



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

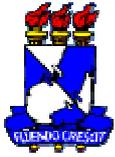
ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DE UMA VEGETAÇÃO RIPÁRIA,
RELAÇÕES DENDROCRONOLÓGICAS E CLIMÁTICAS NA SERRA
DOS MACACOS EM TOBIAS BARRETO, SERGIPE-BRASIL.

FRANCISCO DE CARVALHO NOGUEIRA JÚNIOR

MESTRADO

2011





UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO



ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DE UMA VEGETAÇÃO RIPÁRIA,
RELAÇÕES DENDROCRONOLÓGICAS E CLIMÁTICAS NA SERRA
DOS MACACOS EM TOBIAS BARRETO, SERGIPE-BRASIL.

AUTOR: FRANCISCO DE CARVALHO NOGUEIRA JÚNIOR

ORIENTADOR: DR. ADAUTO DE SOUZA RIBEIRO

CO-ORIENTADOR: DR. CLAUDIO SERGIO LISI

SÃO CRISTOVÃO, SERGIPE

MARÇO, 2011

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

N778e Nogueira Júnior, Francisco de Carvalho
Estrutura e composição de uma vegetação ripária, relações dendrocronológicas e climáticas na Serra dos Macacos em Tobias Barreto, Sergipe-Brasil / Francisco de Carvalho Nogueira Júnior. – São Cristóvão, 2011.
viii, 173 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Núcleo de Pós- Graduação em Ecologia e Conservação, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Aduino de Souza Ribeiro.

1. Florística. 2. Matas ripárias. 3. Caatinga. 4. Dendrocronologia. I. Título.

CDU 581.527

TERMO DE APROVAÇÃO

**ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DE UMA VEGETAÇÃO RIPÁRIA, RELAÇÕES
DENDROCRONOLÓGICAS E CLIMÁTICAS NA SERRA DOS MACACOS EM
TOBIAS BARRETO, SERGIPE - BRASIL**

por

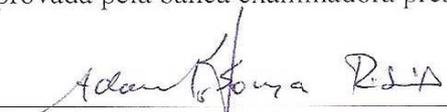
FRANCISCO DE CARVALHO NOGUEIRA JUNIOR

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Aprovada pela banca externa composta por

INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA (UFS)
FABRÍCIO ALVIM CARVALHO (UFJF)
FIDEL ALEJANDRO ROIG (IANIGLA/ UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO)
FREDERICO DE SIQUEIRA NEVES (UFMG)

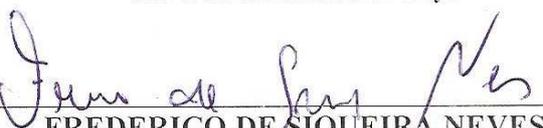
e apresentada e aprovada pela banca examinadora presencial composta por



ADAUTO DE SOUZA RIBEIRO
Núcleo de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da
Universidade Federal de Sergipe



FIDEL ALEJANDRO ROIG
Universidad Nacional de Cuyo



FREDERICO DE SIQUEIRA NEVES
Universidade Federal de Minas Gerais

São Cristovão/SE, 25 de março de 2011

AGRADECIMENTOS

Aos professores Aduino e Claudio que tanto me ajudaram e se empenharam na construção desse trabalho. Ao Douglas que em todas as minhas idas a Serra dos Macacos esteve presente. A minha querida Mãe Aldeiza que sempre nos possibilitou uma maravilhosa acolhida. Ao Estefane e Joamilton que nos apresentaram a Serra e instigaram esse trabalho. Aos mateiros “Tão” e “Carminho” pelas valiosas colaborações. A todo o pessoal do herbário ASE, em especial, Wedna, Cecília, Erivânia e a professora Ana.

Dedicatória

*Ao meu querido Pai Nogueira que
tanto amo e tenho saudades...*

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO 1: O CLIMA NORDESTINO E NO ESTADO DE SERGIPE-BRASIL .	9
1. O clima na América do Sul – Brasil – Nordeste - Sergipe	9
2. Fatores determinantes da variação de Precipitação na América do Sul/Brasil/ Nordeste/Sergipe	10
3. Fatores determinantes da variação de temperatura no Nordeste	20
4. A influência dos fatores de variação de precipitação e temperatura na Caatinga e na Serra dos Macacos (SM) em Tobias Barreto-SE.....	21
5. A variação de temperatura na micro-região da SM em Tobias Barreto-SE	23
6. A variação da precipitação na micro-região da SM em Tobias Barreto-SE.....	27
7. Considerações finais sobre o clima do Nordeste brasileiro	33
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPÍTULO 2: ANÁLISE DA ESTRUTURA E COBERTURA DA VEGETAÇÃO.	44
1. INTRODUÇÃO.....	44
1.1 Análises da Estrutura da Vegetação	44
1.2 Análises da Cobertura da Vegetação (Dossel)	47
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
2.1. Caracterização da área de estudo.....	49
2.2. Coletas, Manuseio e Identificação do Material Botânico.....	55
2.3. Coletas, Manuseio e Análise da Cobertura do dossel	55
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.1. Indicadores vegetacional e climático da área de estudo.....	58
3.2. Análise da cobertura arborea-arbustiva	60
3.3. Composição Florística	60
3.4. Cobertura do dossel	82
4. CONCLUSÃO.....	96
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

CAPÍTULO 3: ESTUDO DENDROECOLÓGICO DE <i>Pseudobombax marginatum</i> EM VEGETAÇÃO SEMIDECÍDUA DA CAATINGA SERGIPANA.....	107
1. INTRODUÇÃO.....	108
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	113
2.1. Área de Estudo	114
2.2. Procedimentos para a seleção de espécies.....	117
2.3. Coleta e preparo das amostras de madeira.....	117
2.4. Análises dendrocronológicas.....	119
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	121
3.1. Seleção de espécies pelas camadas de crescimento.....	121
3.2. Registros climáticos e anéis de crescimento.....	127
3.3. Queda Foliar (abertura do dossel) e atividade cambial	135
3.4. Cronologia de <i>Pseudobombax marginatum</i> e relação com o clima	140
3.5. Dendroecologia de <i>Pseudobombax marginatum</i> e conservação da mata ripária do “Canyon” Toca do Onça.....	145
4. CONCLUSÃO.....	154
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	170

RESUMO

Este trabalho foi realizado em domínio da caatinga numa área de 220 hectares de floresta localizada no Canyon da Serra dos Macacos, Município de Tobias Barreto, no período de 2009 a 2010. O objetivo do estudo foi diagnosticar a estrutura, composição e cobertura da vegetação para fins de conservação e realizar uma prospecção dendrocrológica das espécies arbóreas. A análise dos parâmetros climáticos foi estabelecida através de séries de 96 anos (1914 a 2010) para a precipitação e séries de temperatura de cerca de 50 anos (1967 a 2007). Os dados de temperatura foram calibrados com dados das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) obtidos através do NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Os dados de temperatura local tiveram uma amplitude térmica superior a 9°C, diferente dos 6°C descritos para o NEB (Nordeste Brasileiro) e apresentaram acentuada sazonalidade climática tanto para a precipitação quanto para a temperatura. O clima para a região de Tobias Barreto mostrou-se, principalmente, influenciado pelas anomalias nas TSM. Foram amostrados cerca de 12000 m² de floresta divididos em três parcelas de 4000 m². As parcelas foram distribuídas em um transecto linear de 1500 metros tendo como referência o leito do riacho Macacos na Toca da Onça nas altitudes de 360, 420 e 500 metros ao nível do mar. Foram determinados os parâmetros fitossociológicos da comunidade arbórea-arbustiva do dossel e herbácea do sub-bosque, riqueza de espécies e relações dendrocronológicas de espécies arbóreas formadoras de anéis de crescimento. A vegetação arbórea do “Canyon” possui dois estratos definidos de dossel e sub-bosque arbustivo e fitofisionomia com formação de vegetação ripária, com indivíduos de até 25 m de altura e Circunferência do Tronco (CAP) de até 160 cm. O estrato herbáceo no sub-bosque possui uma rica diversidade de bromélias (8) espécies de ocorrência na Mata Atlântica. A riqueza da composição florística foi de 93 espécies. A estrutura vertical da vegetação em função da altura e CAP apresentou curvas de distribuição e abundância em “J” invertidos indicando que a comunidade atual está em estágio maduro ou estável de regeneração. O estudo fitossociológico determinou a dominância da família Fabaceae (Leguminosae - Caesalpinioideae, Mimosoideae e Faboideae) compondo 17 espécies de caatinga. Os padrões estruturais das populações avaliados pelo Índice de Valor de Importância Fitossociológica e Índice de Cobertura Arbórea da comunidade do “Canyon” apresentaram uma distribuição espacial dependente da distância do riacho e associada ao comportamento de abertura do dossel, caracterizando a vegetação como riparia semidecidual. A análise da cobertura arbórea-arbustiva utilizando o Gap Light Analyzer (GLA) demonstrou que a semidecidualidade, variou de 30 a 70% de abertura do dossel no mês fevereiro (estação seca) e um fechamento do dossel entre 80 a 90% no mês de setembro (estação pós-chuva). Na prospecção dendrocronológica da comunidade constatou-se que 10 espécies presentes na Serra dos Macacos formam camadas de crescimento. A análise de uma população de 86 indivíduos de *Pseudobombax marginatum* (Malvaceae), através da datação-cruzada das séries radiais de anéis de crescimento, resultou em uma cronologia com 83 séries para 51 indivíduos (2353 anéis), com valor de inter-correlação de 0,449 e sensibilidade média de 0,522, enquanto a quantidade de anéis ausentes foi inferior a 3,0%. A análise de componentes principais (PCA) explicou 64,58% para a cronologia Arstan da variância (ANOVA) do crescimento das plantas estimando a idade cronológica das árvores em até 62 anos na comunidade e 61,23% para a cronologia Residual. A formação dos anéis de crescimento anuais relacionou-se positivamente com a precipitação do ano corrente (entre abril e julho) e com a temperatura do ano anterior (setembro a novembro), bem como, com a caducifolia das espécies no período seco. A taxa de incremento médio anual das árvores de *P. marginatum* foi de 2,15 mm/ano, sendo que a população apresentou idade média de 27 anos. Este estudo estabelece pela primeira vez um modelo de predição de idade de espécie arbórea associado à sazonalidade climática no Nordeste do Brasil. A riqueza de espécies e ocorrência de espécies raras neste enclave de floresta na caatinga contribui significativamente aos objetivos de preservação e conservação deste bioma.

Palavras chave: Bioma Caatinga, Mata Riparia, Estrutura da Vegetação, Índice de Área Foliar, Dendrocronologia, Anéis de Crescimento, *Pseudobombax marginatum*.

ABSTRACT

This work was done in the caatinga dominium in an area of 220 hectares of forest located in the Serra dos Macacos Canyon, municipality of Tobias Barreto, in the period 2009 to 2010. The aim was to diagnose the structure, composition and coverage of vegetation for conservation purposes and conduct a survey dendrochronological trees species. We sampled about 12000 m² of forest, divided into three plots of 4000 m² in order to determine the phytosociological parameters of the community tree-shrub canopy and herbaceous understory, species richness and dendrochronological survey of tree species forming rings growth. The plots were distributed in a transect of 1500 m with reference to the creek bed at the Burrow Monkeys at altitudes of 360, 420 and 500 meters to sea level. The trees of the Canyon have two defined strata of canopy and understory shrub and vegetation type with the formation of riparian vegetation, which closed canopies and structured with individuals up to 25 m high and trunk circumference (CAP) of up to 160 cm. The herbaceous layer in the understory has a rich diversity of bromeliads (8) species recorded in the Atlantic. The richness of the floristic composition of 93 species were identified. The vertical structure of vegetation in relation to height, CAP showed strong adjustment of the curves of distribution and abundance "J" reversed indicating that the community is present in mature or stable stage of regeneration. The phytosociological study determined the dominance of the family Fabaceae (Leguminosae - Caesalpinioideae, Faboideae and Mimosoideae) comprising 17 species of caatinga. The structural patterns of the populations assessed by the Index of Importance Value Index Phytosociology and tree cover in the community of Canyon had a distance-dependent spatial distribution of stream and associated with the behavior of canopy opening, reinforced the idea of riparian vegetation with semideciduous. The analysis of tree cover and shrubs using the GLA (Gap Light Analyzer) demonstrated that semideciduous ranged 30-70% open canopy in the dry season or month in February and a canopy closure of 80 to 90% in September, post-rain season. Prospecting dendrochronological community found that 10 species in the Serra dos Macacos have potential in the formation of growth layers. The analysis of a population of 86 individuals *Pseudobombax marginatum* (Malvaceae), with the objective of determining the age of the trees through the rings of growth through cross-dating series, we obtained a chronology of 83 sets of growth rings 51 individuals (2353 rings *P. marginatum*), yielding a value of inter-correlation of 0.449, with mean sensitivity of 0.522, while the number of missing rings was less than 3.0%. The principal component analysis (PCA) indicated that the first components explained 64.58% by 61.23% and ARSTAN chronology Residual variance (ANOVA) of plant growth by estimating the chronological age of the trees up to 62 years in the community. The formation of the rings of annual growth is positively correlated with precipitation for the current year (between April and July) with the temperature of the previous year (September to November) and is associated with deciduous species showed that in the dry season. The behavior of tree growth of revealed significant variations in the rate of average annual increment of 2.15 mm / year, and the population mean age was 27 years. The analysis of climatic parameters was established through a series of 96 years (1914-2010) for precipitation and temperature series of about 50 years (1967-2007) obtained from the Meteorological Station of Samambaia, located at 9 km near of the Canyon. Temperature data were calibrated with data obtained from the SST NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Temperature data location had a temperature range above 9°C, different from the 6°C as described for the NEB (Northeast of Brazil) and showed marked seasonal climate with increased precipitation and lower temperatures during the months from March to July and rainfall lower and higher temperatures between September and February. The climate for the region of Tobias Barreto proved to be mainly influenced by anomalies in sea SST (surface temperatures). This study establishes for the first time a model for predicting age of tree species associated with the climate in the Northeast of Brazil. Species richness and occurrence of rare species in this enclave in the caatinga forest contributes significantly to the goals of preservation and conservation of this biome.

Words key: Biome Caatinga, Riparian vegetation, Structure of the Vegetation, Index of Foliar Area, Dendrochronology, Rings of Growth, *Pseudobombax marginatum*.

