura igual ou superior a 1 m e 3 cm de diâmetro ao nível do solo (DNS) (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005). Em indivíduos com caules múltiplos, mediu-se o DNS individualmente, formando uma somatória. A altura dos indivíduos foi realizada com o auxílio de uma vara graduada de 10 m, subdividida a cada dois metros e acima desta por estimativa visual (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005). Os parâmetros fitossociológicos clássicos foram calculados com o auxílio do programa FITOPAC 2.0 (SHEPHERD, 2009).

Para identificação das espécies utilizou-se livros técnicos específicos, como o sistema Angiosperm Phylogeny Group (APG) IV (BYNG et al., 2016) e colaboração de especialistas em taxonomia vegetal do Laboratório de Ecologia Vegetal e do Laboratório de Botânica, ambos da Universidade Estadual da Paraíba.

### 2.3 Seleção de espécies e indivíduos

Como critério de seleção de espécies utilizou-se área basal, uma vez que a mesma reflete a biomassa relativa da espécie, sendo este o melhor indicador de desempenho da planta em relação a abundância (PRADO-JUNIOR et al., 2016). Desse modo, foram selecionadas um total de 17 espécies para análises da DM cuja somatória representou cerca de 93% da área basal total da comunidade. De acordo com Pérez-Harguindeguy e colaboradores (2013), as espécies mais representativas da comunidade podem ser consideradas aquelas que sumarizam cerca de 70-80% da área basal, sendo incluídos indivíduos adultos que não apresentam grandes indícios de ataques por herbívoros ou patógenos.

### 2.4 Dados de densidade de madeira

A DM pode apresentar uma variação interespecífica e até mesmo intraespecífica, com isso, as melhores estimativas de DM são baseadas em amostras de vários indivíduos (CHAVE et al., 2006), apresentando os valores médios dos atributos. Assim, para o cálculo de DM, a coleta seguiu o modelo proposto por Trugilho e colaboradores (1990), uma vez que foram selecionados cinco indivíduos de cada espécie, dos quais foram extraídos segmentos de 10 cm de seções dos caules, totalizando 85 amostras ao longo do gradiente.

No laboratório, as amostras foram reidratadas por cinco dias até a saturação completa (BARBOSA; FERREIRA, 2004). Posteriormente, cada peça foi mantida em descanso por um período de 5-10 minutos para que o excesso de água da saturação pudesse escorrer. O volume das amostras foi medido pelo deslocamento do líquido, sendo cada amostra colocada em um recipiente graduado contendo água a um volume conhecido. A diferença entre volume final (após adicionar a amostra no recipiente) e volume inicial indicou o volume da amostra (Princípio de Arquimedes), expresso em  $\text{cm}^3$ . Em seguida, para se obter a massa seca, as amostras foram depositadas em sacos de papel identificados e depositadas em estufa à  $60^\circ\text{C}$  para secagem até peso constante (g), não havendo variação superior a 0,5 g. A DM foi calculada a partir da relação entre massa seca (g) e volume ( $\text{cm}^3$ ), expressa em  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

Após a identificação da DM, as espécies foram divididas e inseridas em grupos, sendo baixa DM as espécies que possuem  $< 0,5 \text{ g}/\text{cm}^3$  e alta DM  $\geq 0,5 \text{ g}/\text{cm}^3$  (BORCHERT, 1994; LIMA et al. 2012). As espécies foram classificadas em A e B, para densidades alta e baixa, respectivamente.

## 2.5 Análises estatísticas

Para testar a influência do gradiente de elevação na DM foi calculada a média ponderada do traço na comunidade (*Community-Weighted Mean*; CWM) por parcela, utilizando a área basal relativa das espécies como fator de ponderação, uma vez que a área basal reflete melhor biomassa (GARNIER et al., 2004; PRADO-JUNIOR et al., 2016). Para os cálculos de CWM, foi utilizado o software R-2.12.2 (R Development Core Team, 2011).

Posteriormente, foi feita uma regressão linear com teste de Spermann's com finalidade de verificar a influência do gradiente de elevação na densidade de madeira cumprindo todos os pressupostos de normalidade, submetidos ao teste Shapiro-Wilk. Para tais análises foi utilizado o programa Palaeontological Statistics (Past 2.16) (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

## 3 RESULTADOS

Foram amostrados 3.155 indivíduos, pertencentes a 12 famílias botânicas, descritos em 35 espécies. Para análise da DM, foram amostradas as 17 espécies mais representativas quanto a área basal, compiladas na Tabela 1.

