



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPUS I – CAMPINA GRANDE

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS

CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

KATYANNE MACIEL COSTA PEREIRA

**REPRESENTAÇÃO DA ARQUITETURA DE COPA DE INDIVÍDUOS JOVENS
DE *Poincianella pyramidalis* (TUL) L.P. QUEIROZ (Catingueira) ESPÉCIE DA
CAATINGA BRASILEIRA**

CAMPINA GRANDE – PB

MAIO 2016

KATYANNE MACIEL COSTA PEREIRA

**REPRESENTAÇÃO DA ARQUITETURA DE COPA DE INDIVÍDUOS JOVENS
DE *Poincianella pyramidalis* (TUL) L.P. QUEIROZ (Catingueira) ESPÉCIE DA
CAATINGA BRASILEIRA**

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

Orientadora: Dr^a Dilma Maria de Brito Melo Trovão - Departamento de Biologia,
Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

Co-orientador: Dr. Sérgio de Faria Lopes - Departamento de Biologia, Universidade
Estadual da Paraíba, Campina Grande.

CAMPINA GRANDE – PB

Maio 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.

P436r Pereira, Katyanne Maciel Costa.
Representação da arquitetura de copa de indivíduos jovens de *Poincianella pyramidallis* (tul) L.p. Queiroz (catingueira) espécie da caatinga brasileira [manuscrito] / Katyanne Maciel Costa Pereira. - 2016.
39 p. : il.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2016.
"Orientação: Profa. Dra. Dilma Maria de Brito Melo Trovão, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Caatinga. 2. *Poincianella pyramidallis*. 3. Catingueira. 4. Crescimento vegetal. I. Título.

21. ed. CDD 581.7

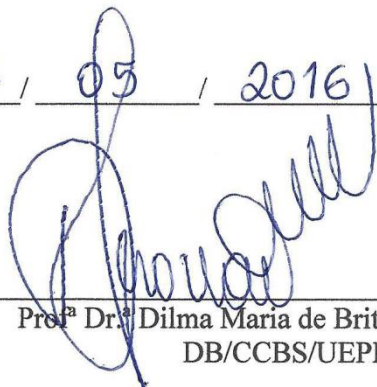
KATYANNE MACIEL COSTA PEREIRA

**REPRESENTAÇÃO DA ARQUITETURA DE COPA DE INDIVÍDUOS JOVENS
DE *Poincianella pyramidalis* (TUL) L.P. QUEIROZ (Catingueira) ESPÉCIE DA
CAATINGA BRASILEIRA**

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

Aprovada em


14 / 05 / 2016



Prof^ª Dr.^ª Dilma Maria de Brito Melo Trovão
DB/CCBS/UEPB



Prof^ª Dr.^ª Karla Patrícia de Oliveira Luna
DB/CCBS/UEPB



Prof^ª Dr.^ª Érica Caldas Silva de Oliveira
DB/CCBS/UEPB

*Dedico à Deus, por ser essencial em
minha vida e a minha mãe Suely, que é a
minha base e o meu maior exemplo!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela força, coragem e fé depositada em mim.

A professora Dilma Trovão pela confiança em mim depositada com tanto carinho, humildade, orientação e respeito, enfrentando juntas os obstáculos que surgiram.

Ao professor Sérgio Faria pela atenção e correções, que foram fundamentais para a finalização do trabalho.

Ao colega Marcos por tanta contribuição e se mostrar sempre disponível em cooperar nessa jornada científica e Gyslaynne (em especial) pela grande parceria formada em campo e em casa. Nas coletas e dúvidas diárias, contando nós e conectores sem fim. Muito obrigada, sua ajuda foi essencial!

A Dona Socorro e Seu Albéris, por tanto carinho, acolhimento em sua casa e paciência, durante as coletas de campo.

Ao mateiro seu Dida, pelo grande conhecimento ecológico tradicional. Foi muito importante nas coletas de campo.

A minha mãe, por tanto esforço direcionado, apoio, incentivo e amor. A senhora é o meu maior exemplo de vida acadêmica e pessoal. Obrigada por tudo, mãe!

Aos meus irmãos por todo incentivo dado, mesmo sem saberem. A certeza que nunca estarei só.

Ao meu marido Luan, por nunca faltar paciência, carinho, amor, companheirismo e dedicação durante toda minha história na graduação. Você representa boa parte desta conquista.

A minha princesa Maria Alice, que mesmo no ventre, mandou tanta força e fé para a mamãe, não me deixando desanimar ou desistir na reta final. Te amo, filha!

Aos amigos da graduação que deixaram a jornada mais leve, somando e dividindo.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para essa conquista.

Muito Obrigada!!!

RESUMO

A arquitetura de copa de *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz foi representada e analisada através de uma rede de nós e conectores, objetivando apresentar os esquemas representativos e verificar se há um padrão na disposição dessas estruturas em indivíduos jovens da referida espécie. Como critérios de inclusão amostraram-se os indivíduos com diâmetro $< 3,25\text{cm}$ e altura $< 2,25\text{m}$. As mensurações foram realizadas em um fragmento florestal localizado no semiárido brasileiro, região de Caatinga, no município de Barra de Santana-PB. Para cada indivíduo foi contabilizado o número de conectores, nós regulares, nós finais e nós de emissão, além das distâncias entre os diferentes tipos de nós. Os resultados mostraram que os tipos de nós que ocorreram com maior frequência nesses indivíduos foram os nós regulares e nós finais. Os indivíduos 1 e 5 com diâmetro ao nível do solo (DNS) 3,24 e de 1,72 respectivamente, foram os que apresentaram o maior número tanto de conectores como de nós. Dessa forma, com base nos dados obtidos através de uma nova e proficiente metodologia que destaca a diferenciação no número de nós e conectores, pode-se afirmar que não houve um padrão de desenvolvimento nesses indivíduos jovens.

Palavras-chave: Caatinga, morfologia, rede de nós, padrão de desenvolvimento.

ABSTRACT

The *Poincianella pyramidalis* canopy architecture (Tul) L.P. Queiroz was represented and analyzed through a network of nodes and connectors, aiming at presenting the representative schemes and verify that there is a standard provision in these structures in young individuals of that species. As inclusion criteria are sampled them with diameter <3.25 and height <2.25 . The measurements were performed in a forest fragment located in the Brazilian semiarid region, Caatinga region, in the municipality of Santana-PB Bar. For each individual was recorded the number of connectors, we regular, end nodes and issue and the distances between the different types of nodes. The results showed that the types of nodes that occurred more frequently in these individuals were regular and we end nodes. Individuals 1 and 5 in diameter at ground level (DNS) 3.24 and 1.72 respectively, were those with the highest number of both connectors to us. Thus, based on data obtained through a new and proficient methodology that highlights the difference in the number of nodes and connectors, it can be said that there was a pattern of development in these young individuals.

Keywords: Caatinga, morphology, network nodes, development pattern.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização do município de Barra de Santana no estado da Paraíba (NE, Brasil), inserida na Microrregião do Cariri Oriental.....17
- Figura 2:** Esquema gráfico apresentando os tipos de nós e diferentes distâncias analisadas. Distâncias: IF = nó inicial para cada nó final; IE = nó inicial para cada nó de emissão; FF = nó final para o nó final vizinho; NE = nó regular (cada um deles) para o nó de emissão mais próximo.....20
- Figura 3:** Fotos tiradas em dias de coleta. a) Medição do perímetro; b) Folhas da *P. pyramidalis*; c),d) Indivíduos jovens selecionados.....23
- Figura 4:** Rede com nós e conectores do indivíduo 1 de *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz.....26
- Figura 5:** Rede com nós e conectores do indivíduo 2 de *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz.....27
- Figura 6:** Rede com nós e conectores do indivíduo 3 de *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz.....28
- Figura 7:** Rede com nós e conectores do indivíduo 4 de *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz.....29
- Figura 8:** Rede com nós e conectores do indivíduo 5 de *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz.....30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Totalidade no número de cada nó, número de conectores e total de nós de cada indivíduo jovem analisado, juntamente com as devidas médias, desvio e erro padrão. NR: nó regular; NF: nó final; NE: nó de emissão.....24

Tabela 2: Médias e erro-padrão (\pm EP) das distâncias medidas em número de conectores entre os diferentes tipos de nós.....25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 Geral.....	12
2.2 Específicos.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
3.1 Caatinga.....	13
3.2 <i>Poincianella pyramidalis</i> (tul) L. P. Queiroz.....	14
3.3 Arquitetura de Copa.....	15
3.4 Crescimento Vegetal.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 Área de Estudo.....	17
4.2 Obtenção dos dados referentes aos nós e conectores.....	19
4.3 Representação dos indivíduos em redes.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6. CONCLUSÃO.....	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1. Introdução

O modelo arquitetônico de uma planta, reúne componentes que dizem respeito à sua forma, tipo biológico, localização e/ou orientação no espaço e a forma como se relacionam (GODIN, 2000). Segundo Zhang et al (2009), espécies que conseguem se adaptar e desenvolver uma arquitetura ideal para o ambiente, por sua vez, conquistam uma vantagem em sua produtividade, mas quando há um desequilíbrio dos fatores limitantes ao desenvolvimento, o organismo é então submetido a uma situação de estresse, podendo ser biótico ou abiótico, com conseqüente diminuição no seu potencial reprodutivo e de crescimento. As plantas são frequentemente submetidas a situações de estresse, que podem interferir no número de ramificações e na altura da planta.