Capítulo 1

O CLIMA NORDESTINO E NO ESTADO DE SERGIPE-BRASIL

1. O clima na América do Sul – Brasil – Nordeste - Sergipe

A atmosfera terrestre, um fluido gasoso que pode sofrer tanto efeitos de compressão como de expansão, é regida por uma circulação geral, que implica basicamente em ar ascendente nas regiões mais quentes e ar descendente nas regiões menos aquecidas. Esta circulação, sem considerar os efeitos de rotação da Terra, é o princípio fundamental para definir as condições climáticas predominantes, particularmente no que diz respeito à precipitação, para as várias regiões do globo (ALVES & REPELLI, 1992).

O clima de qualquer região é determinado em grande parte pela circulação geral da atmosfera (FERREIRA, 2005). Isso ocorre principalmente pelo aquecimento diferencial da crosta terrestre em função da intensidade solar e a distribuição irregular dos oceanos, como também as próprias características topográficas de cada região. Segundo Grimm e Tedeschi (2004) existem variações dos fluxos de calor sensível e de vapor d'água da superfície do Oceano Pacífico Equatorial para a atmosfera. Isto provoca mudanças na circulação atmosférica e na precipitação em escala global.

O Nordeste brasileiro (NEB) situado aproximadamente entre as latitudes de 1° e 18° S e longitudes de 34° e 48° W, possui uma grande variação das condições climáticas. Pode-se observar desde o clima semi-árido com chuvas anuais abaixo de 500 mm no interior da região até o clima chuvoso encontrado na costa leste com totais anuais acima de 1500 mm. Além disso, a distribuição espacial das chuvas na região torna-se complexa em função dos diversos sistemas de circulação atmosférica atuante (FARIAS, 2008). O setor norte do Nordeste do Brasil (NEB), particularmente o semi-árido, constitui-se numa região extremamente anômala quanto à distribuição de chuvas, em relação a outras regiões localizadas nas mesmas latitudes (como é o caso da Amazônia) (ALVES & REPELLI, 1992).

Para Paulo Nobre (1996) o fenômeno como El Niño-Oscilação Sul (ENOS) presente no Pacífico Equatorial, e o gradiente meridional de anomalias de Temperatura na Superfície do Mar (TSM) sobre o Atlântico Tropical (Dipolo do atlântico tropical) controlam conjuntamente uma grande parte da variância interanual do clima sobre a

América do Sul. O ENOS e o Dipolo do Atlântico tropical afetam diretamente o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que por sua vez influencia a distribuição da pluviometria sobre a bacia do Atlântico e norte da América do Sul. No entanto, embora a variabilidade interanual das TSM e ventos sobre o Atlântico Tropical sejam significativamente menores do que a observada no Pacífico Equatorial, essas variáveis afetam substancialmente a variabilidade climática sobre a América do Sul, em especial a Região Nordeste do Brasil.

O objetivo geral desse trabalho é contribuir para o conhecimento sobre a riqueza, diversidade do “*Canyon*” Toca da Onça na Serra dos Macacos e entender como as condições climáticas da região afetam o crescimento das plantas utilizando a dendrocronologia, a fim de gerar indicativos para propor futuramente a criação de uma unidade de conservação. Nesse estudo foram feitas comparações teóricas quanto à dinâmica climática da região nordeste e as variações de temperatura e precipitação na região de Tobias Barreto-SE visando descrever a sazonalidade climática para essas variáveis. Algumas perguntas foram importantes: Qual a variação de temperatura e da precipitação na Serra dos Macacos nas últimas décadas? Existe sazonalidade climática? Esta sazonalidade climática contribui para a formação de anéis de crescimento? De que modo a temperatura do ar e a precipitação afetam a formação dos anéis de crescimento? A sazonalidade climática interfere na cobertura do dossel? A variação da copa apresenta-se ajustada com as variáveis climáticas avaliadas? A abertura e o fechamento do dossel estão relacionados com os períodos de seca e chuva da região? Que fatores climáticos são mais frequentes na determinação das variações de temperatura e precipitação na região leste do Nordeste? Há diferença entre os fatores climáticos que afetam a precipitação no litoral sergipano quando comparados ao interior do Estado?

Deste modo, realizamos uma cuidadosa revisão teórica dos principais trabalhos e autores sobre o clima no Nordeste, a fim de compreender melhor aspectos importantes para a construção de uma cronologia na Caatinga.

2. Fatores determinantes da variação de precipitação na América do Sul/Brasil/Nordeste/Sergipe.

Existem evidências observacionais, teóricas e modelos de circulação geral da atmosfera, indicando que as condições oceânicas e atmosféricas sobre a Bacia do Atlântico

Tropical determinam a variabilidade interanual do clima sobre as Américas e particularmente na América do Sul, onde as regiões mais significativamente influenciadas são: O leste da Amazônia e a Região do Nordeste do Brasil (NOBRE, 1996).

Para Galvão (1999) a variabilidade espacial da precipitação no NEB, quando considerada em maior escala, delimita duas regiões, a da zona da mata e a do semi-árido, com áreas de transição (o agreste) e variações dentro do semi-árido (como o seco Cariri Paraibano, ou o úmido Cariri Cearense), em geral definidas por acidentes topográficos. Esta região é dividida em quatro sub-regiões, para fins de análise climática sazonal: o norte, o leste, o sul do NEB e a pré-Amazônia. O norte do Nordeste inclui a região semi-árida dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e norte da Bahia e é a sub-região que dispõe de mais estudos relacionados à influência da circulação atmosférica e oceânica sobre a variabilidade climática da região. O leste do Nordeste inclui a faixa úmida litorânea dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. As sub-regiões sul do Nordeste e pré-Amazônia são mais úmidas (GALVÃO, 1999).

É necessário estabelecer um melhor entendimento das conexões entre clima e tempo, tendo em vista que muitos processos de tomada de decisões na sociedade e muitos dos impactos da variabilidade climática são ligados aos eventos de tempo, especialmente eventos extremos de precipitação (GRIMM, 2004). A região Nordeste do Brasil é considerada semi-árida por apresentar substanciais variações temporal e espacial de precipitação pluviométrica, e elevadas temperaturas ao longo do ano (AZEVEDO, 1998), mesmo apresentando as máximas temperaturas registradas durante todo o ano com amplitudes térmicas máximas em torno de 6°C, (FERREIRA, 2005).

Ferreira e Mello (2005) observaram que os principais mecanismos que atuam sobre o regime de chuvas na região nordeste são: 1) Eventos El Niño-Oscilação Sul; 2) Temperatura da superfície do mar na bacia do oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar; 3) Zona de Convergência Intertropical sobre o oceano Atlântico, 4) Frentes Frias, e 5) Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis. Além desses mecanismos podemos destacar também a atuação das linhas de Instabilidade e do efeito das brisas marítima e terrestre na precipitação.

A circulação atmosférica sobre a região tropical é fortemente modulada e modificada pelos padrões termodinâmicos sobre as bacias dos oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais. Tanto a célula de Walker que atua no sentido zonal – ramo ascendente no Pacífico Oeste e

ramo descendente no Pacífico Leste como a de Hadley que atua no sentido meridional – ramo ascendente sobre os trópicos e ramos descendentes nas latitudes subtropicais são perturbadas por anomalias positivas ou negativas da temperatura da Superfície do Mar. O que causa fortes perturbações na circulação atmosférica sobre os trópicos, visto que essas células são deslocadas de suas posições climatológicas e, deste modo, nessa região os períodos de chuva são afetados pelas intensidades e durações, segundo relatos de Ferreira e Mello (2005). Sabe-se, hoje, que a temperatura da superfície do mar é a principal variável oceânica capaz de afetar as condições atmosféricas em várias áreas do globo (ALVES *et al.*, 1998).

Segundo, Ferreira e Mello (2005), sob condições normais a célula de Walker é favorável a formação de nuvens convectivas profundas. No entanto, quando modificada pelo episódio El Niño esta célula sobre o Pacífico oeste/norte da Austrália e também no Atlântico Equatorial, incluindo o leste da Amazônia e Norte do Semi-árido Nordeste, inibe a formação de nuvens. Devemos considerar que tanto os episódios de El Niño quanto os de La Niña afetam os totais sazonais de precipitação, e podem também afetar a frequência de ocorrência de alguns regimes de tempo e, portanto, de eventos extremos (GRIMM, 2004). Durante eventos extremos (El Niño - La Niña) há alterações na circulação de verão na América do Sul e a variabilidade interanual associada a esses extremos afetam o clima de verão na América do Sul (FRANCHITO, 2004).

Outros fatores além dos descritos anteriormente são responsáveis pelas variações climáticas e especialmente na precipitação observada no nordeste brasileiro. As Zonas de Convergência Intertropical (ZCIT) são definidas por Ferreira e Mello (2005) como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul, em baixos níveis, baixas pressões, altas temperaturas da superfície do mar, intensa atividade convectiva e precipitação. Assim a ZCIT é o fator mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil (FERREIRA, 2005).

O fenômeno ENOS presente no Pacífico Equatorial, e o gradiente meridional de anomalias de TSM sobre o Atlântico Tropical (Dipolo do atlântico tropical) controlam conjuntamente uma grande parte da variância interanual do clima sobre a América do Sul. O ENOS e o Dipolo do Atlântico tropical afetam diretamente o posicionamento da Zona de

Convergência Intertropical que por sua vez influencia a distribuição da pluviometria sobre a bacia do Atlântico e norte da América do Sul (LEUCENA *et al.*, 2000).

Leucena *et al.*, (2000) descrevem que nos anos em que as TSM estão sobre o Atlântico Tropical Sul, entre a linha do equador e 15°S, elas estão mais altas do que a média de longo período durante março-abril-maio (MAM) e a superfície do Atlântico Tropical Norte (entre 5°N e 20°N) está menos aquecida do que a média, há formação de um gradiente meridional de anomalias de TSM no sentido de norte para sul. Nessa situação observando-se no mesmo período uma pressão ao nível do mar (PNM) mais baixa do que a média sobre o Atlântico Sul, e mais alta do que a média sobre o Atlântico Norte, ventos alísios vindo do sudeste mais fracos do que a média e os alísios do Nordeste mais intensos do que a média, além do eixo de baixa pressão à superfície e confluência dos ventos alísios deslocados mais para sul, relativamente ao seu posicionamento médio, provocam aumento nos índices pluviométricos sobre o norte do Nordeste.

Segundo Galvão (1999) no leste do nordeste do Brasil, as chuvas de outono e inverno (abril-julho) são responsáveis por 60% da precipitação média anual, enquanto que os meses mais secos são os de setembro a dezembro, que respondem por apenas 10% da precipitação anual. As frentes frias e os ventos que sopram de sudeste perpendicularmente à costa, quando convergem com a brisa terrestre que sopra do continente para o oceano, são apontados como o principal mecanismo gerador de precipitação na região. Durante o período de abril-julho, essa convergência atinge seu máximo, causando o pico de precipitação. A variabilidade interanual seria causada principalmente pela alta subtropical do Atlântico Sul, que modula a intensidade e direção dos ventos ao longo da costa; o ENOS apresenta baixa correlação estatística com essa variabilidade (exceto em anos em que esses eventos foram considerados intensos).

O sistema acoplado oceano-atmosfera no Atlântico parece ser o principal fator condicionador dos anos secos ou úmidos na região: o padrão de TSM (que é afetado pelo campo de ventos superficiais) exerce um controle hidrostático na baixa atmosfera, de modo que o gradiente de temperatura norte-sul leva a um aumento do gradiente de pressão ao sul, inibindo a precipitação. Os anos secos tendem a coincidir com a fase baixa do ENOS (quando ocorre aquecimento anormal da TSM) no Pacífico Equatorial, porque nesta situação em geral a ZCIT tende a ficar mais ao norte. Nos anos úmidos o comportamento tende a ser o inverso. O relevo da região provoca efeitos orográficos significativos sobre a

distribuição espacial da precipitação, que se somam aos efeitos de circulação global (GALVÃO, 1999).

Para Grimm e Tedeschi (2004), os eventos no Atlântico têm correlação entre TSM e eventos extremos de precipitação (ENOS) e exercem uma maior pressão junto à costa sudeste brasileiro, devido ao aumento de nebulosidade associado com esses eventos extremos. A correlação intensifica-se na parte nordeste do Atlântico Sul, provavelmente devido à maior intensidade do anticiclone do Atlântico Sul associado a eventos extremos, o que produz resfriamento maior da TSM naquela região.

Segundo Ferreira (2005) outro importante mecanismo causador de chuvas no nordeste do Brasil está ligado à penetração de frentes frias até as latitudes tropicais entre os meses de novembro e janeiro. As frentes frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio com uma massa de ar quente, onde a massa de ar frio penetra por baixo da quente e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e, conseqüentemente, as chuvas. Para Gan (1982) os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) que se formam no oceano Atlântico e penetram na região nordeste do Brasil, principalmente entre os meses de novembro e março, com maior frequência entre os meses de janeiro a fevereiro, também afetam as precipitações nesta região. Os VCANs são um conjunto de nuvens que na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e no seu centro, devido a movimentos de subsidência que aumentam a pressão, atuam inibindo a formação de nuvens (FERREIRA, 2005).

Linhas de Instabilidade são bandas de nuvens causadoras de chuvas, enquanto, os Complexos Convectivos de Mesoescala são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais favoráveis como temperatura, relevo, pressão etc. Ondas de Leste que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo, na área de influência dos ventos alísios, além da Brisa Marítima e Terrestre é resultante do aquecimento e resfriamento diferenciais que se estabelecem entre a terra e a água, também são fatores que proporcionam chuvas no Nordeste (FERREIRA, 2005). Segundo Varejão-Silva (2001), no nordeste do Brasil os ventos alísios são persistentes e intensos durante todo o ano, quase sempre as brisas contribuem apenas para mudar um pouco a sua direção e velocidade, onde dependendo da orientação da costa, a velocidade do vento, resultante da superposição alísio-brisa, pode ser maior ou menor que a do alísio. Tanto a Brisa marítima para dentro do continente como a terrestre para dentro do mar podem afetar até 100 km (FERREIRA, 2005).