A densidade de madeira variou de 0,28 g/cm<sup>3</sup> (*Pseudobombax marginatum* e *Erythrina velutina*) à 0,90 g/cm<sup>3</sup> (*Croton heliotropiifolius*), com predominância de espécies com alta densidade de madeira. Os maiores valores encontrados para alta DM foram observados em *Bauhinia cheilantha* (0,80 g/cm<sup>3</sup>), *Mimosa ophthalmocentra* (0,81), *Croton blanchetianus* (0,84), *Poincianella pyramidalis* (0,85) e *Croton heliotropiifolius* (0,90). Em contrapartida, *Pseudobombax marginatum* (0,28) e *Erythrina velutina* (0,28) foram as espécies que apresentaram baixa DM ao longo do gradiente de elevação. No total, apenas seis espécies apresentaram baixa DM (Tabela 1).

De modo geral, nos menores níveis de elevação (entre 479 e 563 m.a.n.m), foram amostrados um total de 2.309 indivíduos, apresentando elevada dominância de determinadas espécies, como *Croton heliotropiifolius*, *Croton blanchetianus*, *Aspidosperma pyriforme* e *Poincianella pyramidalis*, os quais apresentam alta DM.



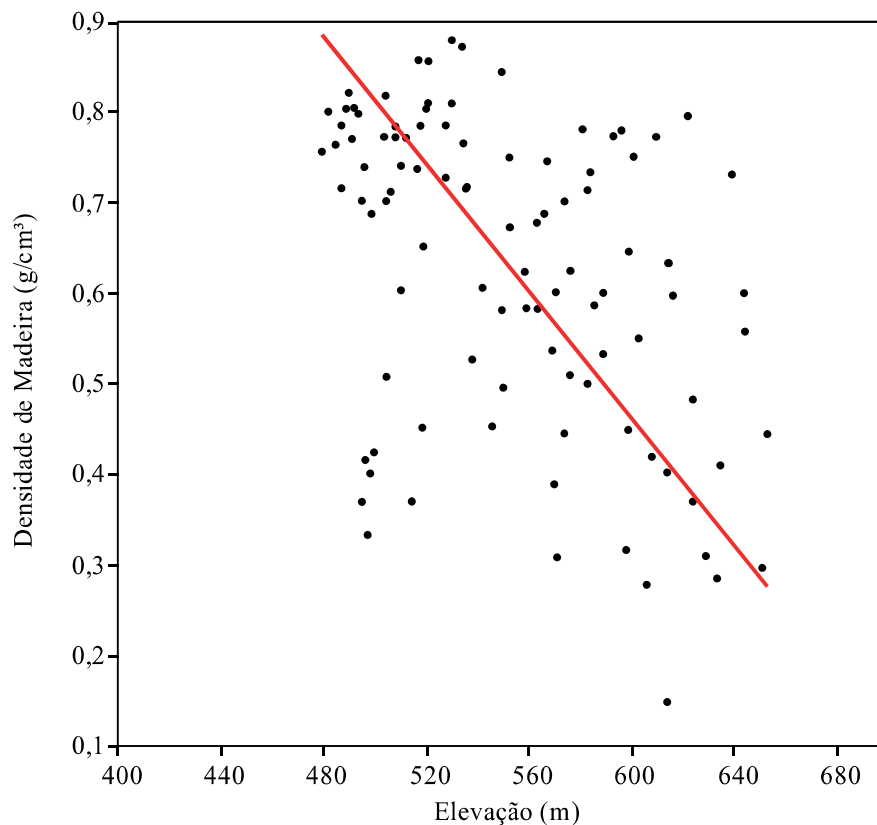
**Tabela 1.** Valores médios de Peso Seco (PS) e Densidade de Madeira (DM), com seus respectivos desvios padrão entre parênteses, das 17 espécies amostradas na Serra da Arara, São João do Cariri- PB, ao longo do gradiente de elevação. A= alta DM; B= baixa DM.