Os estudos envolvendo arquitetura de copa, são considerados um avanço em relação às pesquisas que buscam compreender a morfologia das plantas, dessa forma, consistindo em uma análise com abordagem dinâmica, contemplando vários níveis (BARTHÉLÉMY; CARAGLIO, 2007). A forma como a planta se desenvolve está diretamente ligada ao seu sucesso reprodutivo, sendo assim, um estudo de grande importância ecológica. Dessa forma, a relação entre o tamanho e a forma de árvores, pode refletir estratégias adaptativas de uma espécie para captação de recursos ao longo do seu desenvolvimento (KING 1990; WEINER et al, 2009).

O crescimento e desenvolvimento da parte aérea da planta são comprometidos quando ficam diante de situações com baixa aptidão de água. Souza et al (2011), levou adiante estudos envolvendo essa temática, quando analisaram estratégias arquitetônicas de árvores do Cerrado, apontando a existência de uma relação entre a fenologia foliar e a estrutura de ramificação das copas de espécies arbóreas, por meio de uma rede contendo nós e conectores. Godin, (2000), aponta que os modelos estruturais da copa de uma planta, podem ser utilizados para obter informações morfofisiológicas de grande importância sobre a espécie estudada e sua interação com o microambiente e seus modelos de desenvolvimento.

O Cariri é uma microrregião do estado da Paraíba, com uma área de 11.192 km² (SOUZA et al. 2009), situado no planalto da Borborema num polígono conhecido como “diagonal da seca” e composto por 29 municípios (ALVES, 2009). Essa região é formada pelo Cariri Ocidental e o Cariri Oriental e apresenta a menor densidade demográfica do Estado (BARBOSA et al. 2007). Assim, como em outras regiões que

estão sob o domínio vegetacional da Caatinga, no Cariri paraibano também é possível visualizar um mosaico de fisionomias, resultado do histórico de ações antrópicas ao longo dos anos (BARBOSA et al. 2007, ALVES 2009).

A Caatinga possui um clima propício a déficit hídrico e essa falta de água acontecendo nos tecidos e/ou solo, causado pela alta taxa de evapotranspiração, pode causar certo comprometimento das funções vitais ou mesmo, estimular o vegetal a apresentar respostas adaptativas, tornando possível sua sobrevivência por longos períodos de escassez de chuvas (KRIEG, 1993). Silva et al (2004), argumentam que é comum encontrar em áreas de Caatinga, espécies vegetais com características fisiológicas e/ou morfológicas similares e que permitem o seu estabelecimento, resistindo a esses períodos de estresse hídrico.

Diante de uma fisionomia vegetacional tão peculiar, submetida a condições climáticas e de solo tão diversa em relação as outras formações vegetacionais características do Brasil, busca-se analisar características anatomo-fisiológicas que esclareçam aspectos de sobrevivência em condições de alta intensidade luminosa, elevadas temperaturas e baixo potencial hídrico no solo. Assim, buscou-se nesta pesquisa realizar a caracterização da arquitetura de copa de *Poincianella. Pyramidalis* (tul) L. P. Queiroz, espécie típica da Caatinga, buscando esclarecer aspectos que elucidem as adaptações as condições existentes nessa savana brasileira, pois sabe-se que a arquitetura da copa influencia no transporte de água, interceptação de luz, bem como a assimilação e alocação de carbono (SOUZA, 2011), mas pouco se sabe acerca das estratégias de crescimento e ramificação adotados por espécies em áreas de Caatinga.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a estrutura heterotrófica de indivíduos de *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz, espécie endêmica da Caatinga a fim de verificar se há um padrão no desenvolvimento da estrutura nas condições avaliadas de desenvolvimento.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Representar a arquitetura de copa de *P. pyramidalis* por meio de uma rede composta de nós e conectores;
- Contabilizar, conferir e analisar o número de nós e conectores em cada rede formada;
- Conferir a existência de um padrão nas redes de cinco indivíduos do mesmo estágio de desenvolvimento.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CAATINGA

A Caatinga apresenta um território de aproximadamente 900 mil Km², correspondendo a 54% da região nordeste do Brasil, com um domínio vegetacional que se distribui ao longo dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Piauí, Bahia e Minas Gerais (BARBOSA et al., 2003; MMA, 2014). A Caatinga, sendo este um bioma e classificado por Giacomitti (1993) como um dos centros de diversidade, possui uma rica biodiversidade, fundamental para o equilíbrio econômico da população local com seu potencial forrageiro, frutífero, medicinal, madeireiro e faunístico.

Ocupando cerca de 11% do território nacional, é o único bioma exclusivamente brasileiro, apresentando uma fauna e flora singular, com muitas espécies não encontradas em nenhum outro lugar do planeta (SCHOBER, 2002). Com um clima característico da região, quente e semiárido, acaba por proporcionar às suas espécies inúmeras adaptações relativas aos fatores ambientais como espécies caducifólias, herbáceas anuais, suculência, acúleos e espinhos, predominância de arbustos e árvores de pequeno porte e cobertura descontínua da copa (GIULIETTI et al., 2004). Assim, o conhecimento dessas variáveis fisiológicas possibilita o entendimento de como as espécies vegetais tendem a se estabelecer neste ambiente, resistindo ao período das secas, considerados inóspitos.

A Caatinga é um exemplo típico de regiões importantes que vão além da riqueza e diversidade de espécies, cerca de 41% da região não foi amostrada e 80% subamostrada, sendo as áreas menos impactadas as com menores esforços de coleta (Leal et al 2003) possuindo cerca de 7% em unidades de conservação, menos de 1% em unidades de proteção integral. Assim, é notório a grande importância da criação de novas unidades de conservação, aumentando as áreas protegidas, assim como melhoria das gestões já criadas (MMA, 2012)

Contudo, poucos são os trabalhos envolvendo o comportamento das espécies da Caatinga face às condições de estresse a que são continuamente submetidas. Situação essa que pode ser explicada pelo argumento de que a Caatinga é o resultado da modificação de outra formação vegetal, apresentando baixa diversidade de plantas, sem espécies endêmicas e altamente modificada pelas ações antrópicas (SILVA et al., 2004).

Fazendo-se necessário, pesquisas que envolvam os aspectos fisiológicos que permitam o entendimento de como essas plantas sobrevivem e suas estratégias evolutivas, as adaptações presentes nas espécies caracterizam-nas funcionalmente quanto às suas estratégias de sobrevivência (TROVÃO, et al. 2007).

3.2 *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz

A catingueira pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae e compreende cerca de 171 gêneros com aproximadamente 2.250 espécies tropicais e subtropicais (SCHRIRE et al., 2005).

Poincianella pyramidalis é uma espécie arbórea, popularmente conhecida como catingueira verdadeira, catingueira da folha larga, catinga de porco e pau-de-rato, é bastante característica e endêmica da Caatinga, ocorrendo nos Estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Piauí, Sergipe e Bahia (LEWIS 1998, GIULIETTI et al. 2004, MAIA 2004), ainda tendo ocorrência confirmada também no Norte, mais especificamente no Amazonas (FLORA DO BRASIL, 2015) encontrando-se no topo das listas nos estudos realizados no bioma Caatinga (SAMPAIO et al 2005). Barbosa et al. (2003) classificaram, em seu estudo com espécies lenhosas da Caatinga, como espécie decídua. Porém, em locais de maior umidade, o autor pode verificar que esta espécie se comportou como perenifólia, não perdendo suas folhas (BARBOSA et al., 2003), o que demonstra a capacidade de aclimatação da espécie para sobrevivência em diferentes condições ambientais.

Assim, a catingueira é facilmente encontrada em condições adversas, o que facilita a sua utilização pelo homem, que mesmo nas épocas de seca aproveita as potencialidades que a planta oferece, tais como: o uso na medicina popular no tratamento de infecções, o uso de sua madeira como lenha, carvão e construções, uso agropecuário, na alimentação de bovinos, caprinos e ovinos, as cinzas de sua madeira são usadas na fabricação de sabão (SANTOS et al, 2013). A adaptação desta espécie ao déficit hídrico foi posta em prática também, por Antunes et al. (2011), onde foi testada a germinação de sementes sob estresse e observada a determinação das sementes que, mesmo sendo expostas a nove dias de déficit hídrico, foram resistentes, sugerindo dessa forma, um possível ajustamento osmótico das sementes.