Fenômenos globais como El Niño e La Niña afetam consideravelmente os padrões meteorológicos de algumas regiões. O semi-árido Nordeste está entre as localidades mais atingidas pela ação destes fenômenos. Entretanto, esse efeito de grande escala não impede que fatores locais em muitas situações sejam responsáveis pela evolução de sistemas meteorológicos intensos (FARIAS, 2008). Por outro lado, episódios de La Niña favorecem a precipitação acima da média climatológica em boa parte do Nordeste e principalmente no setor leste com o avanço das frentes frias no litoral da Bahia, Sergipe e Alagoas, e chuvas acima da média no semi-árido nordestino. A chuva na região Nordeste é predominantemente de natureza convectiva, provém de sistemas isolados (organizados ou não) e mesmo em meses com precipitação acima da média, a distribuição da chuva no tempo é bastante irregular e ocorre normalmente em poucos dias do mês (FARIAS, 2008).

El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno que atua em uma escala espacial maior e refere-se a uma combinação de dois mecanismos que demonstram, de forma, marcante, o vínculo existente entre o oceano e a atmosfera. Este componente oceânico, denominado El Niño, é atualmente monitorado principalmente através da Temperatura da Superfície do Mar em regiões definidas ao longo da região equatorial do Oceano Pacífico. O componente atmosférico chamado de Oscilação Sul expressa correlação inversa a existente entre a pressão atmosférica nos extremos leste e oeste do Oceano Pacífico. O Índice de Oscilação Sul (IOS) é utilizado no monitoramento deste componente (BERLATO, 2003).

O fenômeno ENOS faz parte de uma variação irregular em torno das condições normais do oceano e da atmosfera na região do Pacífico tropical. Um extremo dessa variação é representado pelas condições de El Niño, quando se verifica um aquecimento das águas simultaneamente com diminuição da pressão atmosférica no Pacífico leste, e o outro extremo da variação é representado pelas condições de La Niña, quando ocorre um resfriamento das águas e aumento na pressão atmosférica na região leste do Pacífico. Considerando às séries históricas existentes para esses fenômenos, verificamos muito bem a conexão entre o oceano e a atmosfera que produz o ciclo de ENOS. Vê-se, também, uma relativa concentração de eventos ENOS nos anos 80 e 90, com cinco eventos de El Niño (1982/1983, 1986/1987, 1991-1993, 1994/1995 e 1997/1998) e três eventos de La Niña (1984/1985, 1988/1989, 1995/1996) (BERLATO, 2003).

As mudanças na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), devido à grande extensão, modificam a circulação atmosférica tropical. A célula de Circulação Equatorial de Walker enfraquece e em casos de eventos fortes de El Niño pode desaparecer. Desse modo, o ar

que em condições de normalidade sobe no Pacífico oeste e desce no Pacífico leste, passa a subir no Pacífico central e descer no Pacífico oeste e norte da América do Sul, o que diminui as chuvas nessas regiões. Em condições de La Niña há um fortalecimento das condições normais do oceano e da atmosfera na região tropical do Oceano Pacífico, onde a célula de Circulação Equatorial de Walker se intensifica, os ventos alísios sopram com mais intensidade e causam aumento no carregamento de águas quentes para oeste e aumento da ressurgência das águas frias profundas. O El Niño na medida em que produz quase um colapso na célula de Walker perturba e até inverte as características climáticas dominantes na região, ao passo que La Niña, intensificando as condições normais, empurra o sistema climático da região a seu limite (BERLATO, 2003).

Há, como no caso de anomalias de chuvas mensais e sazonais, tendência a comportamentos opostos durante eventos El Niño e La Niña, o que demonstra o forte componente de linearidade no impacto destes eventos sobre a precipitação. Contudo, há também efeitos que não são exatamente opostos, como ocorre com a variação de eventos extremos no Nordeste do Brasil (principalmente no outono) (GRIMM, 2004). A relação entre TSM e chuva mensal é aproximadamente semelhante à relação entre número de eventos severos e TSM. Isto significa que eventos severos ocorrem naturalmente mais em situações em que há mais eventos de chuva, e que não há, de modo geral, uma dinâmica distinta (GRIMM, 2004).

Esses eventos (ENOS) apresentam uma duração muito variável, o El Niño tem uma duração média de 12 meses e La Niña em torno de 14 meses. Os eventos mais fortes de El Niño ocorreram em 1982/1983 e 1997/1998, com intensidade maior no período de outubro a março (1982/1983) e julho a março (1997/1998). Os dois eventos de La Niña mais fortes do período foram os de 1973/1974 e 1988/1989, com intensidade maior no período de outubro a março. Tanto o El Niño, como La Niña, provocam mudanças na circulação atmosférica em escala regional e global, gerando anomalias climáticas em várias partes do mundo. Os impactos de El Niño e La Niña no clima no Brasil são observados com as mudanças nos índices de precipitação pluvial e da temperatura do ar (BERLATO, 2003).

No caso do El Niño observa-se a tendência de precipitações pluviais abundantes na Região Sul do Brasil, principalmente na primavera e início de verão. No Nordeste e Norte do país as secas são observadas. Na Região Sudeste observa-se aumento moderado da temperatura média do ar. Na Região Centro-Oeste observa-se tendência de precipitação pluvial acima da média apenas no sul do Mato Grosso do Sul. Para o fenômeno La Niña,

os impactos conhecidos sobre o Brasil estão descritos em CPTEC/INPE (1998), onde devido às passagens rápidas das frentes frias sobre a Região Sul, observa-se tendência de diminuição da precipitação pluvial nessa região, especialmente na primavera e início de verão. As frentes frias chegam até a Região Nordeste, principalmente no litoral da Bahia, Sergipe e Alagoas, havendo a possibilidade de precipitação pluvial acima da média sobre a região semi-árida. Essa situação só ocorre se, simultaneamente ao fenômeno de La Niña, as condições atmosféricas e oceânicas sobre o Oceano Atlântico mostrarem-se favoráveis, ou seja, com TSM acima da média no Atlântico tropical sul e abaixo da média no Atlântico tropical norte (Dipolo do Atlântico) (BERLATO, 2003).

Segundo Sampaio & Marengo (1998) baseados nas observações de chuva média em eventos de La Niña de 1964/65, 1970/71, 1973/74, 1975/76, 1988/89, 1995/96, verificaram anomalias mensais de chuva desde Julho do ano de início do fenômeno até Junho do ano em que o fenômeno foi mais intenso. Verificou-se também que somente em novembro para o ano de início do La Niña é que fica demonstrada a presença de anomalias negativas de chuva, enquanto que na estação chuvosa da Amazônia observam-se chuvas abundantes. Por outro lado, anomalias negativas são observadas numa área orientada no sentido noroeste-sudeste sobre as Regiões Sudeste, Centro-Oeste e em parte do Sul e oeste da Região Nordeste do país nos meses de janeiro e fevereiro. Deste modo, teríamos nessa região do Nordeste uma forte influência dos ventos alísios, que ficam mais intensos que a média climatológica nesses períodos o que potencializa a ocorrência das frentes frias até a Região Nordeste, principalmente no litoral da Bahia, Sergipe e Alagoas.

Devido à localização no extremo leste da América do Sul tropical, o Nordeste brasileiro está submetido à influência de fenômenos meteorológicos, que lhe conferem características climáticas peculiares, únicas em semi-áridos de todo mundo. O conhecimento atual sugere que semi-aridez do Nordeste seja causada pela subsidência, associada ao ramo descendente da circulação de Hadley-Walker, e a inversão psicotérmica sobre a região. No ciclo anual, essa inversão é quebrada pelo deslocamento da Zona de Convergência Intertropical, principal responsável pelas chuvas do Norte do Nordeste, e pela penetração de sistemas frontais, que produzem chuvas no sul e leste do Nordeste. Perturbações ondulatórias no campo dos Alísios, produzidas pela penetração de sistemas frontais em baixas latitudes, tanto do Hemisfério Norte como do Hemisfério Sul, sobre o Atlântico ocorrem durante o ano inteiro e são mais frequentes nos anos de La Niña. Essas perturbações, associadas às brisas de mar e de terra, constituem mecanismos de meso

escala importantes para as chuvas locais sendo, provavelmente, responsáveis por 30% a 40% dos totais anuais (MOLION, 2000).

Segundo Molion (2000) o campo dos ventos Alísios é frequentemente perturbado por penetrações de sistemas frontais em latitudes baixas, quer sobre o oceano quer sobre o continente. No Atlântico Sul, a convergência dos ventos de sul, associados aos sistemas frontais, com os ventos de leste, provocam perturbações ondulatórias nos Alísios que se propagam para oeste imerso no campo dos alísios. A aproximação de sistemas frontais, provenientes do sul, muitas vezes provoca o surgimento de linhas de instabilidade, que se propagam em sua vanguarda, alinhadas aos mesmos. Essas linhas, denominadas pré-frontais, deslocam-se a uma velocidade média de 10° de latitude por dia, e produzem totais pluviométricos superiores a 50 mm por dia e rajadas de ventos excedendo a 100 km/h. São mais comuns durante o período de inverno, de abril a julho. A convecção local ocorre devido ao aquecimento da superfície e à convergência de umidade transportada pelos Alísios. As Normais Climatológicas, publicadas pelo INMET, indicaram que, no ciclo anual, a temperatura média do ar atinge seu valor máximo no mês de março. A análise dos dados de precipitação das estações da rede da SUDENE mostrou que, geralmente, esse mês é o mais chuvoso, em média, na maior parte do Nordeste, porém a convecção local pode ser inibida quando os mecanismos de escala maior não forem favoráveis.

Em condições de El Niño, com o aquecimento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico, os ventos alísios perdem intensidade sobre essa bacia, a pressão sobre a parte leste do oceano diminui e as águas quentes sobre sua parte central e leste se aquecem, gerando movimento vertical ascendente sobre essa região e subsidência sobre o Nordeste do Brasil (NETO, 2006)

A faixa costeira do oeste do Nordeste (até 300 km do litoral) se estende do Rio Grande do Norte ao sul da Bahia, também conhecida como Zona da Mata, e apresenta clima quente e úmido com totais pluviométricos anuais variando de 600 a 3.000 mm. O período mais chuvoso vai de abril a julho, com o pico de chuvas em maio (postos de Olinda e Salvador) (MOLION, 2000). Para Kousky (1979) o máximo de chuvas está ligado à maior atividade de circulação de brisa marítima que afetaria bandas de nebulosidade para o continente e à ação das frentes frias, ou seus remanescentes, as quais se propagam ao longo da costa, onde esse máximo de chuvas estaria possivelmente associado à máxima convergência dos alísios com a brisa terrestre, a qual deve ser mais forte durante as estações de outono e inverno, quando o contraste de temperatura entre a terra e o mar é maior.

Para Molion (2000) 30% a 40% dos totais pluviométricos registrados no NE no período mais úmido (abril a julho) são causados pela convecção gerada pelo deslocamento da Zona de Convergência do Leste do Nordeste (ZCEN), alimentada pela convergência de umidade dos Alísios. Perturbações ondulatórias nos ventos Alísios (POA) e as brisas marítimas e terrestres, associadas à topografia e à convergência de umidade, completam o quadro de fenômenos de escala menor, responsáveis por 60 a 70 % do total pluvial da quadra chuvosa. As POAs se propagariam sob a inversão psicrotérmica e somente se intensificariam ao atingirem a ZCEN, onde a convergência de umidade é maior. A brisa de terra funciona como mini sistemas frontais. As massas de ar da brisa têm características termodinâmicas distintas das massas de ar associadas aos Alísios, ou seja, a temperatura da brisa está entre 21°C a 23°C e a umidade relativa entre 65% e 75% enquanto a dos Alísios está entre 24°C a 26°C e 80% a 90%. Aderindo à superfície, a brisa de terra força os Alísios a subir, provocando a formação de nuvens e chuva sobre o oceano e a orla marítima (MOLION, 2000).

Segundo Molion (2000) os eventos El Niño podem não apresentar uma correlação alta com as secas, possivelmente porque a intensidade, tanto dos El Niños como das secas, varia muito espacial e temporalmente. Porém, incontestavelmente, El Niños forte sempre esteve associado à secas de moderadas a severas. O provável mecanismo produtor de secas é o aumento de albedo planetário, devido à presença dos aerossóis, que resfria toda coluna troposférica, criando uma alta pressão e subsidência, e reduz a evaporação do Atlântico e a convergência de umidade sobre a Amazônia e NE. Uma atmosfera mais fria e mais seca é mais estável e produz menos chuvas.

Para Ferreira (2005) o El Niño, quando acontece conjuntamente com o dipolo positivo do Atlântico, que é desfavorável às chuvas, causam anos secos ou muitos secos no Nordeste brasileiro. O fenômeno La Niña associado ao dipolo negativo do Atlântico (favorável as chuvas) é normalmente responsável por anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos na região. Por fim, quando as águas do Pacífico estão em condições normais e o dipolo do Atlântico é negativo, a probabilidade de se ter um ano normal ou chuvoso também é alta. Ocorrendo o inverso com o dipolo do Atlântico teremos uma maior probabilidade de ano seco.

A resposta a variabilidade pluviométrica no nordeste quanto aos eventos ENOS em relação à distribuição de chuvas intra-regionais é bastante variada. Esta resposta deve-se a características específicas de cada sub-região, principalmente à sua posição geográfica, seu

quadrimestre mais chuvoso e os principais sistemas atmosféricos responsáveis pelas chuvas sobre as mesmas (ALVES & REPELLI, 1992). Segundo Anjos (2002) a presença de uma célula de circulação direta com movimentos descendentes sobre a região equatorial (águas resfriadas) e movimentos ascendentes perto da costa leste do Nordeste (águas aquecidas) são coerentes com chuvas mais intensas e duradouras, sendo que a célula de circulação direta representa outro mecanismo, não tão comum, responsável por chuvas intensas e duradouras na costa leste do Nordeste, com reflexo também na atuação de mais casos de ventos de norte no litoral oriental do Nordeste, contrariando a própria climatologia que é de ventos do quadrante sul nesse litoral.

Para Alves *et al.*, (1998) do ponto de vista observacional, há uma relação de causa-efeito das características da configuração de anomalias do vento junto a superfície do mar, observada em um mês anterior, e das anomalias de TSM na Bacia do Oceano Atlântico Tropical observada no mês subsequente para as composições de anos de ocorrência de El Niño. Isso significa que os ventos estiveram mais fracos que a climatologia das anomalias de TSM estiveram positivas. Esta característica foi mais evidente em nível de configuração na Bacia do Oceano Atlântico Tropical Norte nos anos de ocorrência de El Niño e de El Niño associado à ocorrência do Dipolo de TSM no Atlântico Tropical, para os anos de La Niña, o potencializa maiores precipitações no NE.