ESPÉCIES	PS (g)	DM (g/cm <sup>3</sup> )	CATEGORIA
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>colubrina</i> (Griselb.)	38,90 (4,36)	0,74 (0,09)	A
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	24,16 (5,07)	0,64 (0,04)	A
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	37,07 (5,12)	0,80 (0,04)	A
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) J.Presl	41,52 (10,44)	0,70 (0,04)	A
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	16,39 (4,46)	0,30 (0,09)	B
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	35,39 (4,66)	0,84 (0,31)	A
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth.	44,08 (4,90)	0,90 (0,06)	A
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	12,23 (3,91)	0,28 (0,03)	B
<i>Manihot glaziovii</i> Muell. Arg.	18,66 (5,70)	0,37 (0,08)	B
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	41,94 (7,15)	0,78 (0,03)	A
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	37,50 (10,52)	0,81 (0,05)	A
<i>Morfoespécie</i>	30,54 (3,96)	0,49 (0,04)	B
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	42,89 (6,97)	0,70 (0,08)	A
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz	43,69 (7,54)	0,85 (0,03)	A
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil.) A. Robyns	13,62 (1,58)	0,28 (0,04)	B
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	15,84 (3,47)	0,36 (0,07)	B
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	45,47 (16,66)	0,76 (0,05)	A

Nos maiores níveis de elevação (entre 564 e 650 m.a.n.m.) foram amostrados 846 indivíduos, apresentando assim maior diversidade e conseqüentemente menor dominância de determinadas espécies, sendo observado maior equilíbrio nas taxas de área basal. *Commiphora leptophloeos*, *Erythrina velutina*, *Manihot glaziovii*, *Morfoespécie*, *Sapium glandulosum* e *Pseudobombax marginatum* são exemplos de espécies encontradas principalmente nos maiores níveis de elevação, as quais apresentam baixa DM, entretanto, nesses níveis também são encontradas outras espécies que apresentam alta DM, como *C. heliotropiifolius*, *C. blanchetianus* e *A. pyrifolium*.

*Bauhinia cheilantha* apresenta-se de forma generalista e também está distribuída ao longo de todo o gradiente, enquanto que *Mimosa ophthalmocentra* é encontrada predominantemente entre os níveis intermediário e baixo, ambas com alta DM.

A regressão linear sugeriu correlação negativa e significativa ( $r^2= 0,18$ ;  $p<0,01$ ) entre o gradiente de elevação e os valores de CWM de DM por parcela, implicando dizer que a DM diminui com a elevação (Figura 1).



**Figura 2.** Regressão linear entre Elevação (m) e Densidade de Madeira ( $\text{g/cm}^3$ ) na Serra da Arara, São João do Cariri-PB.

#### 4 DISCUSSÃO

A densidade da madeira é o melhor atributo para entender o comportamento das espécies vegetais nos mais variados ambientes (CHAVE et al., 2006; WRIGHT et al., 2010; SWENSON, 2012) e ainda, a quantidade de água armazenada é inversamente proporcional à densidade de madeira (LIMA; RODAL, 2010; LIMA et al., 2012; OLIVEIRA et al. 2015). Com os resultados obtidos, é possível verificar que em áreas semiáridas serranas há predominância de espécies apresentando alta densidade de madeira (SILVA et al., 2014; ALBUQUERQUE, 2015), permitindo assim que as plantas resistam às condições de estresses hídricos fortes sem sofrer cavitação, e apresentem maior suporte mecânico contra as

condições adversas (REICH et al., 2003; CHAVE et al., 2009; SWENSON; ENQUIST, 2007).

Os valores de CWM mostraram que nos menores níveis de elevação foi observado a prevalência de espécies com alta DM. Nessas regiões é possível encontrar dominância do gênero *Croton*, e principalmente com *Croton blanchetianus* classificada como espécie pioneira (ARAUJO et al., 2012). Nessas áreas de menores elevação também é possível observar a presença de outras espécies pioneiras características de áreas antropizadas de Caatinga e típicas desta região, como *A. pyriformis* e *P. pyramidalis*, (ARAUJO et al., 2012).

Espécies pioneiras tendem a apresentar baixa DM (CHAVE et al., 2006), entretanto, na Serra da Arara, as principais espécies pioneiras e, portanto, características de áreas antropizadas (CARVALHO; SOUZA; TROVÃO, 2012; ALBUQUERQUE, 2015), apresentam estratégias conservativas (alta DM), devido às condições a que estão inseridas, como diminuição de recursos naturais em consequência da ação antrópica e pastoreio, indicando assim adaptações funcionais das espécies do semiárido paraibano, diferentemente do que foi encontrado por Reich e colaboradores (2003) para áreas de sub-bosque. De igual modo, Lohbeck e colaboradores (2013) indicaram que em áreas secas, as espécies em estágios iniciais de sucessão, apresentam estratégias conservativas, devido ao ambiente seco, quente e antropizado.