Além disso, *P. pyramidalis* também é bastante recomendada para o reflorestamento por suportar muito bem o transplante e conseguir se estabelecer apesar das dificuldades ambientais que possam ser encontradas (MAIA, 2012). Assim, o conhecimento de estratégias de crescimento e sobrevivência desta espécie no ambiente Caatinga é importante para fins de conservação e planejamentos de manejo.

3.3 ARQUITETURA DE COPA

Hallé et al. (1978) iniciaram o conceito de arquitetura de copa, descrevendo que cada árvore tem seu programa de crescimento individual, sendo controlado por genes, ao analisar a copa de árvores tropicais, demarcando que o formato final pode ser modificado, mas os fatores genéticos continuam sempre a se desenvolver. Segundo os mesmos autores, existem chaves que foram sempre observadas quando as copas das árvores eram identificadas, como a direção do crescimento das hastes, o arranjo dos ramos, florações laterais ou terminais. Mas não há, no entanto, uma definição que reúna as utilizações da arquitetura de uma planta, variando o conceito de acordo com a proposta a ser analisada (GODIN, 2000).

A arquitetura de copa promove auxílio ao estudo sobre a morfologia das plantas, e o entendimento estrutural e dinâmico de florestas tropicais (OLDMAN et al 1990). Basicamente, três tipos de informação podem ser obtidas a partir da arquitetura da planta: decomposição, geométrica e topológica. A informação geométrica descreve a posição espacial dos componentes, a decomposição indica quais os componentes básicos da estrutura da planta e a informação topológica mostra como os componentes estão ligados uns aos outros sob as regras de um sistema de ramificação (GODIN, 2000).

Dessa forma, a estrutura heterogênea de uma planta depende da natureza e arranjo relativo de cada uma das suas partes, expressando assim, um equilíbrio entre os processos endógenos e exógenos, relativos ao seu crescimento e exercidos pelo ambiente, respectivamente. O modelo arquitetônico reflete uma estratégia de crescimento que está totalmente ligada tanto à forma em que a planta desenvolve o seu formato, como a arquitetura resultante, expressando a natureza e a sequência de

atividade dos processos morfogenéticos do organismo (BARTHÉLÉMY & CARAGLIO, 2007).

A representação de toda a copa de uma planta é uma ferramenta útil tanto para caracterização da ramificação da parte aérea, como dos possíveis caminhos do fluxo em massa de água, nutrientes, minerais e fotoassimilados pelo corpo da planta, para um possível entendimento (SOUZA et al, 2009). Em ambientes onde as espécies apresentam características de adaptações a fatores ambientais estressantes, como o déficit hídrico, o estudo da arquitetura de copa é importante para o entendimento da dinâmica de crescimento e as estratégias de sobrevivência utilizadas pelas plantas nestes ambientes, para avaliar a relação entre a representação da arquitetura da copa e o seu crescimento inicial (SOUZA et al, 2009).

3.4 CRESCIMENTO VEGETAL

Encinas et al. (2005) propagam que, o crescimento das árvores está intimamente associado ao fator tempo e às condições ambientais do local. Então, nas regiões tropicais, os fatores climáticos e as interações entre espécies estão frequentemente relacionados com a sazonalidade dos eventos fenológicos nas plantas, tanto sob o aspecto de comunidade, quanto de espécie. Quando realizada de forma sistemática, a observação fenológica reúne informações sobre o estabelecimento das espécies, períodos de crescimento e reprodução e disponibilidade de recursos alimentares, que podem estar associados a mudanças na qualidade e na quantidade de recursos abióticos, e dessa forma, refletindo nas estruturas da copa (SANTOS; FERREIRA 2013).

Aliadas às características intrínsecas das plantas, as variações climáticas também exercem influência sobre a periodicidade pela qual os eventos fenológicos se manifestam (NOGUEIRA, et al 2013). A disponibilidade hídrica é um dos importantes fatores ambientais capaz de influenciar o processo de germinação de sementes e o estabelecimento das plântulas, visto que os vegetais são geralmente mais sensíveis ao déficit hídrico nas fases iniciais do desenvolvimento (BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998).

Eventos fenológicos reprodutivos sazonais e sincronizados podem representar vantagens adaptativas para muitas espécies tropicais. Wright e Van Schaik (1994), afirmaram que algumas plantas iniciam a produção de flores estimuladas pela variação sazonal na irradiação solar e apresentam frutos maduros no final da estação seca e início da estação chuvosa, o que proporciona maiores chances de sobrevivência às plântulas.

A morfologia e características de desenvolvimento em diferentes partes de uma planta variam dependendo da arquitetura da espécie, do microambiente, e dos limites ecológicos onde a mesma iniciou seu crescimento (PORTELA & SANTOS, 2003). Essas relações também variam de acordo com a espécie em questão e com a fase de desenvolvimento em que a planta se encontra (ALVES & SANTOS 2002). Os indivíduos podem sofrer transformações ao longo do seu crescimento e as pressões ecológicas acabam por influenciar a alometria de indivíduos pequenos de espécies arbóreas, sendo dessa forma, determinantes na arquitetura de copa. (PORTELA & SANTOS, 2003).

4. MATERIAL E MÉTODOS

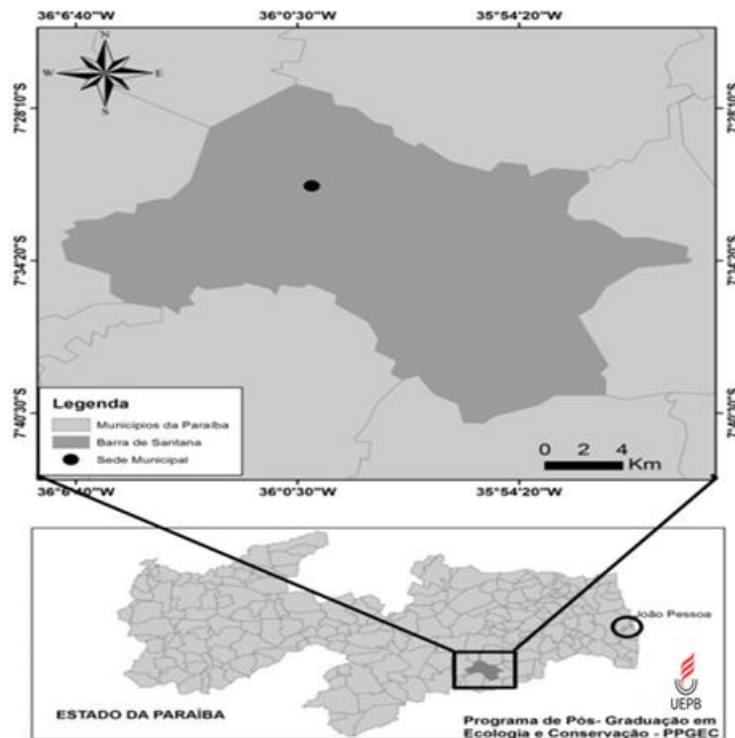
4.1 Área de estudo

As atividades de coleta de dados e mensuração dos indivíduos, foram realizadas na fazenda Pocinho, propriedade particular (7° 29' 48'' S, 35° 58' 13'' W), localizada no município de Barra de Santana, estado da Paraíba (Figura 1). A área está inserida na microrregião Cariri Oriental, mesorregião da Borborema (AESAs, 2015) em uma região geograficamente marcada pelo polígono da seca (ALVES, 2009). O clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo AW, estação invernal ausente, com acentuada sazonalidade climática. Apresenta geralmente uma estação chuvosa com duração de 3 ou 4 meses do ano podendo apresentar-se com registros mínimos nos meses de outubro e novembro, a média anual de pluviosidade fica em torno de 450 mm, (AESAs 2015), a temperatura média é de 25°C e umidade relativa do ar em volta de 50% (BARBOSA et al, 2007).

A vegetação predominante é do tipo Caatinga hiperxerófila, floresta caducifolia e subcaducifolia, apresentando áreas conservadas com cobertura vegetal que são altamente adaptadas às condições adversas do local. Estudos florísticos realizados na região do cariri paraibano evidenciaram a presença de espécies das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Cactaceae, Leguminosae, Asteraceae, Convolvulaceae, Poaceae, Solanaceae, Rubiaceae, Apocynaceae, entre outras, sendo *Poincianella pyramidalis* (Fabaceae), muito representativa em todos os levantamentos florísticos (BARBOSA et al. 2007).