3. Fatores determinantes da variação de temperatura no Nordeste.

A transferência de calor e massa entre o oceano e a atmosfera é muito dependente da temperatura da superfície do mar e exerce grande influência nas condições de tempo e clima no continente (CAVALCANTI *et al.*, 2006). Devido à sua grande extensão e localização, o NEB sofre a influência de vários sistemas atmosféricos, dentre os quais se destacam a zona de convergência intertropical, ondas de leste, frentes frias, brisas e vórtices ciclônicos de ar superior (ROUCOU *et al.*, 1996). A precipitação pluvial em regiões tropicais é fortemente variável no tempo, espaço, duração e quantidade, enquanto a temperatura do ar apresenta baixa variabilidade sendo, portanto, facilmente modelada em função das coordenadas geográficas (CAVALCANTI *et al.*, 2006).

Para Becker (2001) a ZEE-NE, Zona Econômica Exclusiva Nordestina, corresponde ao litoral Nordestino, apresenta uma temperatura superficial relativamente homogênea com amplitude de variação inferior a 1,5°C. Verifica-se o mesmo padrão de distribuição para os

meses de verão, porém com um aumento global da TSM de cerca de 1,5°C relativo ao período da primavera.

Para Cavalcanti *et al.*, (2006) a região Nordeste é caracterizada pelos baixos níveis pluviais, temperaturas elevadas e altas taxas de evaporação. A alta demanda atmosférica produz taxas de evaporação que podem superar até 10 mm por dia, enquanto a temperatura média do ar varia entre 16,8°C a 33,8°C. Segundo Molion & Bernardo (2000) a convecção local ocorre devido ao aquecimento da superfície e à convergência de umidade transportada pelos Alísios. As Normais Climatológicas, publicadas pelo INMET, indicaram que, no ciclo anual, a temperatura média do ar atinge seu valor máximo no mês de março. A análise dos dados de precipitação das estações da rede da SUDENE mostra que, geralmente, esse mês é o mais chuvoso, em média, na maior parte do NE, particularmente em seu interior. Maior aquecimento provoca intensificação da convergência e a convecção local que, embora produza pequenas células de chuva e baixos totais pluviométricos, não deve ser desprezada por constituir-se um mecanismo muito importante para a vida do semi-árido. Porém, a convecção local pode ser inibida quando os mecanismos de escala maior não forem favoráveis.

4. A influência dos fatores de variação de precipitação e temperatura na Caatinga e na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

O domínio geocológico da Caatinga ocupa uma área de 1.037.517,80 Km², sob as latitudes subequatoriais, compreendidas entre 2° 45'L e 17° 21'S. Sua área corresponde a 70% da Região Nordeste e a 13% do território brasileiro, dentro do denominado Polígono das Secas e engloba os Estados nordestinos de Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, além da região norte do Estado de Minas Gerais (ALVES, 2007).

A Caatinga apresenta climas que variam de semi-áridos a sub-úmidos secos tropicais de exceção, e são caracterizados por uma pluviometria concentrada em um só período (3 a 5 meses), com médias anuais situadas entre 250 mm a 900 mm, irregularmente distribuídos no tempo e no espaço. As temperaturas médias anuais são relativamente elevadas, 26°C a 29°C, e a insolação média é de 2800 horas/ano. A umidade relativa do ar é de cerca de 50% e as taxas médias de evaporação são em torno de 2000 mm por ano (ALVES, 2007). Segundo Alves (2007) no domínio das Caatingas, a adaptação à semi-aridez do clima se

faz essencialmente pela perda das folhas, permitindo às plantas economizar água durante a estação desfavorável. Os arbustos e arvoretas não apresentam fustes bem desenvolvidos e são ramificados a partir do nível do solo. As espécies lenhosas têm porte raquítico.

Para Costa & Souza (2004) as frentes frias, os vórtices ciclônicos da troposfera superior, os sistemas de brisas marítimo-terrestres e os movimentos para leste de células convectivas tropicais de circulação direta de larga escala associadas com a Oscilação de 30-60 dias de Madden e Julian são sistemas que agem sobre a região Nordeste. Todos esses sistemas são importantes na produção de chuvas sobre o Nordeste.

O Estado de Sergipe está localizado nas coordenadas geográficas 9° 31'S a 11° 33'S e 36° 25'W a 38° 14'W, na faixa tropical e possui como problema climático a irregularidade espacial e temporal da distribuição da precipitação pluviométrica, sendo decrescente do Litoral em direção ao Semi-árido. No Litoral Leste são observadas isoietas superiores a 1600 mm, enquanto que no Semi-árido a precipitação anual é inferior a 800 mm, decaindo para menos de 500 mm. O período chuvoso no Estado como um todo se concentra entre os meses de abril a agosto, com o máximo concentrado nos meses de maio e junho (COSTA & SOUZA, 2004).

Para Pinto (2001) em todo território sergipano o clima obedece aos controles físicos comuns dos climas tropicais que incluem as correntes oceânicas ao longo de seu litoral. Os efeitos topográficos, minimizados pela topografia local quase insignificante e a continentalidade é bem definida no padrão regional do sertão, agreste e litoral, com o volume de chuvas decrescendo com o crescente afastamento da fonte de suprimento de umidade no oceano.

O regime pluviométrico do Estado de Sergipe está associado às condições atmosféricas e sistemas sinóticos que atuam nos setores Norte e Leste do Nordeste do Brasil e possui uma característica própria diferente dos demais regimes da região do NEB, apresentando uma grande variabilidade interanual (com desvio da média climatológica superior ao desvio padrão). Devido à sua posição geográfica espacial, Sergipe possui uma característica de transição entre os regimes pluviométricos do norte (com máximos de fevereiro a maio) e do sul do NEB (dezembro a fevereiro). Essa transição é observada no início da estação chuvosa alterando a precipitação e causando veranicos. O máximo veranico pluviométrico de transição ocorre em maio, entretanto quando há um deslocamento anômalo da Zona de Convergência Intertropical, mais para o norte, durante o

regime pluviométrico do norte do NEB, o início da estação chuvosa do leste do NEB é afetado consideravelmente, chegando a haver “veranicos” (COSTA & SOUZA, 2004).

A sazonalidade das chuvas (variabilidade intra-anual), como inconstância temporal, também é mais pronunciada com a continentalidade. A estação seca é mais severa à medida que se interioriza o território sergipano. Por princípio, a avaliação temporal, involuntária, tem primazia sobre o fluxo espacial, nas questões ligadas à pluviosidade, no que se reporta ao regime ou ao ritmo climático (PINTO, 2001). Para Pinto (2001) a análise espacial em climatologia não pode ser desvinculada da variação temporal e nem a análise de temporalidade pode dispensar o apoio espacial.

Graças ao dinamismo inerente à atmosfera, é indisfarçável que os componentes temporais são mais susceptíveis de pertinência na estrutura espacial dos climas. Uma vez que as temperaturas oscilam pouco, o oposto ocorre com a pluviosidade, registrando-se valores contrastantes, não só quanto aos totais como quanto ao regime pluviométrico. A chuva constitui o elemento determinante do mecanismo natural. As elevadas temperaturas médias constituem uma das peculiaridades dos trópicos, porém o dado mais significativo é sua pequena variação anual (PINTO, 2001).

5. A variação de temperatura na micro-região da Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

Dados climáticos de temperatura obtidos na Estação Meteorológica de Samambaia, indicam variação de temperaturas na micro-região da Bacia do Rio Real onde está a Serra dos Macacos - Tobias Barreto-SE (coordenadas geográficas 10°52'88''S e 37°59'19''W) situada dentro dos limites climáticos do Semi-Árido Sergipano. Entre os períodos de 1963 até 2007, com exceção os anos de 1971 a 1976; 1981 a 1985; 1990 a 1991 nestes 50 anos as séries de temperaturas mínimas e máximas mostraram-se estar bem ajustadas com a média, Figuras (5.1 e 5.2).

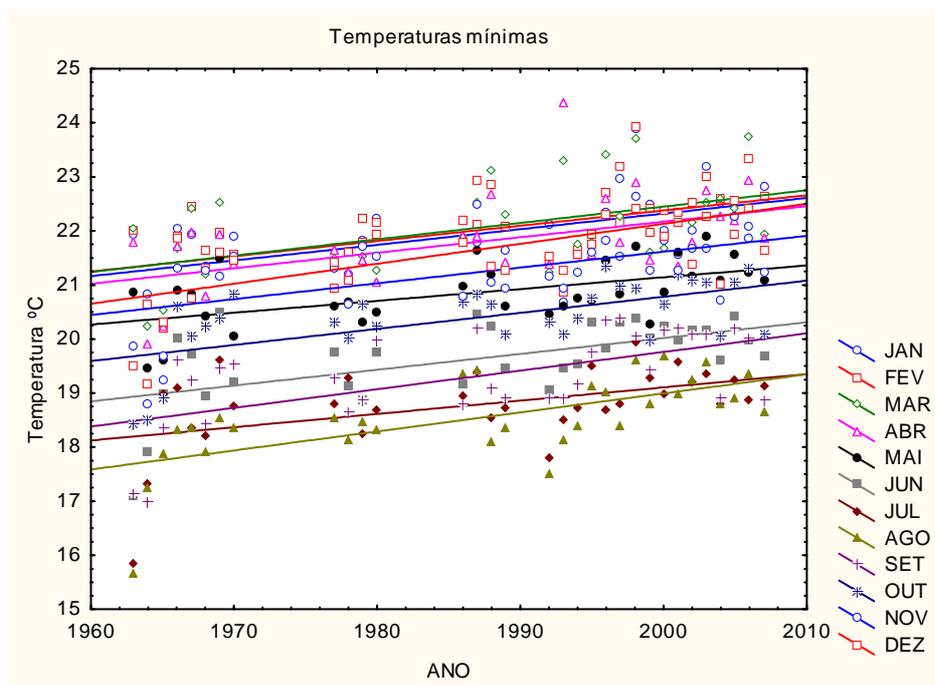


Figura 5.1. Dispersão das temperaturas mínimas no período de 1963 a 2007 para a micro-região da Serra dos Macacos (INMET/SEMARH-SE). Destaque dos valores estatísticos das correlações e significância: JAN: $r = 0,5141$; $p = 0,0026$; FEV: $r = 0,5301$; $p = 0,0018$; MAR: $r = 0,5272$; $p = 0,0019$; ABR: $r = 0,5077$; $p = 0,0030$; MAI: $r = 0,5516$; $p = 0,0011$; JUN: $r = 0,5700$; $p = 0,0007$; **JUL: $r = 0,4714$; $p = 0,0065$** ; **AGO: $r = 0,6408$; $p = 0,00008$** ; SET: $r = 0,5953$; $p = 0,0003$; ANO:OUT: $r = 0,6043$; $p = 0,0002$; ANO:NOV: $r = 0,5587$; $p = 0,0009$; ANO:DEZ: **$r = 0,6195$; $p = 0,0002$** .

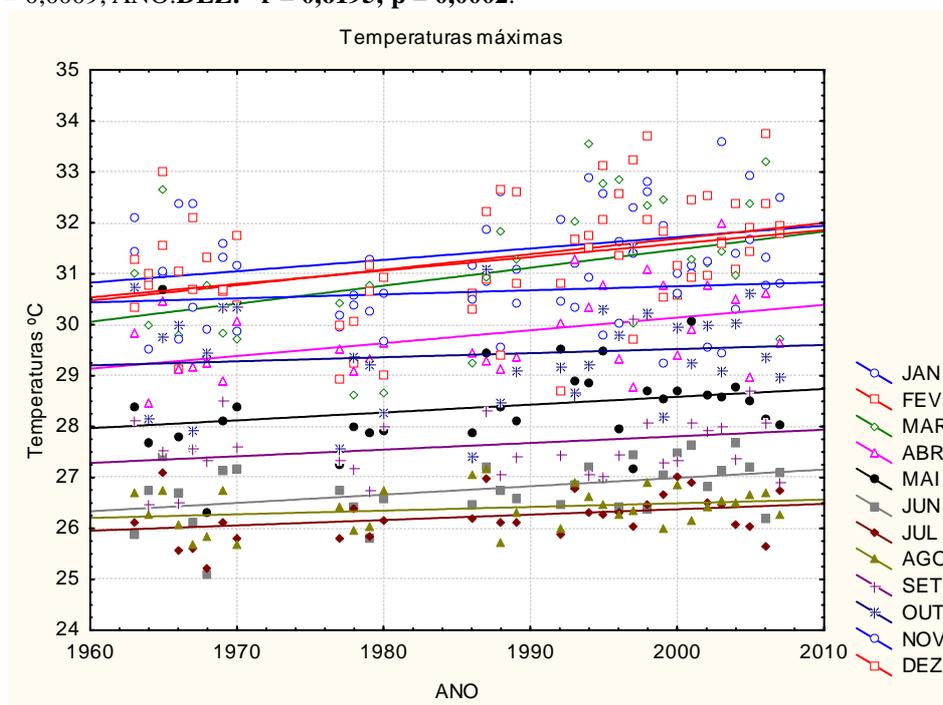


Figura 5.2. Dispersão das temperaturas máximas no período de 1963 a 2007 para a micro-região da Serra dos Macacos (INMET/SEMARH-SE). Destaque dos valores estatísticos das correlações e significância: JAN $r = 0,3141$; $p = 0,0800$; FEV: $r = 0,3223$; $p = 0,0720$; **MAR: $r = 0,3913$; $p = 0,0268$** ; **ABR: $r = 0,4432$; $p = 0,0111$** ; MAI: $r = 0,2614$; $p = 0,1484$; **JUN: $r = 0,4170$; $p = 0,0176$** ; JUL: $r = 0,3395$; $p = 0,0573$; AGO: $r = 0,2584$; $p = 0,1532$; SET: $r = 0,2603$; $p = 0,1503$; OUT: $r = 0,1163$; $p = 0,5263$; NOV: $r = 0,1305$; $p = 0,4765$; **DEZ: $r = 0,4567$; $p = 0,0086$** .