*C. leptophloeos*, *M. glaziovii*, *Morfoespécie*, *E. velutina*, *S. glandulosum* e *P. marginatum*, observadas predominantemente nos maiores níveis de elevação, apresentam baixa DM, sendo capazes de armazenar grandes quantidades de água para ser utilizada durante a estação seca (BORCHERT, 1994; BORCHERT; RIVERA, 2001). Essas espécies, como *C. leptophloeos*, são características de áreas mais conservadas (SILVA et al., 2014). Entretanto, indivíduos de espécies com alta DM também podem ser encontrados nesses níveis. Assim, nos níveis mais elevados é possível ser observado equilíbrio nas taxas de área basal das espécies, indicando diminuição no valor de CWM para densidade de madeira, existindo desse modo, maior riqueza e diversidade (GIULIETTI et al., 2004; SILVA et al., 2014).

No semiárido, áreas mais elevadas fornecem condições ambientais melhores que reduzem o estresse fisiológico das espécies (SANDERS; MOSS; WAGNER, 2003), com predominância de indivíduos apresentando estratégias aquisitivas (baixa DM), devido à alta disponibilidade dos recursos (WRIGHT et al., 2004; DONOVAN et al., 2011), restritos a determinadas áreas (KING et al., 2006) e embora não ocorra muita chuva, apresenta maior umidade (GARIGLIO et al., 2010; SILVA et al., 2014). O gradiente de elevação permite

variação no clima do ambiente (LIMA; RODAL, 2010), assim como também influencia na exploração antrópica devido ao difícil acesso, tornando os maiores níveis, áreas mais conservadas (SILVA et al., 2014).

## **5 CONCLUSÃO**

O trabalho apresenta grande influência na compreensão de padrões fisiológicos em áreas semiáridas, uma vez que poucos são os trabalhos de densidade de madeira voltados para áreas de Caatinga avaliando como principal fator a altitude. O gradiente de elevação apresenta relação negativa com a densidade de madeira, de modo que com a elevação, as espécies apresentam prevalência de baixa densidade de madeira, corroborando assim com a hipótese do trabalho.

As serras apresentam diferenças nos parâmetros estruturais da vegetação, indicando existência de recursos diferenciados entre os níveis, que serão refletidos no comportamento das espécies. As espécies pioneiras com alta densidade de madeira podem indicar uma adaptação funcional em ambientes semiáridos. Esta adaptação reflete melhor desempenho em áreas sob estresse, de forma que resistem aos impactos ambientais, principalmente aos antrópicos, que gera aridez no solo, e diminuição dos recursos oferecidos em tais áreas. Assim, com uma estratégia conservadora nos menores níveis, as espécies conseguem se manter no ambiente que apresenta condições adversas. Em áreas secas no geral, há dominância de espécies conservativas, associado ao melhor desempenho em sistemas sob estresse.

### **INFLUENCE OF ELEVATION GRADIENT IN THE DENSITY WOOD TO SHRUBBY-ARBOREAL SPECIES OF SERRA DA ARARA, PARAÍBA**

#### **ABSTRACT**

The floristic and structure of shrubby-arboreal vegetation along a elevational gradient is presented in different ways, resulting from environmental changes. In hot semi-arid climates, vegetation shows distinct ecological strategies in relation to Wood Density (WD), presenting pattern inversely proportional to the amount of water stored. It was aimed to evaluate the influence of elevational gradient in wood density from shrub-arboreal species in the Serra da

Arara in São João do Cariri/PB. For the phytosociological survey, were established 100 permanent plots (10 m x 10 m) spaced 10 m apart, forming a *continuum* in the gradient. To WD were included all individuals with height  $\geq 1$  meter and  $\geq 3$  cm in diameter at ground level (DGL). Were selected 17 species, whose sum represented about 93% of the total basal area. To influence the elevation gradient in WD was calculated the weighted average of the trait in the community (CWM) per plot, using the basal area. The area had mostly conservative species of resources, indicating better performance in areas under stress. The CWM values indicate negative relationship of elevational gradient with WD. In the smaller altitudinal levels there were dominance of species with high WD, as *C. blanchetianus*, *A. pyriformis* and *P. pyramidalis*, which are also characterized as pioneer in disturbed areas of Caatinga and typical of the region, which may indicate better adaptation of the species in the lower levels.

**Keywords:** Semi-arid; Elevational gradient; Functional Ecology

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, C. S. Densidade de madeira de espécies arbustivas-arbóreas em diferentes cotas altitudinais da Serra de Bodocongó, Semiárido Brasileiro. 2015.
- ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; RODAL, M. J. N. Florística e Fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botânica Brasilica**, v. 17, n. 2. P. 287-303. 2003.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, J. J. A. Caatinga do Cariri paraibano. **Revista Geonomos**, v. 17, n. 1, 2013.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga** – (Mossoró, Brasil), v. 22, n. 3, p. 126135, jul/set, 2009.
- ANDRADE, M. V. M.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; BRUNO, R. L. A.; GUEDES, D. S. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de Caatinga no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, 2009.