O solo considerado predominante no fragmento selecionado é do tipo vertissolo, que são constituídos por material mineral, podendo ser pouco profundos a profundos, ocorrendo também solos rasos, e quanto a drenagem imperfeitamente a mal drenados, em alguns casos moderadamente drenados e com permeabilidade a água muito lenta. Possuem teores elevados de cálcio e magnésio. Esse tipo de solo apresenta-se bem distribuído em ambientes de bacias sedimentares da região semiárida no Nordeste brasileiro (EMBRAPA, 2000).

Figura 1: Localização do município de Barra de Santana no estado da Paraíba (NE, Brasil), inserida na Microrregião do Cariri Oriental.



4.2 Obtenção dos dados referentes aos nós e conectores

A forma de analisar os ramos e as suas interligações na copa toda dos indivíduos ocorreu por meio de uma rede formada por componentes básicos, incluindo conectores e nós. Utilizou-se a metodologia desenvolvida por Souza et al (2011), que em uma rede de representação da estrutura heterotrófica aérea vegetativa definiu que os nós são as regiões de ramificação em ramos parentais e os conectores são os ramos que se estendem a partir dos nós e ligam um ao outro.

Ainda de acordo com a metodologia sugerida por Souza et al (2011), cada nó foi classificado da seguinte maneira: nó regular, quando conectado a três conectores, sendo um de origem e os dois outros que se originam do nó; nó de emissão, quando conectado a três ou mais conectores, sendo um de origem e três ou mais que se originam do nó. De acordo com a posição dos nós na rede, eles foram classificados como: nó inicial, apresentando um conector que é ligado à parte subterrânea da planta e outros que dão início a toda ramificação aérea; nó final, ligado a apenas um conector, que lhe dá

origem, encontrado então no final de cada ramificação, onde não há mais emissões de conectores, também podendo ser um nó regular ou de emissão.

Também foram consideradas quatro diferentes tipos de distâncias de acordo com a quantidade de conectores entre os nós, dessa forma, o número de conectores entre o nó inicial e cada nó final, foi chamada de distância IF. Já o número de conectores entre o nó inicial e cada nó de emissão, foi denominada IE. Verificou-se a distância entre dois nós finais vizinhos (FF) e a distância entre cada nó regular e um nó de emissão mais próximo denominada NE (Figura 2). Estas distâncias servem para mensurar o grau de dificuldade de alocação de informação e massa e as estratégias adotadas por uma planta para atender toda a demanda que a copa necessita (SOUZA et al. 2011).

Para comparar as distâncias encontradas em cada indivíduo foram calculadas as médias e os desvios-padrão para cada distância analisada além da quantidade total de nós, de conectores, de nós finais e de nós de emissão (SOUZA et al., 2011). A média de altura dos indivíduos analisados foi de $147,2 \text{ cm} \pm 24,13 \text{ cm}$ e a média dos diâmetros ao nível do solo dos indivíduos foi $2,62 \text{ cm} \pm 0,57 \text{ cm}$.

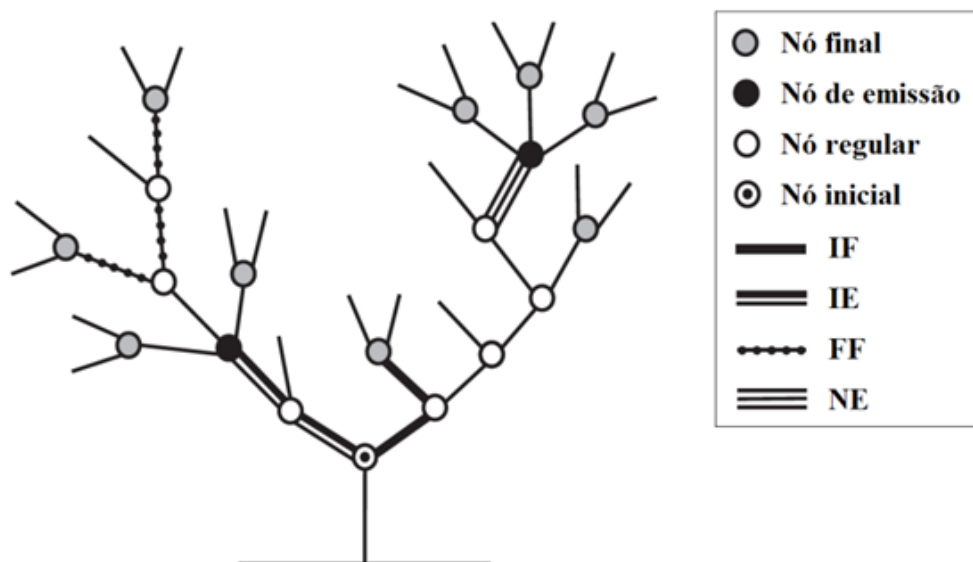


Figura 1: Esquema gráfico apresentando os tipos de nós e diferentes distâncias analisadas. Distâncias: IF = nó inicial para cada nó final; IE = nó inicial para cada nó de emissão; FF = nó final para o nó final vizinho; NE = nó regular (cada um deles) para o nó de emissão mais próximo (CAVALCANTI JR 2014).

4.3 Representação dos indivíduos em redes

Os indivíduos foram selecionados de acordo com o valor do diâmetro ao nível do solo (DNS). Foi estabelecido $DNS < 3,25\text{cm}$ e a altura de 2,25m para se ter um parâmetro do estágio de desenvolvimento, tentando-se padronizar o diâmetro como referência. Para a seleção foram feitas escolhas aleatórias de cinco indivíduos de *P. pyramidalis* obedecendo-se o critério de inclusão, com altura e DNS de acordo com o estabelecido. Onde afixados no solo, teve-se acesso a toda estruturação de suas copas. Todos os nós e conectores de cinco indivíduos de *P. pyramidalis* sob condições naturais foram registrados (Figura 4).

A coleta das informações para representação gráfica e análise de nós e conectores deu-se pela identificação dos nós e representação em campo de toda a copa dos indivíduos. Iniciava-se a contagem a partir do nó inicial, próximo ao solo e que dá origem a toda a ramificação aérea da árvore, seguindo, individualmente, até cada um dos nós finais existentes. Em campo os desenhos eram feitos à mão, com auxílio de prancha, folha e caneta e posteriormente foi feita a representação gráfica das copas dos 5 indivíduos. As fitas coloridas eram utilizadas a fim de demarcar os locais que estavam sendo representados na prancha de desenho e evitar a contagem repetida em decorrência da complexidade das copas analisadas, posteriormente utilizou-se o software Corel Draw X6 para melhor expor a representação gráfica das redes.



Figura 3: Imagens da espécie em estudo. A) Medição do perímetro; B) Detalhe de folhas da *P. pyramidalis*; C) e D) Indivíduos selecionados. Fotos: PEREIRA, K.M.C., (2015)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se representados na Tabela 1, a média de nós e conectores. O indivíduo 5 apresenta o maior número tanto de nós como conectores, seguido pelo o indivíduo 1. Apesar de ambos possuírem os maiores valores de nós e conectores, o indivíduo 1 se mostrou mais ramificado que o indivíduo 5, possuindo um valor mais elevado de nós de emissão, evidenciando que estes indivíduos apresentam estratégias diferenciadas de conquista do espaço aéreo. Os nós regulares e os finais foram os que tiveram a maior frequência entre os indivíduos, apresentando médias de 46,8 e 43,6; respectivamente.

Tabela 1: Número de cada nó, número de conectores e total de nós de cada indivíduo jovem analisado, juntamente com as devidas médias, desvio e erro padrão. Onde NR: nó regular; NF: nó final; NE: nó de emissão.

Indivíduos	NR	NF	NE	Nº Conectores	Total de nós
1	68	85	13	164	166
2	18	14	4	36	36
3	31	18	3	52	52
4	20	15	1	36	36
5	97	86	4	184	187
Média	46,8	43,6	5,00	94,4	95,4
Desvio	34,52	38,28	4,64	73,30	74,69
Erro padrão	15,44	17,12	2,07	32,78	33,40

Pode-se observar que as maiores distâncias foram IF (nó inicial para nó final) e IE (nó inicial para nó de emissão) (Tabela 2). Esse valor representa a distância média de conectores que alguma informação (hormônios) e/ou a massa (água, nutrientes e fotossintatos) enfrenta para atender toda a copa (SOUZA et al, 2011). A menor média foi observada na distância FF, indicando que a copa conquista o espaço aéreo por meio

de ramificações e mais ramificações de ramos com curtas distâncias entre os nós finais vizinhos, ao invés de alongamento dos ramos com número elevado de nós regulares e consequente maiores distâncias FF (SOUZA et al, 2011).

Tabela 2: Médias e erro-padrão (\pm EP) das distâncias medidas em número de conectores entre os diferentes tipos de nós.