Podemos observar que existe uma tendência significativa quanto ao aumento das temperaturas mínimas e máximas, para o período analisado. Observa-se nas figuras (5.3 e 5.4) que há um maior ajustamento nas temperaturas mínimas em relação à média. As temperaturas mínimas, no entanto apresentam maior tendência de aproximação com as temperaturas máximas.

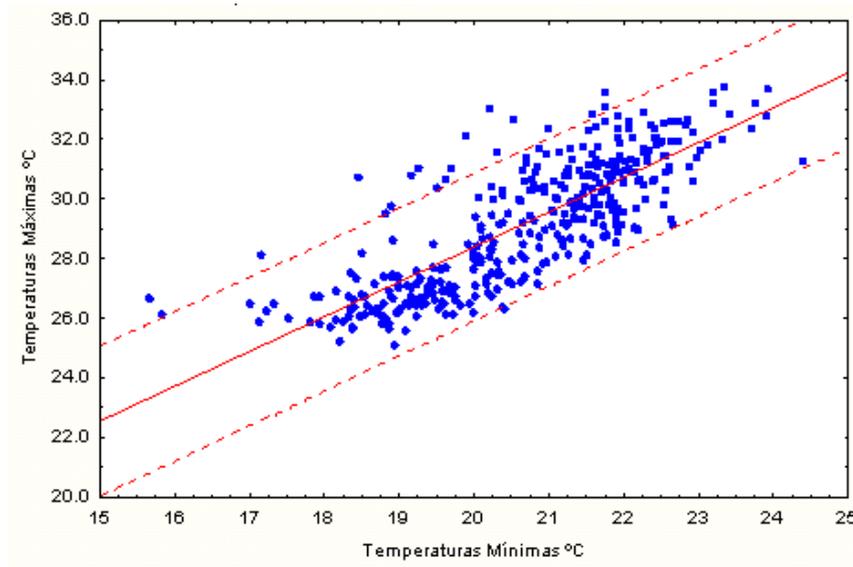


Figura 5.3. Regressão linear da distribuição entre temperaturas mínimas e máximas entre o período de 1963 a 2007 para a micro-região da Serra dos Macacos (INMET/SEMARH-SE). Estatística: $r^2 = 0.6543$; $r = 0.8089$, $p = 00.0000$; $y = 4.998 + 1.1696*x$.

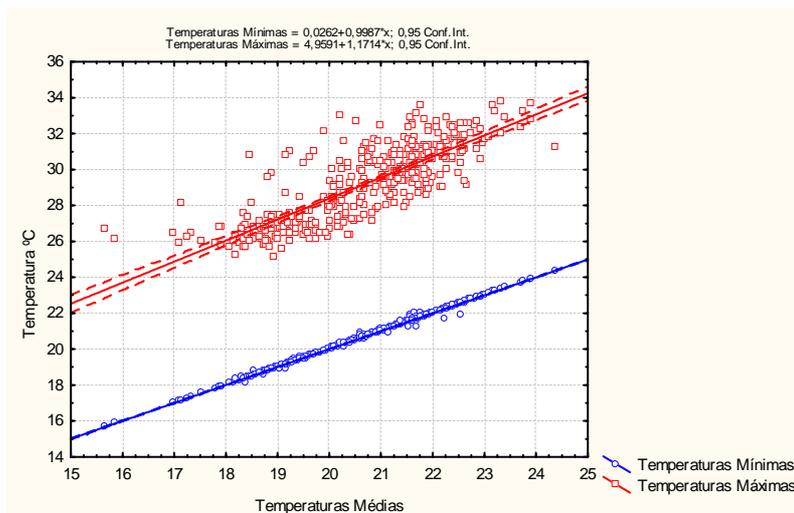


Figura 5.4. Relação entre as temperaturas mínimas e máximas em relação à média de temperaturas entre 1963 a 2007 (INMET/SEMARH-SE). Estatística: Temperaturas Médias-Mínimas: $r^2 = 0.9977$; $r = 0.9988$, $p = 00.0000$; $y = 0.0262 + 0.9987*x$. Temperaturas Médias-Máximas: $r^2 = 0.6566$; $r = 0.8103$, $p = 00.0000$; $y = 4.9591 + 1.1714*x$.

A variação de temperatura na região da Serra dos Macacos para cerca de 50 anos demonstrou uma marcante sazonalidade, onde os períodos mais quentes que foram representados pelos meses de dezembro a março, e os meses de menor temperatura que ocorreram entre junho a setembro (Figura 5.5). Sendo que a amplitude, entre os valores mínimos e máximos, está compreendida entre 16°C nos meses de menor temperatura a 36°C nos meses de maior temperatura, entre os anos de 1960 a 2007. Essa sazonalidade nas temperaturas médias e máximas sugere que essa variável climática apresenta influência na adaptação fisiológica das plantas de dossel e sub-bosque presentes no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos, que apresenta uma vegetação riparia com cobertura e dossel contínuo.

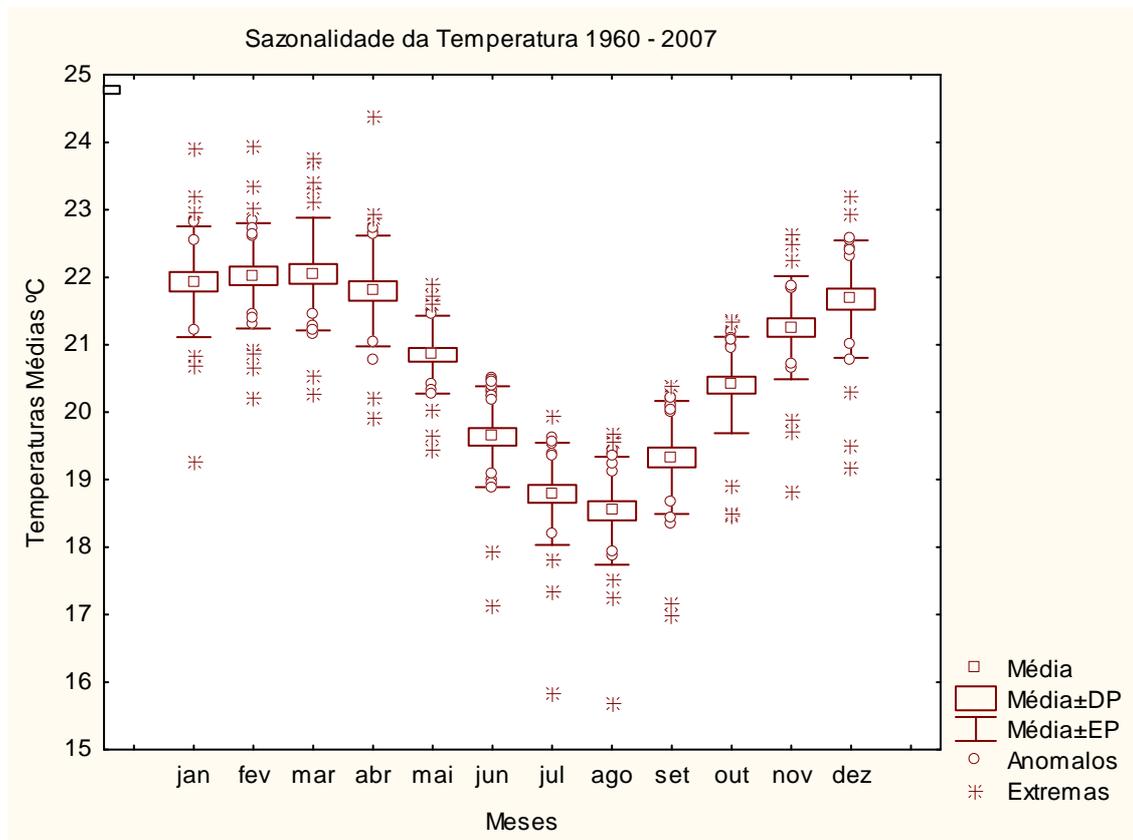


Figura 5.5. Sazonalidade nas condições climáticas em função das temperaturas médias verificadas no período de 1963 a 2007 na micro-região da Serra dos Macacos, em Tobias Barreto-SE (INMET/SEMARH-SE). Estatística da distribuição das temperaturas médias mensais Teste de independência entre as médias mensais Kruskal – Wallis $H(11,384) < 286,686$: $p = 0,000$, Anova ($F = 11.372$) $< 90,556$ $p = 0,000$.

A conclusão primária é que na região e na Serra dos Macacos a variação de temperatura nas últimas décadas também apresentou tendência de baixa oscilação térmica, como é característica do nordeste brasileiro. No entanto, os períodos de maiores

temperaturas ocorreram entre outubro a março (valor médio de 31,4°C registrado em janeiro) e os de menores temperaturas de junho a setembro (valor médio de 18,5°C registrado em agosto).

Essas condições de sazonalidade climática afetam a abertura e o fechamento do dossel entre os períodos de chuva e de seca variando significativamente? A resposta a estas perguntas tem importância no atual estudo? A temperatura na região da Serra dos Macacos é fator determinante para a inativação cambial e afeta a formação de camadas de crescimento? Há relação entre as altas temperaturas quanto à abscisão foliar das espécies que compõem o bosque e o sub-bosque da mata ripária do “*Canyon*” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE?

Constata-se que há sazonalidade nas temperaturas médias, máximas e mínimas, porém, com comportamento diferenciado. Há forte relação entre as temperaturas mínimas e as temperaturas médias, sendo que nestes últimos 50 anos verificou-se que a dispersão das temperaturas mínimas teve com correlação (r) entre 0,41 a 0,64 das suas regressões, enquanto que as temperaturas máximas apresentaram correlação entre 0,39 a 0,45, apenas nos meses de março, abril, junho e dezembro, significativas estatisticamente ($p < 0.05$), demonstrando que há ajustamento entre as regressões, provavelmente, devido estes meses serem de transições verânicas, mencionados por Cavalcanti (2006) e Costa & Souza (2004).

A relação entre as temperaturas máximas e mínimas mostrou que há uma correlação de $r = 0,85$ e $r^2 = 0,65$ o que significa que entre 15% a 35% dos eventos apresentam um tendência fora da distribuição (95%). Assim a sazonalidade nas condições climáticas durante um ano, entre os meses de novembro a abril, as temperaturas média variam de 21°C a 23°C, enquanto nos meses de junho a agosto as temperaturas médias variaram entre 18°C a 20°C. Todavia, apresentam temperaturas de até 16°C. Por outro lado anomalias e temperaturas extremas na região de Tobias Barreto ocorrem com mais frequência nos meses de janeiro e abril. As causas destas anomalias podem estar relacionadas as ZCIT. Do ponto de vista da ativação e inativação cambial as anomalias climáticas afetam muito mais os valores máximos e mínimos tanto de temperatura quanto de precipitação, mas não alteram a dinâmica climática geral verificada na região de estudo.

6. A variação da precipitação na micro-região da Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

Para Pinto (2001) o índice pluviométrico médio de 850 mm pode ser considerado como divisor de áreas comumente designadas de sertão e de agreste, enquanto que a média de 1500 mm de precipitação deve ser divisória para os climas da zona úmida da mata.

Segundo Aguiar Netto (2006) o clima no município de Tobias Barreto (SE) obedece ao tipo As' (segundo a classificação indicimétrica de Köppen, dizemos que os climas As' são tropical chuvoso com verão seco, sem estação fria e com temperatura do mês mais frio acima de 18°C e o clima quente semi-árido (BSh'), onde a evaporação é maior do que a precipitação). A precipitação pluviométrica média é de 756,9 mm/ano, a temperatura média anual é de 28°C e a evapotranspiração potencial é de 1,566 mm/ano.

Os regimes pluviométricos do município de Tobias Barreto (SE) entre 1914 a 2010 são caracterizados pela ocorrência de **menor concentração de chuvas** no trimestre de **outubro-novembro-dezembro** (Figura 6.1) com uma precipitação média trimestral de **24,02 mm**, correspondendo a 13% da precipitação anual do município em estudo.

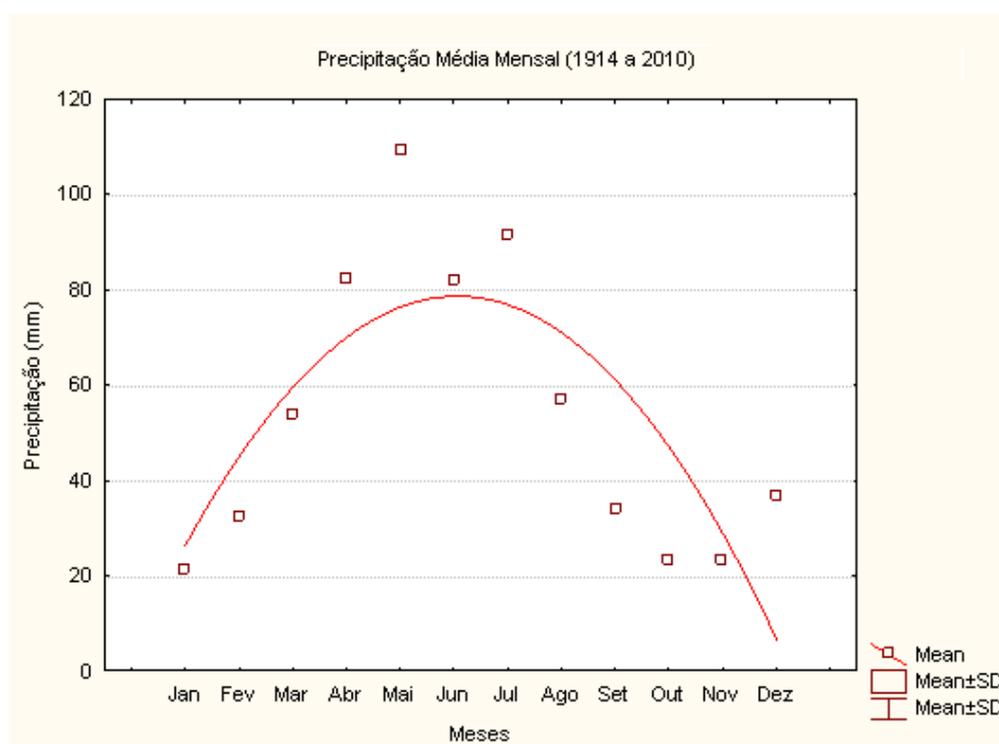


Figura 6.1. Distribuição das médias mensais de precipitação na Serra dos Macacos entre os anos de 1914 a 2010 (Fonte: Estação Meteorológica da Samambaia a 9,5 km da Serra dos Macacos: SEMARH-SE). Estatística: Teste de Kruskal-Wallis $H(11,12) = 11$; $p = 0,4433$.