ARAÚJO, K. D.; ANDRADE, A. P.; RAPOSO, R. W. C.; ROSA, P. R. O.; PAZERA JR; E. Análise das condições meteorológicas de São João do Cariri no semi-árido paraibano. **GEOGRAFIA** (Londrina), v. 14, n. 1, p. 61-72, 2010.

ARAÚJO, K. D.; PARENTE, H. N.; ÉDER-SILVA, É.; RAMALHO, C. I.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D.. Estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de Caatinga no Cariri Paraibano. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Uberlândia, 3, 155-169, 2012.

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 Brasileira**, 11, 313-32. 2007.

BARBOSA, R. I.; FERREIRA, C. A. C. Densidade básica da madeira de um ecossistema de campina em Roraima, Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 4, p. 587-591, 2004.

BARRETO, A. B.; ARAGÃO, M. R. da S.; BRAGA, C. C. Estudo do ciclo diário do vento à superfície no Nordeste do Brasil. **XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Foz de Iguaçu-PR, 2002.

BORCHERT, R. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology**, p. 1437-1449, 1994.

BORCHERT, R.; RIVERA, G. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem-succulent trees. **Tree Physiology**, v. 21, n. 4, p. 213-221, 2001.

BUCCI, S. J., GOLDSTEIN, G., MEINZER, F. C., SCHOLZ, F. G., FRANCO, A. C., & BUSTAMANTE, M. Functional convergence in hydraulic architecture and water relations of tropical savanna trees: from leaf to whole plant. **Tree Physiology**, v. 24, n. 8, p. 891-899, 2004.

BUNKER, D.E.; DECLERCK, F.; BRADFORD, J.C.; COLWELL, R.K.; PERFECTO, I.; PHILLIPS, O.L.; SANKARAN, M. & NAEEM, S. Species loss and aboveground carbon storage in a tropical forest. **Science** 310: 1029-1031, 2005.

BYNG, J. W.; CHASE, M. W.; CHRISTENHUSZ, M. J. M.; FAY, M. F.; JUDD, W. S.; MABBERLEY, D. J.; SENNIKOV, A. N.; SOLTIS, D. E.; SOLTIS, P. S.; STEVENS, P. F. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical journal of the linnean society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

CARVALHO, E. C. D.; SOUZA, B. C.; TROVÃO, D. M. de 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, 2012.

CAVENDER-BARES, J.; KEEN, A.; MILES, B. Phylogenetic structure of Floridian plant communities depends on taxonomic and spatial scale. **Ecology**, v. 87, n. sp7, p. S109-S122, 2006.

CHAVE, J.; COOMES, D.; JANSEN, S.; LEWIS, S. L.; SWENSON, N. G.; ZANNE, A. E. Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology letters**, v. 12, n. 4, p. 351-366, 2009.

CHAVE, J., MULLER-LANDAU, H. C., BAKER, T. R., EASDALE, T. A., STEEGE, H. T., & WEBB, C. O. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. **Ecological applications**, v. 16, n. 6, p. 2356-2367, 2006.

CORNELISSEN, J. H. C.; LAVOREL, S.; GARNIER, E.; DÍAZ, S.; BUCHMANN, N.; GURVICH, D. E.; REICH, P. B.; STEEGE, H. T.; MORGAN, H. D.; van derHEIJDEN, M. G. A.; PAUSAS, J. G.; POORTER, H. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian journal of Botany**, v. 51, n. 4, p. 335-380, 2003.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta botânica brasílica.**, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006.

DÍAZ, S.; BRISKE, D. D.; MCINTYRE, S.; GRICE, A. C.; & HODGKINSON, K. C. Range management and plant functional types. In: Global rangelands: progress and prospects. VI International Rangeland Congress on 'People and Rangelands: Building the Future', Townsville, Australia, 1999. (pp. 81-100). **CABI Publishing**, 2002.

DINIZ, F. C. Composição e Estrutura de Comunidades Arbustivo/arbóreas ao Longo de um Gradiente Altitudinal no Semiárido Brasileiro. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, 2016.

DONOVAN, L. A.; MAHERALI, H.; CARUSO, C. M.; HUBER, H.; KROON, H. The evolution of the worldwide leaf economics spectrum. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 26, n. 2, p. 88-95, 2011.