Distâncias	<i>Média e erro padrão</i>
IF (do inicial para o final)	$7,99 \pm 0,17$
IE (do nó inicial para os de emissão)	$6,08 \pm 0,55$
FF (entre nós finais vizinhos)	$2,87 \pm 0,12$
NE (de cada nó regular para um de emissão mais próximo)	$4,97 \pm 0,21$

Figura 4: Rede com nós e conectores do indivíduo 1 de *Poincianella pyramidalis* (Tul)
L.P. Queiroz

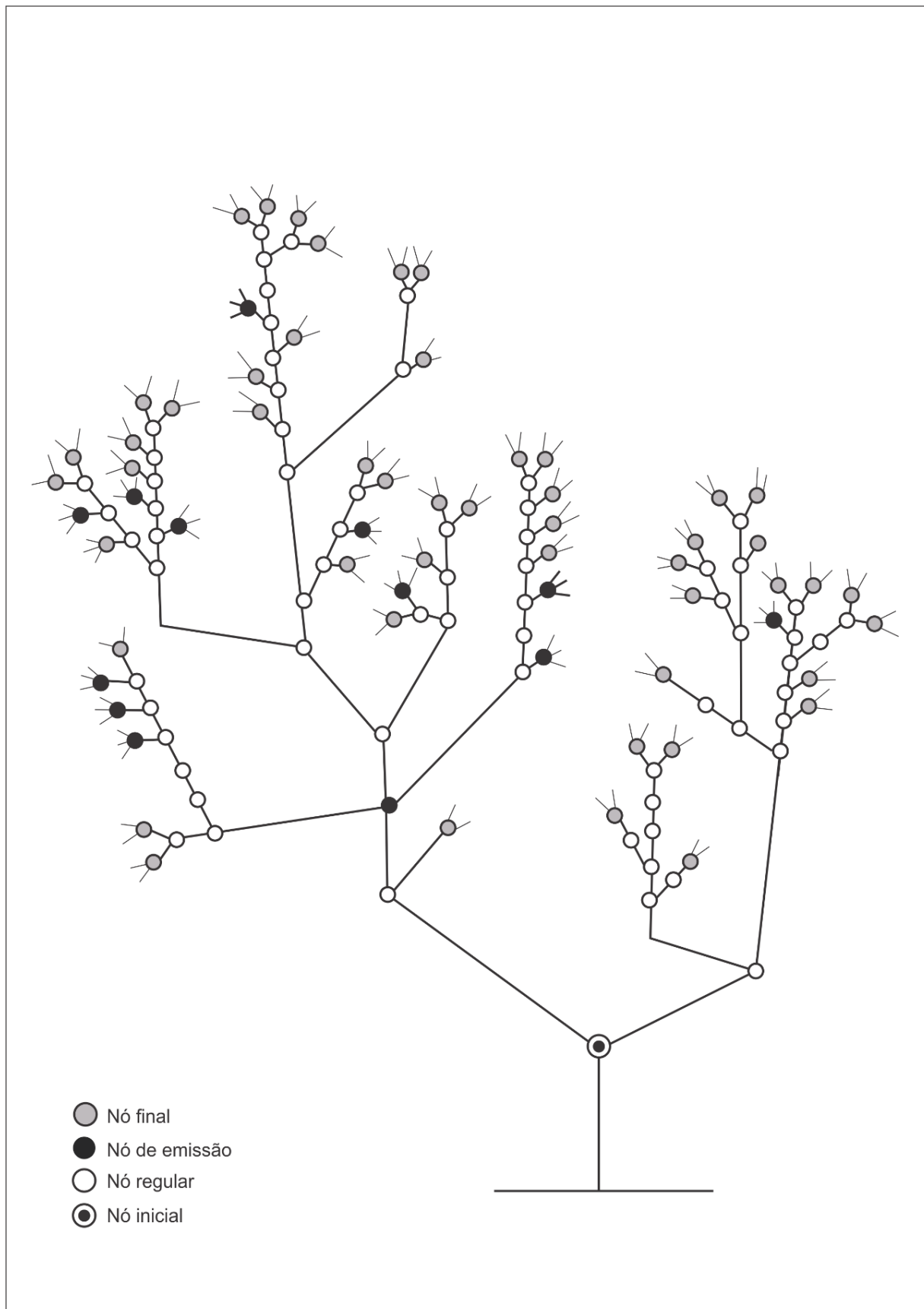


Figura 6: Rede com nós e conectores do indivíduo 3 de *Poincianella pyramidalis* (Tul)
L.P. Queiroz

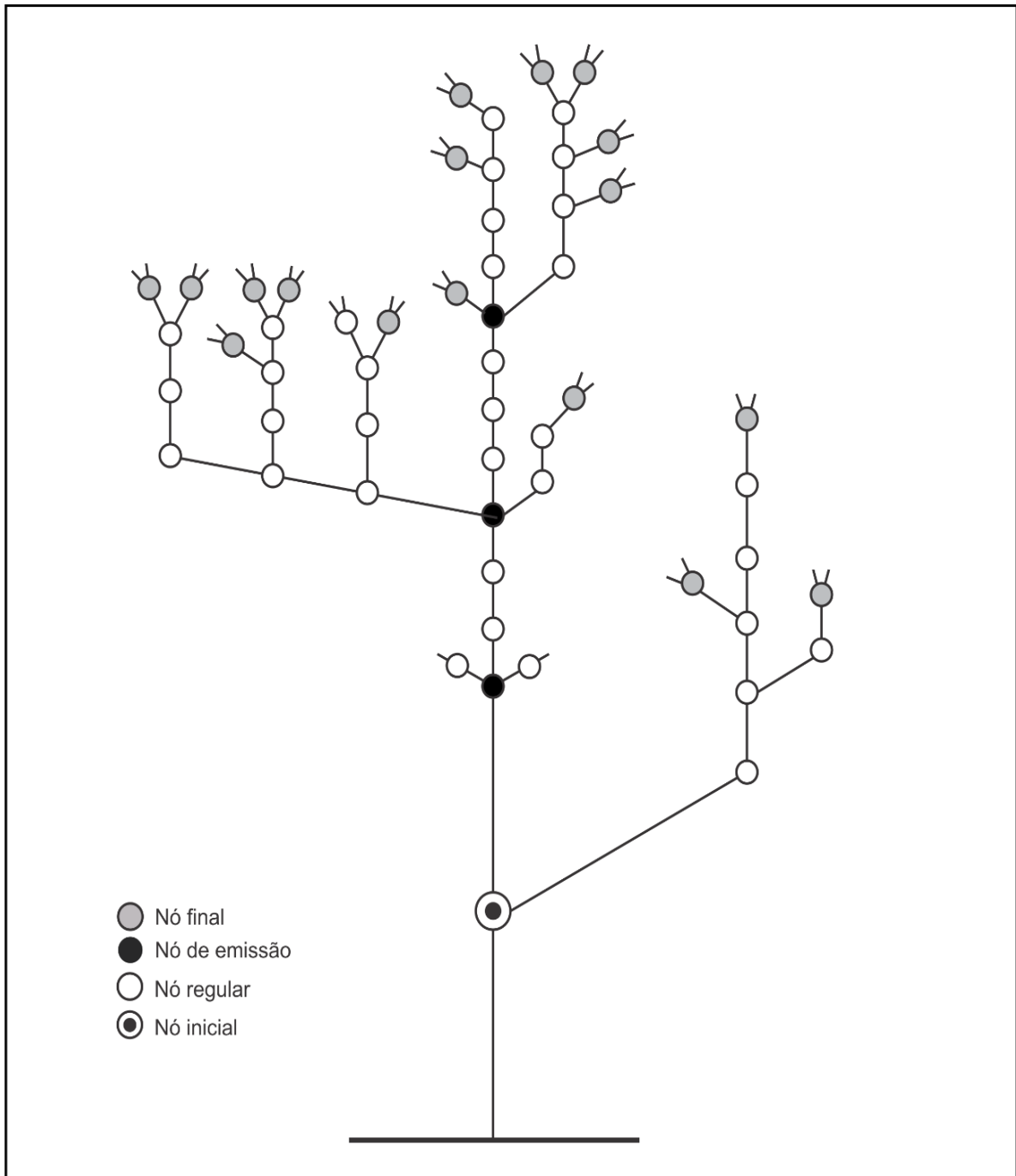


Figura 7: Rede com nós e conectores do indivíduo 4 de *Poincianella pyramidalis* (Tul)
L.P. Queiroz