O período trimestral **mais chuvoso** está compreendido em **maio-junho-julho**, com precipitação média trimestral de **91,20 mm**, correspondendo a 43% das chuvas anuais. No

acumulado do período (1914 a 2010) a soma das médias de precipitações mensais no município de Tobias Barreto correspondem a 765 mm/anuais (Figura 6.2).

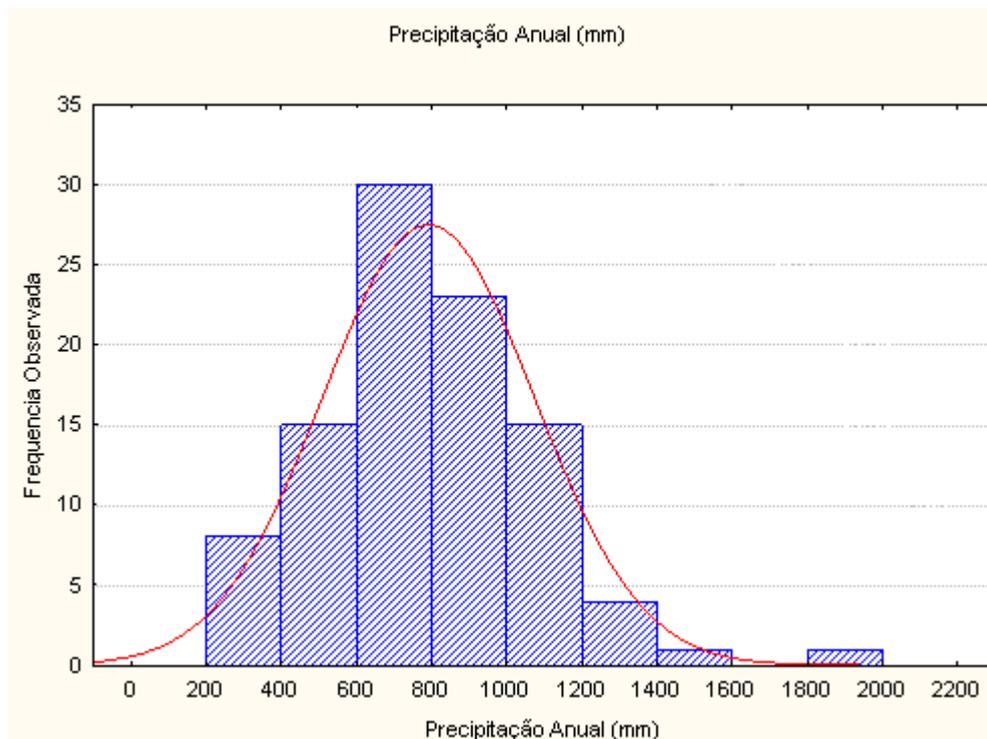


Figura 6.2. Distribuição das médias anuais de precipitação no Serra dos Macacos entre 1914 a 2010 (Fonte: Estação Metereológica da Samambaia: SEMARH-SE).

Os anos de maiores chuvas foram (Figuras 6.3a e 6.3b): 1914 (1164 mm); 1921 (1112 mm); 1924 (1224 mm); 1935 (1051 mm); 1936 (1052 mm); 1940 (1032 mm); 1944 (1004 mm); 1947 (1082 mm); 1964 (1188 mm); 1966 (1020 mm); 1969 (1364 mm); 1985 (1481 mm); 1986 (1075 mm); 1988 (1360 mm); 1989 (1853 mm); 1997 (1125 mm); 2004 (1026 mm); 2006 (1068 mm), que ultrapassaram os 1000 mm anuais. Os anos de menor precipitação foram: 1923 (492 mm); 1925 (228 mm); 1931 (365 mm); 1932 (380 mm); 1952 (498 mm); 1955 (457 mm); 1959 (384 mm); 1961 (362 mm); 1965 (465 mm); 1976 (403 mm); 1979 (244 mm); 1980 (250 mm); 1990 (310 mm), que foram menores que os 500 mm anuais. Os dados foram obtidos através da estação metereológica localizada no povoado samambaia (Latitude S10° 56' 00'', Longitude W38° 03' 00'' e altitude 230 m) e disponibilizados pela SEMARH (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Sergipe) no município de Tobias Barreto (SE), distante da Serra dos Macacos (Latitude S10° 52' 00'', Longitude W37° 59' 00'' e altitude entre 400-600 m) a 9,5 km.

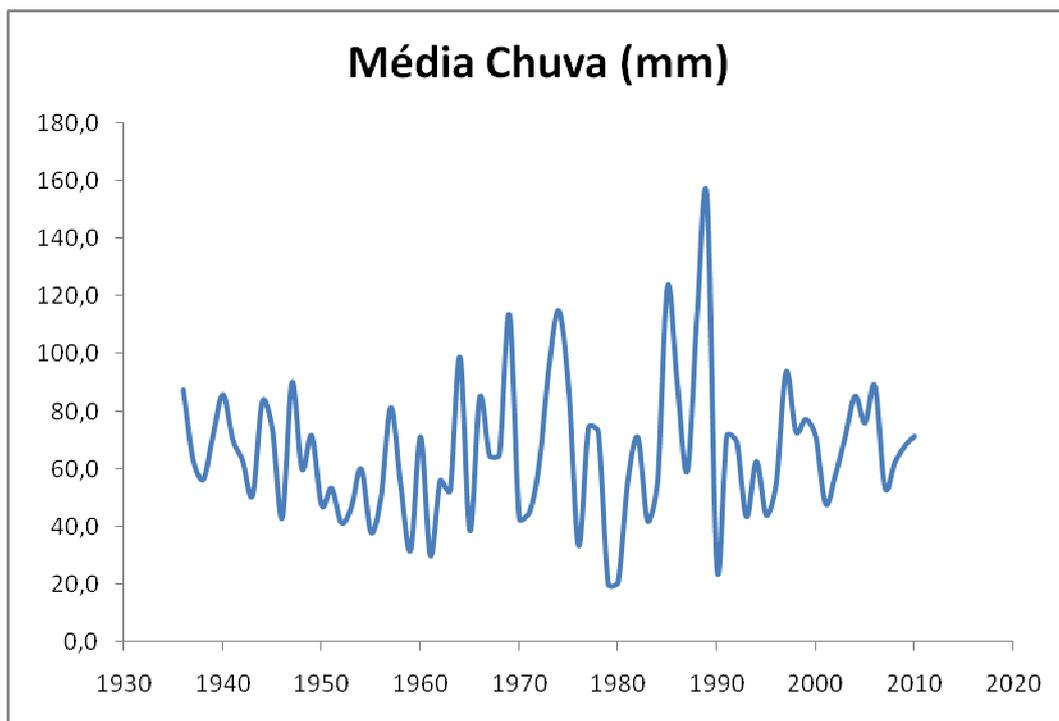


Figura 6.3a. Variação da precipitação média/mensal/ano em (mm) coletados na Estação de Samambaia a 9,5 Km do “Canyon” da Toca da Onça, entre os períodos de 1914 a 2010. (Fonte: SEMARH-SE).

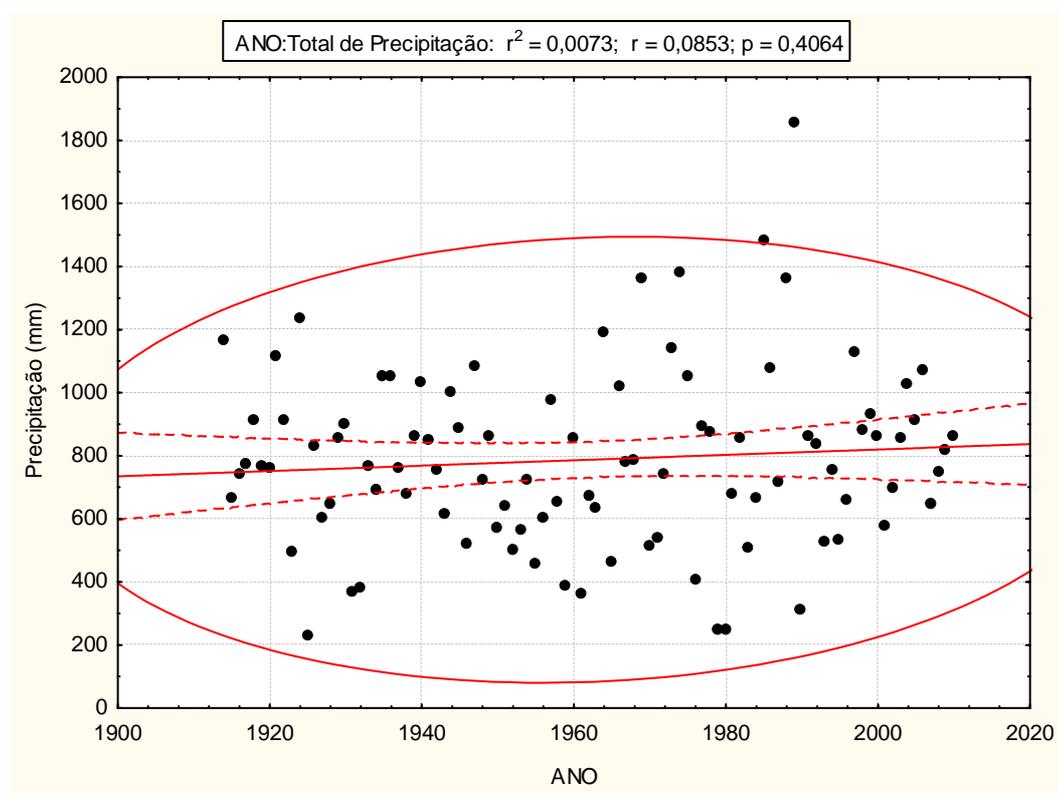


Figura 6.3b. Dispersão da precipitação acumulada anual (mm) no povoado Samambaia (Tobias Barreto-SE) entre os períodos de 1914 a 2010. (Fonte: Estação Meteorológica da Samambaia: SEMARH-SE). Estatística: Total de Precipitação $r^2 = 0,0073$; $r = 0,0853$; $p = 0,4064$.

A Serra dos Macacos está localizada no município de Tobias Barreto e corresponde a região Semi-árida do Estado de Sergipe (Figura 6.4). Está contida no domínio Caatinga uma área aproximada de 360 km². Segundo Alves (2007) antigamente acreditava-se que a caatinga seria o resultado da degradação de formações vegetais mais exuberantes, como a Mata Atlântica ou a Floresta Amazônica. Esse pensamento sempre produziu à falsa idéia de que o bioma seria homogêneo, com biota pobre em espécies e em endemismos, estando pouco alterada ou ameaçada, desde o início da colonização do Brasil. Entretanto, estudos apontam a caatinga: (i) como rica em biodiversidade, endemismos e bastante heterogênea; (ii) considerada um bioma extremamente frágil.

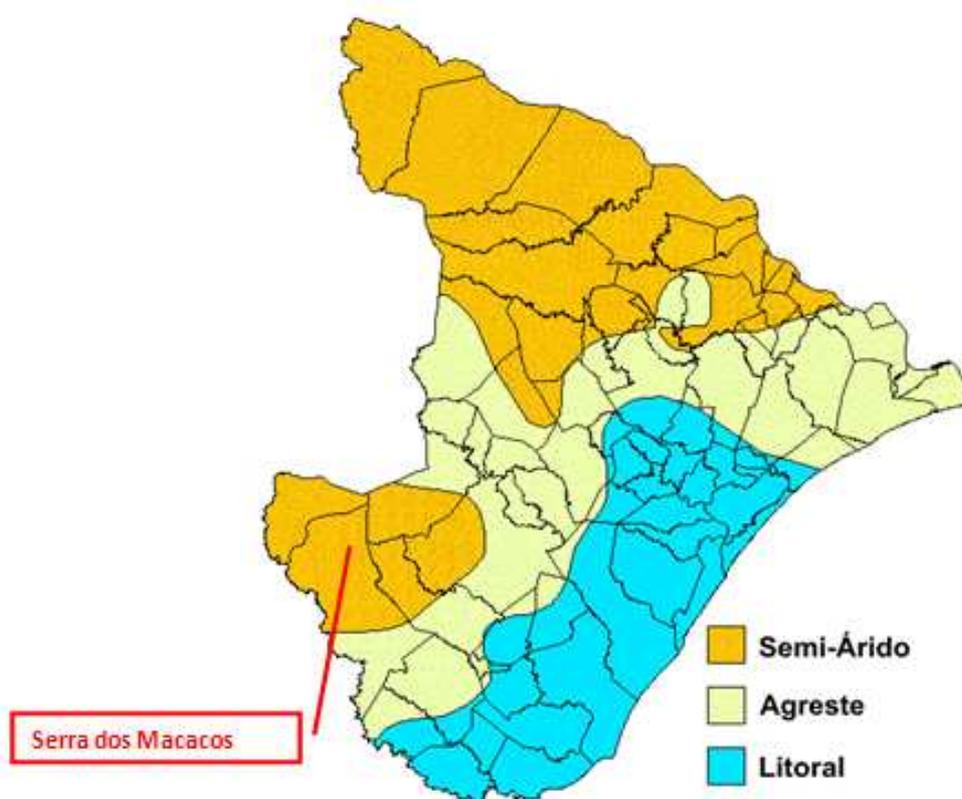


Figura 6.4. Tipos Climáticos do Estado de Sergipe. Fonte: Adaptado de SEMARH-SE (Disponível em www.semarh.se.gov.br).

Segundo Marengo (2007) a partir da década de 1970 o volume de chuvas tem sido menor em relação a outros anteriores e especificamente ao ano de 1985, que foi muito úmido. Esta variabilidade também tem sido observada nas vazões do rio São Francisco em Sobradinho, onde a tendência relativamente positiva desde 1931 contrasta com a tendência negativa observada a partir de 1979. Ainda que esta queda de vazões possa estar associada em parte a esta variabilidade de chuva, também poderia estar associada ao uso de água para

irrigação e outras formas de uso. Os dados de precipitação da região da Serra dos Macacos (Figura 6.5) nos últimos 96 anos apresentaram um teste F baixo demonstrando que as anomalias ocorridas durante esse período não foram suficientes para afetar o conjunto de dados, portanto a tendência de aumento das chuvas é pouco aceitável (a não ser pela média, embora reduzida). Sugere que aquela micro-região apresenta condições climáticas de precipitação semelhantes ao previstos para o Nordeste, no entanto reforça a influência dos fatores locais na determinação das condições climáticas, já que há uma leve tendência de aumento nas precipitações. É possível que o aumento das temperaturas naquela micro-região estejam afetando as taxas de precipitações locais.