FELFILI, M. F.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília: Universidade de Brasília, 55p, 2005.

FRANKS, S. J. Plasticity and evolution in drought avoidance and escape in the annual plant *Brassica rapa*. **New Phytologist**, v. 190, n. 1, p. 249-257, 2011.

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga. 2010.

GARNIER, E.; CORTEZ, J.; BILLÈS, G.; NAVAS, M. L.; ROUMET, C.; DEBUSSCHE, M.; LAURENT, G.; BLANCHARD, A.; AUBRY, D.; BELLMANN, A.; NEILL, C.; TOUSSAINT, J. P. Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. **Ecology**, v. 85, n. 9, p. 2630-2637, 2004.

GITAV, H.; NOBLE, I. R. O. What are functional types and how should we seek them. In: SMITH, T.M., SHUGART, H. H. and WOODWARD, F.I. Plant functional types: their relevance to ecosystem properties and global change. v. 1, cap. 1, n. 3, 1997.

GIULIETI, A. M.; NETA, A. L. B.; CASTRO, A. A. J. F.; GUAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da Vegetação Nativa do Bioma Caatinga. Biodiversidade da Caatinga: Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, p. 48-90, 2004.

GRIME, J. P. Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: mechanisms and consequences. **Journal of Vegetation Science**, v. 17, n. 2, p. 255-260, 2006.

HACKE, U. G.; SPERRY, J. S.; POCKMAN, W. T.; DAVIS, S. D.; McCULLOH, K. A. Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure. **Oecologia**, v. 126, n. 4, p. 457-461, 2001.

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.

HENRY, M.; BESNARD, A.; ASANTE, W. A.; ESHUN, J.; ADU-BREDU, S.; VALENTINI, R.; BERNOUX, M.; SAINT-ANDRÉ, L. Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 260, n. 8, p. 1375-1388, 2010.

KARGER, D. N.; WEIGELT, P.; AMOROSO, V. B.; DARNAEDI, D.; HIDAYAT, A.; KREFT, H.; KESSL, M. Island biogeography from regional to local scales: evidence for a spatially scaled echo pattern of tree diversity in the Southeast Asian archipelago. **Journal of Biogeography**, v. 41, p. 250-260, 2014.

KESSLER, M. The impact of population processes on patterns of species richness: lessons from elevational gradients. **Basic and applied Ecology**, v. 10, n. 4, p. 295-299, 2009.

KING, D. A.; DAVIES, S. J.; TAN, S.; SUPARDI, M. N. N. 2006. The role of wood density and stem support costs in the growth and mortality of tropical trees. **Journal of Ecology**, v.94, p.670-680, 2006.

LAVOREL, S.; GARNIER, E. Aardvarck to Zyzyxia—functional groups across kingdoms. **New Phytologist**, v. 149, n. 3, p. 360-363, 2001.

LIMA, A. L. 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, n. 11, p. 1363-1373, 2010.

LIMA, A. L. A., SAMPAIO, E. V. D. S. B., DE CASTRO, C. C., RODAL, M. J. N., ANTONINO, A. C. D., & DE MELO, A. L. Do the phenology and functional stem attributes of woody species allow for the identification of functional groups in the semiarid region of Brazil?. **Trees**, v. 26, n. 5, p. 1605-1616, 2012.

LOHBECK, M.; POORTER, L.; LEBRIJA-TREJOS, E.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; MEAVE, J. A.; PAZ, H.; PÉREZ-GERCÍA, E. A.; ROMERO-PÉREZ, I. L.; TAURO, A.; BONGERS, F. Successional changes in functional composition contrast for dry and wet tropical forest. **Ecology**, v. 94, n. 6, p. 1211-1216, 2013.



LOMOLINO, M. A. R. K. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. **Global Ecology and biogeography**, v. 10, n. 1, p. 3-13, 2001.

LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I. S.; VALE, V. S.; PRADO-JÚNIOR, J. A.; ARANTES, C. S. Historical review of studies in seasonal semideciduous forests in Brazil: a perspective for conservation. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 3, n. 1, 2012.

MARKESTEIJN, Lars; POORTER, Lourens. Seedling root morphology and biomass allocation of 62 tropical tree species in relation to drought-and shade-tolerance. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 2, p. 311-325, 2009.