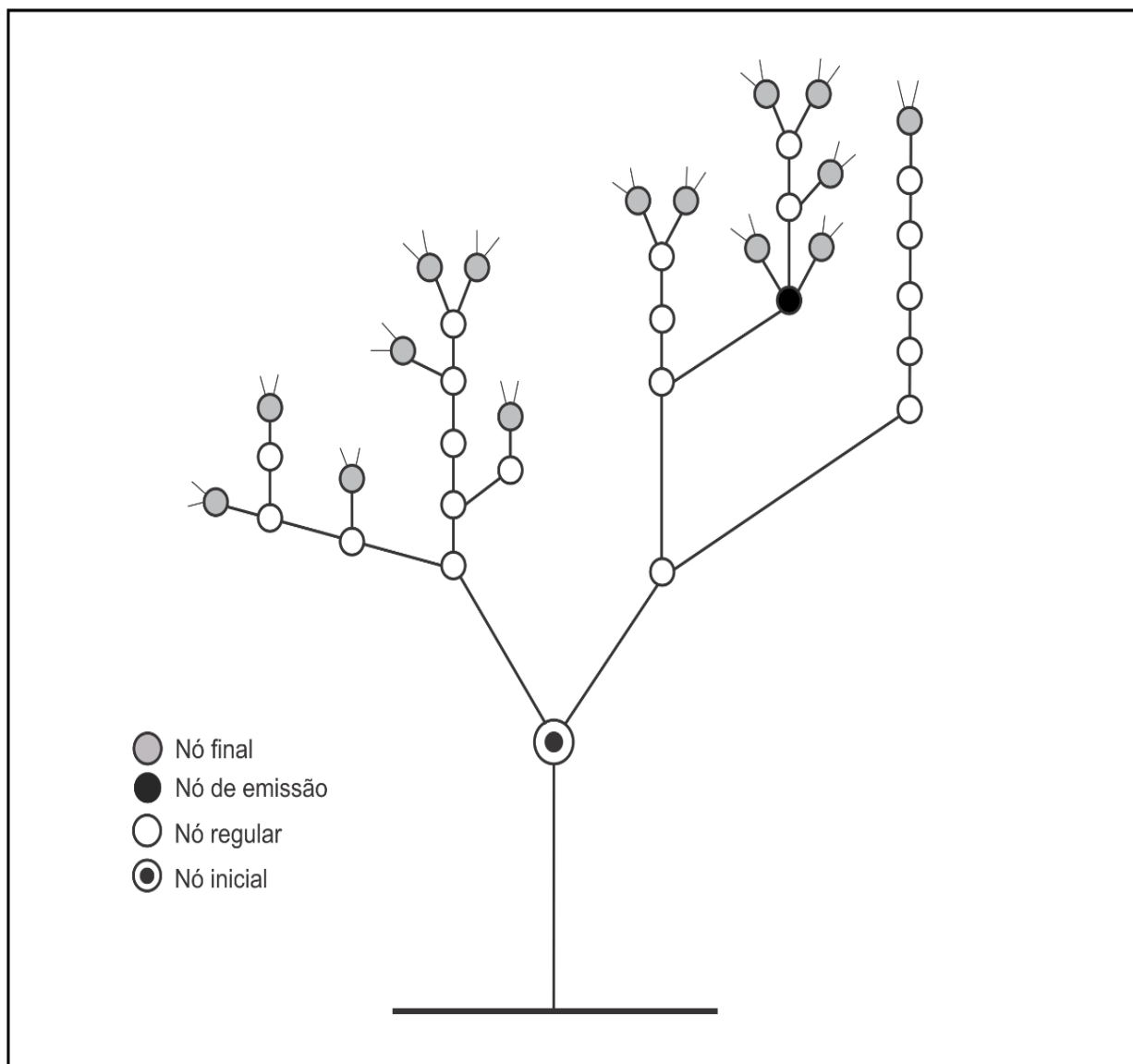
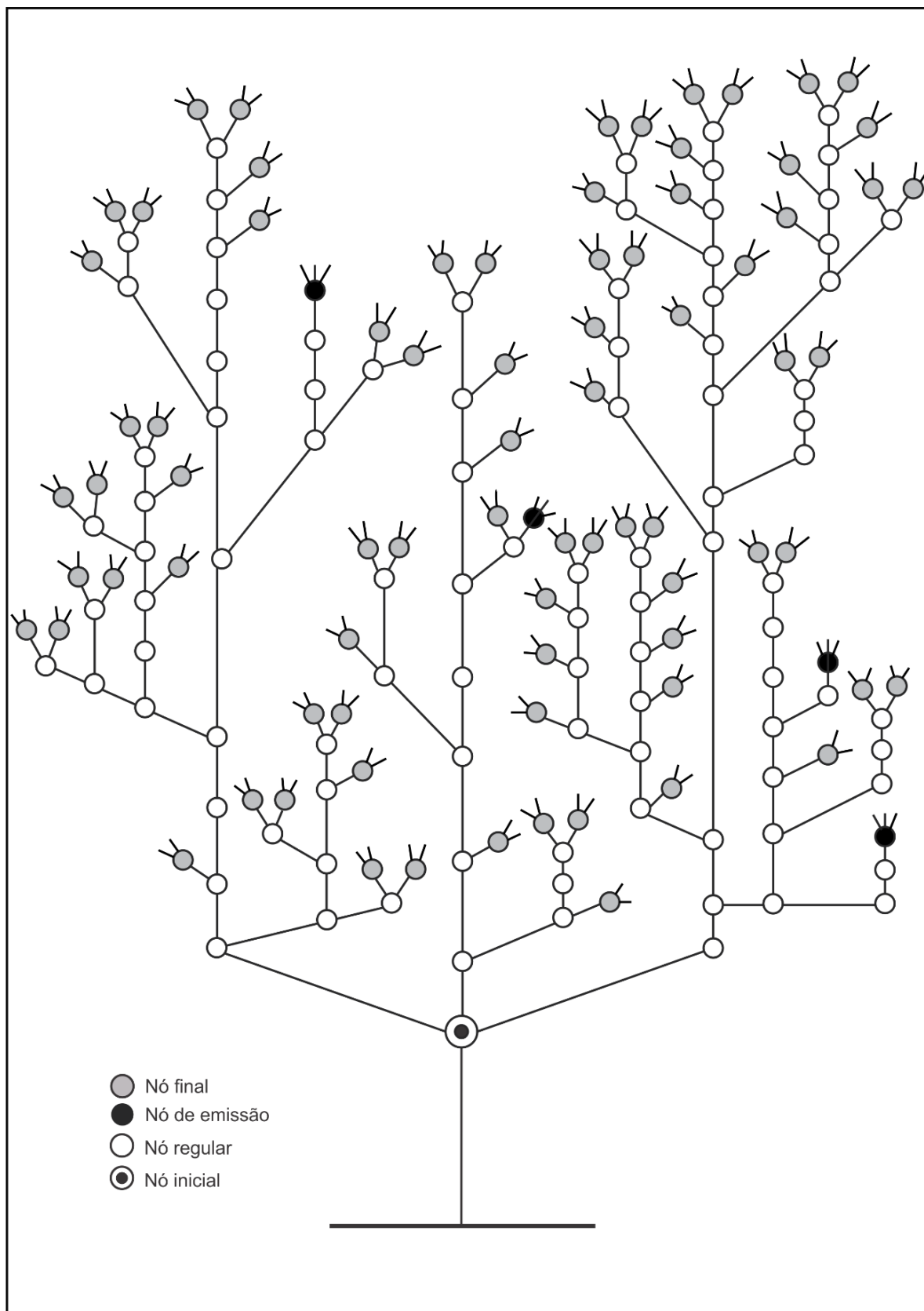


Figura 8: Rede com nós e conectores do indivíduo 5 de *Poincianella pyramidalis* (Tul)
L.P. Queiroz



A estrutura heterotrófica que cada espécie vegetal apresenta, em sua maioria, não é aleatória. Desde a germinação, cada espécie tem o seu desenvolvimento específico que é controlado por genes, mas os fatores ambientais, ecológicos, são de suma importância quando se refere a diferenciação fenotípica das mesmas, sendo essas mediadas por hormônios vegetais (HALLÉ, 1978; BARTHELEMY, 2007; ZHANG, 2009). Ao modelar o padrão básico de crescimento, a rede de nós e conectores pode refletir as restrições ambientais e de desenvolvimento, características de diferentes grupos funcionais de árvores (SOUZA et al. 2011).

Os indivíduos analisados, mostram uma estrutura de copa complexa ao comparar ramificações analisadas por Souza et al. (2011) para espécies do Cerrado, apresentando-se com muito mais ramificações. Com diâmetros do caule semelhantes, mas quantidade de nós e conectores bem diferenciados, os indivíduos apresentaram uma estruturação que podem indicar uma arquitetura de copa em diferentes etapas de desenvolvimento (Figura 4, 5, 6, 7, 8). Assim, comprovando que uma espécie vegetal, de acordo com as variações ambientais e ecológicas, pode apresentar indivíduos que alcançam diferentes fenofases em tempos diferentes (GATSUK, 1980), e dessa forma podendo indicar que os indivíduos analisados se apresentavam em idades diferenciadas.