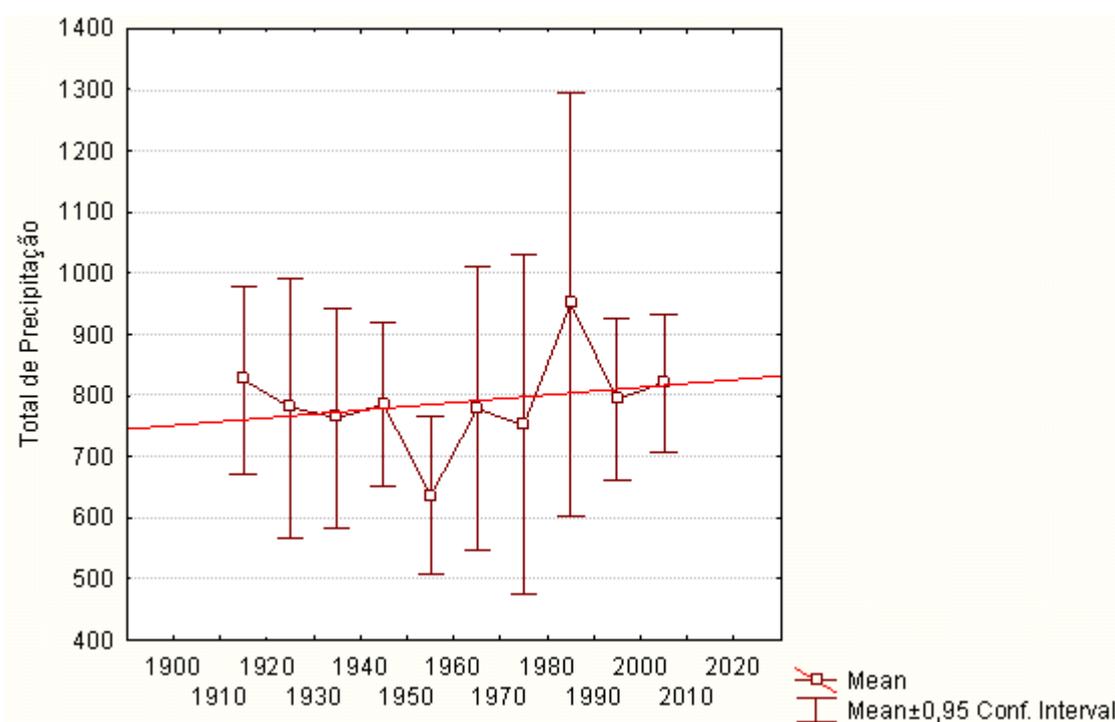


Figura 6.5. Distribuição do Total de Precipitação entre 1914 a 2010, representando a tendência de incremento de chuvas na micro-região a qual está inserida a Serra dos Macacos (Samambaia-SE). (Fonte: Estação Metereológica da Samambaia, a 9,5 km da Serra dos Macacos: SEMARH-SE). Estatística: Teste **Kruskal-Wallis H (11,97)** e teste **F (9,87) > 0,7293 p = 0,6809**.

Esses dados sugerem que a região a qual da Serra dos Macacos, apresenta peculiaridades climáticas tais que evidenciam fenômenos climáticos que interagem com as circulações em nível de meso escala e micro escala e o relevo (NOBREGA, 2000). Segundo Marengo (2007), para o Nordeste, a tendência é de redução de chuvas acompanhada de aumento da temperatura para finais do século XXI. As diferenças entre

tendências de mudanças de temperatura e chuva geradas pelos diferentes modelos para algumas regiões, especialmente o Pantanal, sugere que ainda há um grau de incerteza nas projeções de clima futuro nesta região. Ainda assim, pode-se afirmar um clima mais quente e possivelmente com chuvas mais irregulares concentradas em poucos dias nesta região (MARENGO, 2007).

Se a tendência descrita por Marengo (2007) se confirmar nas próximas décadas, áreas como a da Serra dos Macacos se tornarão muito mais ameaçadas e a importância de sua preservação e conservação aumentará. As condições climáticas encontradas em qualquer bioma são fundamentais para sua manutenção e sobrevivência. O ecossistema presente na Serra dos Macacos depende não somente das variações edáficas, mas do todo ecológico que lá se desenvolveu ao longo do tempo, o que pode explicar a presença de uma vegetação arbórea-arbustiva bem desenvolvida, peculiar e com presença de espécies ameaçadas de extinção.

7. Considerações finais sobre o clima do Nordeste brasileiro e micro-região de Tobias Barreto - SE.

O Brasil apresenta um clima tropical, predominantemente. Somente o extremo sul é que está no regime subtropical próximo a temperado. Dentro destas regiões existem vários regimes de chuva, como a sudeste e a central (centro-sul e sudoeste) onde os períodos de chuva vão de novembro a março, com máximas entre dezembro e fevereiro. O Norte do Brasil acompanha os regimes do sudoeste. **O Nordeste apresenta três regiões climáticas**, o do norte que abrange todo o norte e o semi-árido do Nordeste que vai de fevereiro a maio. O regime do **leste** do Nordeste vai de **abril a agosto**. E o sul do Nordeste que está ligado ao regime de chuva do Brasil central que vai de novembro a março. O clima da região Nordeste é considerado anômalo na região tropical e tem levado a muitas pesquisas e análises das interligações entre a precipitação e os fenômenos observados em regiões distantes. Tais estudos indicam algumas influências dos sistemas de grande escala no regime pluviométrico do NEB (MOURA, 1986).

Existe um consenso na comunidade meteorológica internacional que no semi-árido nordestino o regime pluviométrico é caracterizado por uma alta variabilidade espacial e temporal, associado à atuação simultânea ou não de diferentes sistemas meteorológicos de meso e grande escala sobre essa região (ANJOS, 2002).

Esses regimes estão sujeitos aos fenômenos que agem sobre a América do Sul, como o El Niño que bloqueia os regimes de chuvas frontais, aumentando o regime de chuvas no Sul e diminuindo o regime de chuvas na região setentrional, inclusive no nordeste. O La Niña afeta positivamente os regimes prejudicados pelo El Niño. Os regimes de chuva do Brasil central, do norte e do Nordeste apresentam regimes de chuvas mais positivos. Indicações adicionais que reforçam a hipótese da precipitação no NEB estar associada às características de grande escala da circulação geral encontradas ao estudar as ligações de precipitação com a Temperatura da Água da Superfície do Mar (TMS) (MOURA 1986).

Outro fenômeno que afeta o Nordeste é o do dipolo do atlântico, que corresponde à inversão de temperaturas da superfície entre o atlântico sul e o norte. Quando da presença do dipolo negativo ou águas frias no atlântico sul, afeta drasticamente (reduz) os índices de chuva no leste do nordeste. Basicamente o leste do nordeste tem regime de chuva de abril a agosto, que banha toda a região do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, passando pelo recôncavo baiano. Esse regime é gerado pelos sistemas frontais que chegam entre o outono-inverno, pelas ondas de leste que nascem no atlântico, pelas linhas de instabilidade convectivas e efeitos de brisa (que é um efeito diatérmico). Em anos normais esses regimes de chuvas são aumentados, já quando ocorre o efeito do dipolo negativo as chuvas são sensivelmente reduzidas, podendo ser tanto quanto sobre a ação do El Niño. O vórtice ciclônico de altos níveis atua no atlântico sul tropical e quando está presente traz grande contribuição de chuvas durante a pré-estação e a estação chuvosa. Em períodos de El Niño este sistema não atua (GAN, 1982).

A região de Tobias Barreto em especial a Serra dos Macacos apresenta um regime de transição climática entre o semi-árido e o megatérmico-seco-subúmido que está a leste da região. Os regimes de chuva estão sujeitos a atuação dos sistemas de chuvas do leste do nordeste (sistemas frontais, ondas de leste, linhas de instabilidade e por vezes o vórtice ciclônico de alto nível). Apresenta uma característica própria que é o retorno do ciclo hidrológico que se dá em novembro em função dos regimes de chuvas do Brasil central e por conta do regime de chuva do sudoeste do nordeste que trazem as chuvas de novembro a março antecipando as chuvas de verão, todavia de forma irregular. O regime de temperatura se comporta como região megatérmica onde as mínimas oscilam entre 16°C a 18°C e a máxima entre 32°C a 34°C a depender da atuação de massas frias de junho a agosto as temperaturas podem chegar a menos de 16°C.

Segundo Moura & Kagano (1986) a configuração espacial dos desvios de precipitação, que mostra uma relação inversa entre o **NEB** e as Guianas, simultaneamente com o aparecimento de idêntica relação entre a área equatorial nas proximidades de Luanda e a área ao norte, adjacente a esta, sugere a existência de um mecanismo de grande escala que atua desde a América do Sul até a África, incluindo todo o Atlântico Tropical. Para os autores esse mecanismo explicaria as grandes **secas Nordestinas** e consiste na **intensificação** e no **deslocamento da ZCIT no Atlântico para o norte** o que provocam o movimento meridional e subsidente (anômalo) sobre o NEB e a região oceânica adjacente, o qual **reduz a convecção úmida e a precipitação**. Este mecanismo está associado ao aparecimento de anomalias na temperatura da água no Atlântico Tropical Norte e Sul.

Modificações em alguns parâmetros do sistema climático, tais como albedo da superfície, concentração do vapor d'água, temperatura da superfície do mar, propriedades das nuvens, etc. podem causar perturbações no equilíbrio radiativa e como consequência produzir inúmeros processos de "*feedback*" no sistema climático. De acordo com as avaliações das características de tempo e clima, de eventos de La Niña ocorridos no passado, observa-se que o La Niña mostra maior variabilidade, enquanto os eventos de El Niño apresentam um padrão mais consistente (FRANÇA *et al.*, 2000).

Nestes últimos 30 anos têm ocorrido grandes variações climáticas em função da atuação do El Niño (EN) e La Niña (LN) (tipo 1 e 2 afetam mais o nordeste em função da proximidade com a linha do equador). O El Niño na década de 80 até 90 esteve altamente intenso gerando reduções de chuvas (especialmente em 1983, 92, 98 e 2002, quando ocorrerão secas drásticas), o que gerou reflexo negativo nos regimes hídricos no Nordeste. O La Niña gerou aumento de chuvas no Nordeste em 1988 até 1991. Segundo França *et al.*, (2000) durante os episódios de La Niña, os ventos alísios são mais intensos que a média climatológica. O Índice de Oscilação Sul (o indicador atmosférico que mede a diferença de pressão atmosférica à superfície, entre o Pacífico Ocidental e o Pacífico Oriental) apresenta valores positivos, os quais indicam a intensificação da pressão no Pacífico Central e Oriental, em relação à pressão no Pacífico Ocidental. Em geral, o episódio começa a se desenvolver em meados de um ano, atinge sua intensidade máxima no final daquele ano e dissipa-se em meados do ano seguinte.

A variabilidade da **precipitação no Nordeste** está sujeita à posição da zona de convergência intertropical (**ZCIT**) e à forte influência das anomalias de temperatura da superfície do mar (**TSM**) do Oceano Atlântico. A influência das anomalias de TSM no

Oceano Pacífico associadas a La Niña pode ocorrer de duas maneiras: através de anomalias de TSM no Atlântico associadas às anomalias no Pacífico e (ou) através da alteração da circulação de Walker, com enfraquecimento de movimento descendente sobre o Nordeste (GRIMM *et al.*, 1998).

O fato de que regiões coerentes com anomalias significativas são relativamente esparsas no Nordeste explica resultados de estudos anteriores que não apontavam significativo efeito de eventos El Niño sobre a precipitação média em grandes regiões ou em algumas estações. A resposta a eventos El Niño e La Niña é menos linear que no sul do Brasil, embora haja um significativo componente linear (comparar com Grimm *et al.*, 1998c). A tendência bianual da Oscilação Sul revela-se nas anomalias resultantes. Como existe um grande número de eventos La Niña precedendo eventos El Niño, é possível que as anomalias úmidas na estação chuvosa do ano anterior sejam devidas à ocorrência de eventos LN. Contudo, as anomalias úmidas na estação chuvosa de LN não são significativas, ao contrário daquelas da estação chuvosa do ano anterior. Contudo, as anomalias nos anos posteriores de ambos os tipos de eventos não se encaixam como anomalias do ano de ocorrência do evento oposto (GRIMM *et al.*, 1998).

O dipolo do atlântico apresenta variação semestral, sendo imprevisível (no máximo períodos próximos de 6 meses, tanto o dipolo do atlântico sul como o norte não apresentam ciclo decadal), mas gera uma interferência no regime de chuva. O dipolo não é tão definido como o El Niño ou La Niña. Provavelmente o que pode ter gerado maior regime hídrico na área da Serra dos Macacos nestes últimos 96 anos é a presença do El Niño, porém com predomínio do La Niña. O período interdecadal é o agente principal para determinação pluviométrica no Mundo e conseqüentemente no Nordeste, sendo que este período interdecadal tem se tornado mais frio no pacífico o que favorece o aumento de chuvas no Nordeste brasileiro. O conhecimento sobre o Atlântico tropical (Dipolo do Atlântico), conjuntamente com as informações sobre o ENOS, nos permite elaborar uma previsão sobre a precipitação do semi-árido nordestino (MOURA, 1998).

Para Moura *et al.*, (1998) a variabilidade da precipitação em escala de tempo interanual, durante o período chuvoso (março a julho) sobre o setor leste do NEB, ao longo deste século, em associação aos fenômenos ENOS e ao Dipolo do Atlântico, apresenta como período chuvoso março a julho. **Sendo que, no início do século houve chuvas acima da média onde os anos que se configuraram como de episódios quentes ENOS, 82% ocorreram precipitações abaixo da média climatológica.** Para Aragão (1998) os

períodos que apresentam maior média de chuva na estação pré-chuvosa (fevereiro-março) ocorrem, provavelmente, pela maior frequência de vórtices ciclônicos de ar superior, instabilidades de frentes frias que conseguiram quebrar os bloqueios, instabilidades da Zona de Convergência Intertropical e fortalecimento da brisa marítima devido a um maior contraste entre a temperatura do mar e a superfície do continente.