MEDEIROS, R. M.; OLIVEIRA, R. C. S.; PEREIRA, A. R. Climatologia da precipitação no Município de São João do Cariri, PB Visando Mudanças Climáticas. In: III Encontro de Meio Ambiente UVA/UNAVIDA Desertificação: Implicações socioambientais no Semiárido Brasileiro. Campina Grande - Paraíba: UVA, 2014.

MEIRELES, L. D.; SHEPHERD, G. J.; KINOSHITA, L. S. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. **Revista Brasil. Botânica**, 31, 559-574. 2008.

OLIVEIRA, C. C.; ZANDAVALLI, R. B.; LIMA, A. L. A.; RODAL, M. J. N. Functional groups of woody species in semi-arid regions at low latitudes. **Austral Ecology**, v. 40, n. 1, p. 40-49, 2015.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAUJO, K. D. Composição florística e fitossociologia de um fragmento de caatinga em Monteiro, **Paraíba.Holos** v. 6, p. 73-87, 2012.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; LAVOREL, S.; POORTER, H.; JAUREGUIBERRY, P.; BRET-HARTE, M.S.; CORNWELL, W. K.; CRAINE, J. M.; GURVICH, D. E.; URCELAY, C.; VENEKLAAS, E. J.; REICH, P. B.; POORTER, L.; WRIGHT, I. J.; RAY, P.; ENRICO, L.; PAUSAS, J. G.; DE VOS, A. C.; BUCHMANN, N.; FUNES, G.; QUÉTIER, F.; HODGSON, J. G.; THOMPSON, K.; MORGAN, H. D.; TER STEEGE, H.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; SACK, L.; BLONDER, B.; POSCHLOD, P.; VAIERETTI, M. V.; CONTI, G.; STAYER, A. C.; AQUINO, S.; CORNELISSEN, J. H. C. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 61, n. 3, p. 167-234, 2013.

POORTER, L.; BONGERS, F. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. **Ecology**, v. 87, n. 7, p. 1733-1743, 2006.

POORTER, L.; WRIGHT, S.J.; PAZ, H.; ACKERLY, D. D.; CONDIT, R.; IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; HARMS, K. E.; LICONA, J.C.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; MAZER, J. S.; MULLER-LANDAU, H. C.; PEÑA-CLAROS, M.; WEBB, C. O.; WRIGHT, I. J. Are

functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. **Ecology**, v. 89, n. 7, p. 1908-1920, 2008.

PRADO-JUNIOR, J. A.; SCHIAVINI, I.; VALE, V. S.; ARANTES, C. S.; van der SANDE, M. T.; LOHBECK, M., POORTER, L. Conservative species drive biomass productivity in tropical dry forests. **Journal of Ecology**, 2016.

RAMOS, M. B. Influência dos fatores edáficos na composição e estrutura da comunidade arbustiva-arbórea ao longo de um gradiente altitudinal no semiárido brasileiro. 2015.

R Development Core Team. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2011.

REICH, P. B. The world-wide ‘fast–slow’ plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of Ecology**, v. 102, n. 2, p. 275-301, 2014.

REICH, P. B.; WRIGHT, I. J.; CAVENDER-BARES, J.; CRAINE, J. M.; OLEKSYN, J.; WESTOBY, M.; WALTERS, M. B. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, n. S3, p. S143-S164, 2003.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. A vegetação do bioma caatinga. *Vegetação & Flora de Caatinga: 2002*; Recife. Edited by Sampaio EVSB, GIULIETTI AM, VIRGINIO J, GAMARRA-ROJAS CFL, p. 49-90, 2002.

SANDERS, N. J.; MOSS, J.; WAGNER, D. Patterns of ant species richness along elevational gradients in an arid ecosystem. **Global ecology and biogeography**, v. 12, n. 2, p. 93-102, 2003.

SANDERS, N. J.; RAHBEEK, C. The patterns and causes of elevational diversity gradients. **Ecography**, v. 35, n. 1, p. 1, 2012.

SANTANA, J. A da S.; SOUTO, J. S. Diversidade e Estrutura Fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.

SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, M. T.; FIGUEIREDO, K. V.; FALCÃO, H. M.; ARRUDA, E. C. P.; ALMEIDA-CORTEZ, J.; SAMPAIO, E. V. S. B.; OMETTO, J. P. H. B.; MENEZES, R. S. C.; OLIVEIRA, A. F. M.; POMPELLI, M. F.; ANTONINO, A. C. D. Caatinga, the Brazilian dry tropical forest: can it tolerate climate changes?. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, n. 1, p. 83-99, 2014.

SHEPHERD, G.J. FITOPAC 2: Manual do usuário. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Depto. de Biologia Vegetal, CP 6109, CEP 13.083-970, Campinas, 2009.