Ao fazer a comparação entre os 5 indivíduos analisados, é nítido como não se obteve o mesmo padrão de desenvolvimento, mesmo apresentando características similares como: serem da mesma espécie, condições, comunidade vegetal, precipitações, relações intra e interespecíficas. Locatelli & Machado (2004), ao observar a fenologia de espécies arbóreas em uma região de Pernambuco, Nordeste do Brasil, demonstraram que os eventos fenológicos que essas espécies arbóreas apresentam, na sua maioria, são sazonais, principalmente na medida em que as florestas estão mais sujeitas a uma forte estacionalidade climática e na Caatinga uma estação seca é bem definida. Assim, ficando claro evidências observadas nesses indivíduos, que ao analisá-los com suas morfologias diferentes e adaptativas, a relação com o clima é óbvia e dessa forma, sujeitas a variações internas e externas. Já com jovens de diferentes espécies sendo observadas, Portela & Santos (2003), indicaram certo ajustamento a um único modelo alométrico sendo observado nas plântulas e jovens de espécies arbóreas, sugerindo que os fatores ecológicos podem ter um papel restritivo.

Barbosa et al (1989), sugeriram que espécies da Caatinga devem apresentar mecanismos morfológicos e fisiológicos que são refletidos no comportamento fenológico das espécies, induzindo-as a apresentarem diferentes respostas adaptativas funcionais e estruturais, resultando em uma flexibilidade de fenótipos observados para um genótipo específico. Essa flexibilidade adquirida, de variar-se ou não, nos indivíduos jovens, dar-se pela plasticidade fenotípica que podem exercer em determinados momentos ecológicos, se adequando ou não a essas variações ambientais e fenotípicas, apresentando vantagens adaptativas (VALLADARES et al., 2005), dessa forma, obtendo capacidade de adaptação frente a mudanças de radiação, desempenhando um importante papel na aquisição de recursos. As respostas plásticas, têm importantes implicações em termos da dinâmica ecológica, uma vez que permitem identificar tendências do processo sucessional.

Quanto ao diâmetro dos indivíduos analisados, não se percebeu relação a obter uma maior estruturação da copa, investindo pouco em diâmetro. Os indivíduos 4 e 2 (Figuras 5 e 7), foram os que apresentaram os menores diâmetros e, conseqüentemente, os menores números de nós e conectores. Contudo, segundo Dobbertin et al. (2005), o diâmetro do caule está entre os traços de caráter mais sensíveis em árvores susceptíveis de serem afetadas por estresses ambientais locais. Onde crescendo em pleno sol apresentam maiores fluxos transpiratórios e demandam sistemas radiculares maiores e mais eficientes, favorecendo a absorção de água (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Sterck & Bongers (2001) e Scalon (2003), observaram que características específicas e diferenças na disponibilidade de luz podem influenciar a arquitetura de espécies arbóreas e nativas, apresentando grande diversidade de respostas, principalmente quanto ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e a sobrevivência das mudas. Analisando a produção de mudas de *P. pyramidalis* Tul. em função de substratos e luminosidades, Dantas et al, (2011), puderam observar que cada espécie florestal apresenta exigência luminosa própria para seu desenvolvimento, sendo que algumas plântulas e jovens podem aproveitar e desenvolver-se melhor em locais com alta intensidade luminosa e outras em sombreamento. Existindo ainda, aquelas espécies que são intermediárias e as de ampla dispersão (PORTELA et al, 2001).

Os índices pluviométricos relatados no período das coletas (Outubro de 2015) foram de 0,0mm (AESAs, 2015), demonstrando as condições adversas que a espécie *P.*

pyramidallis enfrentava, podendo ter sido refletidas na estruturação das copas analisadas, visto que a limitação na disponibilidade de água no solo durante o período de pre-florescimento, acaba por afetar o desenvolvimento de estruturas vegetativas das plantas, podendo reduzir a capacidade de produção de fitomassa, crescimento e desenvolvimento, onde de modo geral, observa-se que a disponibilidade de nutrientes para as plantas fica a depender do teor de umidade do solo (SANTOS & CALESSO, 1998; TAIZ & ZEIGER, 2009). E com a estação seca sendo tão definida na região dos indivíduos analisados, ocasionando aumento no fotoperíodo e temperatura contribui dessa maneira, para abscisão foliar das espécies vegetais (LOCATELLI & MACHADO, 2004), ou mesmo uma quebra dos ápices, paralisando as ramificações. Este é um dos fatores que pode ter ocasionado uma não padronização dos indivíduos, visto a grande diferença ao compara-los, tanto na quantidade de nós, como na representação arquitetônica.

Ao analisar os dados entre a altura total dos indivíduos e os diferentes tipos de nós, obteve-se um dado relevante, onde ambos nós regulares e finais foram significativos, dando a resposta esperada, da influência da quantidade de nós juntamente com a altura, em uma copa maior. Porém, ocorreu um dado peculiar dos resultados entre os nós de emissão e a altura total dos indivíduos, que foi a obtenção de resultados não-significativos ($p > 0,05$) através do teste de regressão linear, constatando a ideia já analisada de Portela & Santos (2003), onde corroboram que jovens de espécies arbóreas investem predominantemente no crescimento vertical, como forma de “fuga” a condições adversas do meio, pois com os menores números de nós sendo os de emissão, uma arquitetura de copa mais ampla horizontalmente seria um pouco improvável, visto que, os nós de emissão presente em um vegetal, pode proporcionar uma maior expansão lateral e conseqüentemente, mais ramificações.

Com as maiores médias de distância sendo IF e IE, pôde-se observar como indivíduos jovens da Caatinga, na estação de seca, enfrentam estresse para atender toda a copa, levando os nutrientes necessários. Já a menor média observada sendo a FF, caracteriza que a espécie aplica uma maior produção energética, pela maior exposição de órgãos fotossintetizantes (SOUZA et al. 2009).

Assim, de acordo com o padrão de desenvolvimento de uma espécie, a expressão da unidade de arquitetura pode ser diferente (Barthélémy & Caraglio, 2007) e essa

expressão pôde ser bem observada nesse estudo, ao analisar os cinco indivíduos estudados. Assim, para Souza et al (2011), a estrutura de uma copa está relacionada com processos fisiológicos, como a distribuição de água, visto que no período de coleta essa distribuição foi mínima, podendo ser indicativo de toda a diferenciação observada na copa dos indivíduos analisados. E dessa forma, influenciam o desenvolvimento da planta no seu estágio de desenvolvimento inicial, conduzindo o seu crescimento de acordo com as pressões ecológicas do ambiente (PORTELA e SANTOS, 2003). Assim, corroborando com os resultados apresentados, onde indivíduos submetidos as mesmas condições se diferenciarem de tal forma, como o indivíduo 4 e o indivíduo 5, comprovando tais ações e reações dessas pressões ecológicas do ambiente.

6. CONCLUSÃO

Pôde-se concluir, através da análise da rede de nós e conectores, que a arquitetura de copa em indivíduos de *P. pyramidalis* nas condições analisadas, não apresenta um padrão na arquitetura da copa. Os indivíduos analisados exibiram uma arquitetura com variadas formas de ramificações, apresentando número de nós, conectores e distâncias diferenciadas entre si. Essa versatilidade na copa desses indivíduos, realça a discussão da escassez de água no solo e na planta, que é responsável pela deciduidade de espécies, por promover diversas adaptações morfofisiológicas, sinalizando certa plasticidade fenotípica, afetando o crescimento e a absorção de nutrientes, reduzir o diâmetro do caule e as respostas fisiológicas das plantas, onde o pouco investimento na obtenção de um caule com diâmetro elevado pode significar, certa redução do custo energético pela sensibilidade das condições adversas. Portanto, é notável a necessidade da continuação de estudos acerca da ecofisiologia da Caatinga, com suas espécies endêmicas podendo ser representadas, adquirindo respostas e embasamento para variadas pesquisas, visto o suporte que o estudo de arquitetura de copa pode desempenhar.