SILANS, A. P. de; SILVA, F. M. da; BARBOSA, F. de A. dos R. Determinação in Loco da difusividade térmica num solo da região de Caatinga (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Fevereiro-Sin mes, 41-48. 2006.

- SILVA, F. K. G.; LOPES, S. F.; LOPEZ, L. C. S.; MELO, J. I. M.; TROVÃO, D. M. B. M. Patterns of species richness and conservation in the Caatinga along elevational gradients in a semiarid ecosystem. **Journal of Arid Environments**, 110, 47-5. 2014
- SINGH, K. P.; KUSHWAHA, C. P.. Emerging paradigms of tree phenology in dry tropics. **Current Science**, v. 89, n. 6, p. 964, 2005.
- SOUZA, B. C.; OLIVEIRA, R. S.; ARAÚJO, F. S.; LIMA, A. L. A.; RODAL, M. J. N.. Functional divergences and strategies of resistance to drought between tropical deciduous and evergreen species. **Rodriguésia**, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2015.
- STERCK, F.; MARKESTEIJN, L.; SCHIEVING, F.; POORTER, L. Functional traits determine trade-offs and niches in a tropical forest community. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(51), 20627–20632. 2011.
- SWENSON, N. G. The assembly of tropical tree communities – the advances and shortcomings of phylogenetics and functional trait analyses. **Ecography**, v. 36, n. 3, p. 264-276, 2013.
- SWENSON, N. G. The functional ecology and diversity of tropical tree assemblages through space and time: from local to regional and from traits to transcriptomes. **ISRN Forestry**, 2012.
- SWENSON, N. G.; ENQUIST, B. J. Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: wood density and its community-wide variation across latitude and elevation. **American Journal of Botany**, v. 94, n. 3, p. 451-459, 2007.
- SWENSON, N. G.; ENQUIST, B. J. Opposing assembly mechanisms in a Neotropical dry forest: implications for phylogenetic and functional community **Ecology**, v. 90, n. 8, p. 2161-2170, 2009.
- TROVÃO, D. M. de B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A. de; DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 11, n. 03. p. 307-311, 2007.
- TRUGILHO, P. F; DA SILVA, D. A., FRAZÃO, F. J. L., & DE MATOS, J. L. M. Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. **Acta amazônica**, v. 20, p. 307-319, 1990.
- VITORIO, L. A. P. Densidade da madeira de espécies da Caatinga. 2013.
- WESTOBY, M.; WRIGHT, I. J. Land-plant ecology on the basis of functional traits. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 21, n. 5, p. 261-268, 2006.
- WRIGHT, I. J.; REICH, P. B.; WESTOBY, M.; ACKERLY, D. D.; BARUCH, Z.; BONGERS, F.; CAVENDER-BARES, J.; CHAPIN, T.; CORNELISSEN, J. H. C.; DIEMER, M.; FLEXAS, J.; GARNIER, E.; GROOM, P. K.; GULIAS, J.; HIKOSAKA, K.; LAMONT, B. B.; LEE, T.; LEE, W.; LUSK, C.; MIDGLEY, J. J.; NAVAS, M. L.; NIINEMETS, U.; OLEKSYN, J.; OSADA, N.; POORTER, H.; POOT, P.; PRIOR, L.; PYANKOV, V. I.;

ROUMET, C.; THOMAS, S. C.; TJOELKER, M. G.; VENEKLAAS, E. J.; VILLAR, R. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 428, n. 6985, p. 821-927, 2004.

WRIGHT, S. J.; KITAJIMA, K.; KRAFT, N. J. B.; REICH, P. B.; WRIGHT, I. J.; BUNKER, D. E.; CONDIT, R.; DALLING, J. W.; DAVIES, S. J.; DÍAZ, S.; ENGELBRECHT, B. M. J.; HARMS, K. E.; HUBBEL, S. P.; MARKS, C. O.; RUIZ-JAEN, M. C.; SALVADOR, C. M.; ZANNE, A. E. Functional traits and the growth–mortality trade-off in tropical trees. **Ecology**, v. 91, n. 12, p. 3664-3674, 2010.

ZANNE, A. E.; WESTOBY, M.; FALSTER, D. S.; ACKERLY, D. D.; LOARIE, S. R.; ARNOLD, S. E.; & COOMES, D. A. Angiosperm wood structure: global patterns in vessel anatomy and their relation to wood density and potential conductivity. **American Journal of Botany**, v. 97, n. 2, p. 207-215, 2010.