7. REFERÊNCIAS

- AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://geo.aesa.pb.gov.br/>>., 2015.
- ALVES, J.J.A. Caatinga do Cariri Paraibano. *Geonomos*, v.17, n.1, p.19-25, 2009.
- ALVES, L.F. & SANTOS, F.A.M. 2002. Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, south-east Brazil. **J. Trop. Ecol.** 18:245-260.
- ANTUNES, C.G.C.; PELACANI, C.R.; RIBEIRO, R.C. et al. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira) submetidas a deficiência hídrica. **Rev. Árvore**, v. 35, p. 1007-1015, 2011.
- ARAÚJO FILHO, J.A. 1996. Desenvolvimento sustentável da caatinga. Sobral: Ministério da Agricultura/EMBRAPA/CNPQ.
- BARBEDO, C. J.; MARCOS-FILHO, J. Tolerância à dessecação de sementes. **Acta Botânica Brasílica**, v.12, n.2, p.145-164, 1998.
- BARBOSA, D. C. de A.; BARBOSA, M. C. de A.; LIMA, L. C. M. de. Fenologia de Espécies Lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**, p. 657-693, 2003.
- BARBOSA, M. R. V.; LIMA, I. B.; LIMA J. R.; CUNHA, J. P.; AGRA, M. F.; THOMAS, W. W. Vegetação e flora no cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 313-322, 2007.
- BARTHELEMY, D.; CARAGLIO, Y. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. **Annals of Botany**, v. 99, n. 3, p. 375-407, 2007.
- CAVALCANTI JÚNIOR, M.M. Arquitetura de copa e fenologia foliar de *Ziziphus joazeiro* Mart. e *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir., espécies arbóreas do semiárido paraibano. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, 2014.
- DANTAS, B.F.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S.; BATISTA, P.F.; PIRES, M.M.M.L.; ARAGÃO, C. A. Produção de mudas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) em função de substratos e luminosidades. **Científica Jaboticabal**, v.39, n.1/2, p.34-43, 2011.

- DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.7 p.789-796, 1997.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Estudo de correlação de solos para fins de classificação nas regiões do recôncavo baiano e microrregião de Irecê – Bahia. CUNHA, T. J. F.; RIBEIRO, L. R.; SANTOS, H. G. dos; GOMES, I. A.; SANTOS, R. D. (Org.) **Embrapa Solos**, Rio de Janeiro, 49 p., 2000.
- ENCINAS, I. J.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. Idade e crescimento das árvores. Brasília, DF: UNB, 40p. 2005.
- Fabaceae* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB109818>>. Acesso em: 18 Abr. 2016
- GATSUK, E.; SMIRNOVA, O. V.; VORONTZOVA, L. I.; ZAUGOLNOVA, L. B.; ZHUKOVA, L. A. Age states of plants of various growth forms: a review. **Journal of Ecology**, v. 68, p. 675-696, 1980.
- GIACOMITTI, D. C. Recursos genéticos de fruteira nativas do Brasil. In: SIMPOSIO NACIONAL DE RECURSOS GENETICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1., 1993, Cruz das Almas, BA. Anais...Cruz da Almas: EMBRAPA-CNFMF, 1993. p.13-27.
- GIULIETI, A. M., ET AL. Diagnóstico da Vegetação Nativa do Bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. T.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). Biodiversidade da Caatinga: Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, p. 48-90, 2004.
- GODIN, C. Representing and encoding plant architecture: a review. **Annals of Forest Science**, v. 57, n. 5-6, p. 413-438, 2000.
- HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. Tropical trees and forests: an architectural analysis. **Springer-Verlag**, Berlim, 441 p., 1978.
- KING, D.A. Allometry of saplings and understorey trees of a Panamanian forest. *Functional Ecology* 4:27-32, 1990.
- KRIEG, D. R. Stress tolerance mechanisms in above ground organs. In: Proceedings of the Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stress. **INTSORMIL**, Nebraska, p. 65-79, 1993.
- LEAL, I. R.; TABARELLI, M. & SILVA, J. M. C. Ecologia e Conservação da Caatinga: Introdução ao Desafio. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M. & SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Editora UFPE, 2003.

- LEWIS, G.P. 1998. *Caesalpinia*: a revision of the *Poincianella*-*Erythrostemon* group. **Royal Botanic Gardens**, Kew, Richmond.
- LOCATELLI, E.; MACHADO, I. C. Fenologia das Espécies Arbóreas de uma Mata Serrana em Pernambuco, Nordeste do Brasil. Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2004.
- MAIA, G.N. Caatinga, árvores e arbustos e suas utilidades. Fortaleza: **Leitura & Arte**, 2004.
- MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora. 2ªed., 2012. 413p.
- MCSTEEN, P. Hormonal regulation of branching in grasses. *Plant physiology*, v. 149, pp. 46–55, 2009.
- NOGUEIRA, F.C.B.; FILHO, A.J.D.S.P.; GALLÃO, M.I.; BEZERRA, A.M.E.; FILHO, S.M. Fenologia de *Dalbergia cearensis* Ducke (Fabaceae) em um fragmento de floresta estacional, no semiárido do Nordeste, Brasil. *Rev. Árvore* vol.37 no.4 Viçosa July/Aug. 2013.
- OLDEMAN, R. A. A. Forests: elements of silvology. **Springer-Verlag**, Berlim, 1990.
- PORTELA, R.C.Q.; SILVA, I.L.; PINÃ- RODRIGUES, F.C.M. Crescimento inicial de mudas de *Clitória fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.163-170, 2001.
- PORTELA R.C.Q.; Santos F.A.M.; (2003) Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: Copa x Altura. **Biota Neotropica** 3: 1-5.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; Pareyen, F. G. C.; Figueirôa, J. M.; Santos-Júnior, A. G. Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial. Recife: **Associação de Plantas do Nordeste**, 2005.
- SANTANA, J.A.S., SOUTO, J.S. Diversidade e estrutura fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista Brasileira de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.
- SANTANA, J.A.S., VIEIRA, F. A., PACHECO, M. V., OLIVEIRA, P.R.S. Padrão de distribuição e estrutura diamétrica de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) na Caatinga do Seridó. **Revista Brasileira de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 11, n. 1, 2011.
- SANTOS, P.L., FERREIRA, R.A. Fenologia de *Tapirira guianensis* AUBL. (Anacardiaceae) no município de São Cristóvão, Sergipe. **Rev. Árvore** vol.37 no.1 Viçosa Jan./Feb. 2013.

- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit Hídrico e os Processos Morfológicos e Fisiológicos das Plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.
- SANTOS, C.A., WALTER, L.S., PACHECO, C.M., SILVA, N.V., SILVA, L.A.C., NOGUEIRA, R.J.MC. Curso Diário das Trocas Gasosas em mudas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX, 2013.
- SCALON, S.P.Q., MUSSURY, R.M., RIGONI, M.R. & SCALON FILHO, H. 2003. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, 27: 753-758.
- SCHRIRE, B.D.; LEWIS, G.P.; LAVIN, M. (2005). Biogeography of the Leguminosae. Pp. 21-54. In: G.P. Lewis; B. Schrire; B. Mackinder; M. Lock (Ed.). *Legumes of the World*. Kew, **Royal Botanic Gardens**, 2005.
- SCHÖBER, J. Caatinga: preservação e uso racional do único bioma exclusivamente nacional. In: Notícias do Brasil. **Ciência e Cultura**, v.54, n.2, p. 6 - 7, 2002.
- SILVA LB, Santos FAR, Gasson P, Cutler D (2009) Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta bot. bras.** 23: 436-445.
- SILVA, E. C. da., NOGUEIRA, R. J. C., AZEVEDO-NETO, A. D., BRITO, J. Z. de; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. Iheringia, **Série Botânica**, Porto Alegre, v.59, n.2, p. 201-205, 2004.
- SOUZA, J. P.; PRADO, C. H. B. A.; ALBINO, A. L. S.; DAMASCOS, M^a. A.; SOUZA, G. M. Network analysis of tree crowns distinguishes functional groups of Cerrado species. **Plant Ecology**, v. 212, n. 1, p. 11-19, 2011.
- SOUZA, J. P.; PRADO, C. H. B. A.; DAMASCOS, M. A.; ALBINO, A. L. S. Influence of shoot inclination on irradiance and morphophysiological leaf traits along shoots in cerrado trees with distinct leaf deciduousness. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n. 4, p. 281-290, 2009.
- STERCK, F.J. & BONGERS, F. 2001. Crown development in tropical rain forest trees: patterns with tree height and light availability. **J. Ecol.** 89:1-13.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre, p. 449-484, 2004.
- TROVÃO, D. M. de B. M., FERNANDES, P. D., ANDRADE, L. A. de, NETO, J. D. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 11, n.3, p. 307-3011, 2007.

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

WEINER J, CAMPBELL LG, PINO J, ECHARTE L (2009) The allometry of reproduction within plant populations. *Journal of Ecology* 97: 1220-1233.

WRIGHT, S. J.; van SCHAIK, C. P. Light and the phenology of tropical trees. **The American Naturalist**, v.143, n.1, p.192-199, 1994.

ZHANG, S.; LI, C.; CAO, J.; ZHANG, Y.; ZHANG, S. XIA, Y.; SUN, D.; SUN, Y. Altered Architecture and enhanced drought tolerance in rice via the down-regulation of indole-3-acetic acid by TLD1/OsGH3.13 activation. **Plant physiology**, v. 151, p. 1889-1901, 2009.