Segundo Nóbrega (2000) os fenômenos conhecidos como El Niño, La Niña e Dipolo do Atlântico Tropical modificam a circulação de grande escala causando alterações nos índices pluviométricos do Estado do Ceará (Estado localizado na região norte do Nordeste e que é considerada semi-árida), para o autor ficou evidente que estes fenômenos interagem com as circulações de meso escala e com as de micro escala causada principalmente pelas características do relevo. Também foi observado que as anomalias de TSM do Pacífico equatorial afetam a pluviometria da região, mas o fator principal sobre o índice pluviométrico na estação chuvosa é o padrão do Dipolo do Atlântico Tropical. Os fatores orográficos afetam a pluviometria, o que pode ser evidenciado pela presença de “ilhas” de correlação com sinal oposto ao encontrado ao redor destes pontos. O litoral apresenta uma resposta mais direta aos efeitos do El Niño e da La Niña, enquanto que o Dipolo positivo apresenta uma relação direta e positiva, com a pluviometria. Segundo Aragão (1998) os períodos de duração de secas e enchentes vão depender do período de atuação, duração, intensidade e cobertura do ENOS e do Dipolo do Atlântico.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) afeta substancialmente a variabilidade climática da Região Nordeste do Brasil, e que as anomalias são afetadas pelo ENOS e o Dipolo do Atlântico Tropical, os quais atuam diretamente sobre a ZCIT.

Quanto à pluviosidade o clima no nordeste apresenta substanciais variações temporais e espaciais de precipitação pluviométrica com elevadas temperaturas ao longo do ano associadas às anomalias na TSM que provocam variações nos índices pluviométricos em todo o Nordeste.

A amplitude térmica observada na micro-região da Samambaia-SE, que apresentou 9°C para uma série de cerca de 50 anos é, portanto maior que o descrito para NEB (6°C). A estação seca é mais severa à medida que se interioriza o território sergipano.

O período de maior precipitação para o Nordeste está compreendido entre os meses de abril-julho (60% das chuvas) enquanto que os meses mais secos ocorrem entre setembro a dezembro (10% das chuvas).

As frentes frias e os ventos que sopram de sudeste perpendicularmente à costa, quando convergem com a brisa terrestre que sopra do continente para o oceano, são apontados como o principal mecanismo gerador de precipitação na região Sergipana.

A análise dos eventos de ENOS na região estudada apresentou baixa correlação estatística com a variabilidade interanual de precipitação. Sendo que os anos secos tendem a coincidir com a fase baixa do ENOS e os episódios de La Niña favorecem a precipitação acima da média climatológica em boa parte da região leste do Nordeste com o avanço das frentes frias no litoral de Sergipe.

O clima no Estado de Sergipe, portanto obedece aos controles físicos comuns dos climas tropicais que incluem as correntes oceânicas ao longo de seu litoral e os efeitos topográficos minimizados pela topografia local, enquanto o regime pluviométrico do Estado de Sergipe está associado às condições atmosféricas e sistemas sinóticos que atuam nos setores Norte e Leste do Nordeste do Brasil. Concluimos que a região de Tobias Barreto apresenta características próprias dos demais regimes da região do NEB.

Existem condições para se afirmar que há sazonalidade climática tanto do ponto de vista da temperatura (série de aproximadamente 50 anos), quanto da precipitação (série de 96 anos). Os dados fornecidos pelo INMET/SEMARH-SE demonstraram que na região de Samambaia situada a 9,5 km da Serra dos Macacos, existe sazonalidade tanto na temperatura como no regime de chuva, marcando um período de estação seca que vai de novembro a fevereiro, e um período chuvoso que vai de abril a julho.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A. de O.; MACHADO, R. BARRETO, M. C. de V.. **Diagnóstico do processo de Salino-Solidificação no perímetro irrigado Jabiberi-SE**. Revista Irriga, Botucatu, Vol. 11; n. 4. p. 448-459. 2006.

ALVES, J. A.. **Geologia da Caatinga no Semi-Árido do Nordeste Brasileiro**. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro – vol. 2; n. 1 – Janeiro/Junho/. p. 58. 2007.

ALVES, J. M. B.; REPELLI, C. A. **A variabilidade pluviométrica no setor norte do Nordeste e os eventos El Niño-oscilação sul (ENOS)**. Revista Brasileira de Meteorologia; Vol. 7(2), 583-592. 1992.

ALVES, J. M. B.; SOUZA, E. B.; SILVA, R. A. **Um estudo observacional da relação da temperatura com o vento junto a superfície da Bacia do Oceano Atlântico Tropical**. Atmosfera & Água, Maceio - Alagoas, v. 4, p. 4-11. 1998.

ANJOS, R. J.; KOUSKY, V. E.. **Características dinâmicas do oceano atlântico tropical relacionadas ao excesso de chuvas entre junho e Setembro de 2000 na região Nordeste do Brasil**. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR. 2002.

ARAGÃO, José Oribe Rocha. **O impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil**. Bull. Inst. fr. études andines. 27 (3): p. 839-844. 1998.

AZEVEDO, P.V.; SILVA, B. B.; RODRIGUES, M. F. G., **Previsão Estatística das Chuvas de Outono no Estado do Ceará**. Rev. Bras. de Meteor., v. 13, no. 1, 19-30. 1998.

BECKER, Helena. **Hidrologia dos bancos e ilhas oceânicas do nordeste brasileiro. Uma contribuição ao programa revizee**. Tese (Doutorado) apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP. 2002.

BERLATO, M. A. FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura.** Porto Alegre: Editora da UFRGS. p. 17-37. 2003.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. **Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a Região Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.10, n.1, p.140–147. 2006.

COSTA, O. A.; SOUZA, I. F.; SANTOS, L. M. V.; COSTA, A. G. **Sistemas atmosféricos atuantes no Nordeste do Brasil durante a estação de verão.** In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza. v. 1. 2004

COSTA, A. G.; COSTA, O. A. **Método de classificação das anomalias de precipitação e monitoramento regional do Estado de Sergipe.** In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza. v. 1. 2004.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. DA S. **Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região.** Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 1, Nº 1. 15–28. 2005.

FARIAS, W. R. G.; CORREIA, M. F. **Descargas atmosféricas e interrupções de energia elétrica na área da CHESF: Relação com Variáveis atmosféricas em anos de El Niño e La Niña.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.3, 270-281. 2008.

FRANCHITO, S. H.; FERNANDEZ, J. P. R.; RAO, V. B. **Simulação do clima de verão na América do Sul durante dois eventos extremos: El Niño/1997-1999 e La Niña/1998-1999.** In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Fortaleza, CE. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia (CD ROM). 2004.

FRANÇA, J. R. A.; LI, L. Z.; SILVA, F. N. R.; JÚNIOR, A. R. T. **Sensibilidade do modelo de circulação geral do LMD às variações na temperatura da superfície do mar no Pacífico Tropical.** In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro, RJ. p. 3685 – 3693. 2000.

GALVÃO, C. O. Aplicabilidade em Recursos Hídricos da Previsão de Precipitação de Longo Prazo no Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre: UFRS. 1999.

GAN, M. A. Um estudo observacional sobre as baixas frias da alta troposfera, nas latitudes subtropicais do Atlântico Sul e leste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP. 1982.

GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R. G. Influência de eventos El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Fortaleza : Sociedade Brasileira de Meteorologia. 2004.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; CARDOSO, A. O. Influência de La Niña Sobre a Chuva no Nordeste Brasileiro. Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia.. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1998, Brasília. 1998.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; CARDOSO, A. O. Influência de El Niño Sobre a Chuva no Nordeste Brasileiro. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1998, Brasília. 1998.

KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brazil. Mon. Wea. Ver., 107(9), p.1140-1153, 1979.

LUCENA, D. B.; NOBREGA, R. S.; ARAUJO, J. A. P.; MELO, E. C. S.; PAIVA NETO, A. C.; SARAIVA, F. A. M.; SOUZA, W. M.. O fenômeno El Niño e a Influência Conjunta do Dipolo do Atlântico no Estado do Ceará. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro. 2000.

SAMPAIO, G.; MARENGO, J. A.; KOUSKY, V. O final do episódio El Niño de 1997/98 e o desenvolvimento e a intensificação do La Niña 1998/99. In: X Congresso

Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da Federação Latino-americana e Ibérica de Sociedades de Meteorologia, Brasília. 1998.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. **Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4.** Revista Multiciência. Campinas. Edição no. 8. Mudanças Climáticas. Maio. p. 5-28. 2007.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. **Dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro.** In: XI congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro. SBMET. 2000.

MOURA, A. D.; KAGANO, M. T.; **A distribuição da precipitação para os anos extremos do Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Meteorologia; Vol. 7, 7-9. 1986.

MOURA, G. B. A.; ARAGÃO, J. O. R. ; PASSAVANTE, J. Z. O. ; LACERDA, F. F. ; RODRIGUES, R. S. ; FERREIRA, M. A. ; LACERDA, F. R. ; SOUZA, I. A. **Estudo preliminar da variabilidade pluviométrica do setor leste do Nordeste do Brasil: Parte I.** In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da Federação Latino-americana e Ibérica de Sociedades de Meteorologia. Brasília - DF. Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da Federação Latino-americana e Ibérica de Sociedades de Meteorologia, in CD-ROM. 1998.

NETO, O. L. M.; OLIVEIRA, J. L.; COSTA, A. A.; SOMBRA, S. S. **Impactos da circulação geral em casos de El Niño e La Niña no potencial eólico no Nordeste brasileiro** In: Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis. 2006.

NOBRE, P. **A variabilidade interanual do atlântico tropical e sua influência no clima da américa do sul.** CLIMANÁLISE. Boletim de monitoramento e análise climática. Edição Comemorativa de 10 anos. São José dos Campos (SP): Instituto de Pesquisas Espaciais/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Inpec/CPTEC). 1996.

NÓBREGA, Ranyére Silva; ARAÚJO, José Alberto Pontes de; PAIVA NETO, Arthur Chaves de; MELO, Ewerton Cleudson de Sousa; SOARES, Daisy Beserra ; SARAIVA,

Fabio Adriano Monteiro; SOUZA, Werônica Meira de . **O Fenomeno El-nino e a influencia conjuta do dipolo do Atlantico no estado do Ceara.** In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro. 2000.

PINTO, J. E. S. S. **Estudos climatológicos em microbacias de clima semi-árido.** In: 8°. ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, SANTIAGO. CD-ROM. p. 373-382. 2001.

ROUCOU, P.; ARAGÃO, J. O. R.; HARZALLAH, A.; FONTAINE, B.; JANICOT, S. **Vertical motion, changes to Northeast Brazil rainfall variability: A GCM simulation.** International Journal of Climatology, Chichester, v.16, n.1, p.879-891. 1996.

SAMPAIO, G.; MARENGO, J. A.; KOUSKY, V. **O final do episódio El Niño de 1997/98 e o desenvolvimento e a intensificação do La Niña 1998/99.** In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da Federação Latino-americana e Ibérica de Sociedades de Meteorologia, Brasília. Anais. 1998.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia.** PAX Gráfica e Editora Ltda, 2ª Edição, 532 p. 2001.

ENOS. Dados do INPE acessados e 24 de janeiro de 2011. <http://enos.cptec.inpe.br/>.

SEMARH-SE. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Sergipe. (<http://www.semarh.se.gov.br/>) acessados entre janeiro e fevereiro de 2011.

Capítulo 2

ANÁLISE DA ESTRUTURA E COBERTURA DA VEGETAÇÃO

1. Introdução

1.1 Análises da Estrutura da Vegetação

A maior parte do Nordeste brasileiro apresenta seu território ocupado por uma vegetação xerófila, de fisionomia e florística bem diversificada, a Caatinga. Esse bioma ocupa cerca de 11% do território nacional, abrangendo os estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Minas Gerais. A Caatinga ocupa uma área de 734.478km² (corresponde a 70% da região Nordeste), e é o único bioma exclusivamente brasileiro. Essa posição única entre os biomas brasileiros não foi suficiente para garantir à Caatinga o destaque que merece. Ao contrário, a Caatinga tem sido sempre colocada em segundo plano quando se discutem políticas para o estudo e a conservação da biodiversidade do país (SILVA, 2003).

Os domínios geomorfológicos da Caatinga correspondem aos terrenos de porção cristalina e da bacia sedimentar. Essas unidades são caracterizadas por apresentarem solos rasos, argilosos e rochosos (cristalino) e solos profundos e arenosos (sedimentar). Tais variações, somadas ao clima e ao relevo, fazem com que a Caatinga englobe um número elevado de informações e tipos vegetacionais (LEAL, 2005).

A micro-região (Tobias Barreto-SE) a qual está inserida a Serra dos Macacos apresenta solos Meta-sulfitos e Meta-arenitos com origem no Cambro-Ordoviciano. Este período é representado pela Formação Estância que ocorre ao Sul e Sudoeste do Estado e abrange uma grande e contínua área de pediplanação onde se destacam grandes maciços residuais. Esta formação é constituída essencialmente por meta-siltitos e, em menor proporção, por meta-arenitos, ambos sobrepondo-se às camadas ardosianas e siltitos, com algumas ocorrências de calcários. Os materiais desta formação originam principalmente solos das classes Solonetz Solodizado, Planosol Solódico e Solos Litólicos Eutróficos, abrangem mais frequentemente as áreas de maciços residuais (serras) (JACOMINE, 1975).

Quanto aos recursos hídricos, aproximadamente 50% das terras recobertas com a Caatinga são de origem sedimentar, ricas em águas subterrâneas. Os rios, em sua maioria, são intermitentes e o volume de água, em geral, são limitados, sendo insuficiente para a

irrigação. A altitude da região varia de 0-600 m. A temperatura média varia de 24 a 28°C, e a precipitação média de 250 a 1000 mm e déficit hídrico elevado durante todo o ano (NIMER, 1979).

A Serra dos Macacos pertence à microrregião homogênea Sertão do Rio Real, está localizada no município de Tobias Barreto, região sul do Estado de Sergipe-Brasil. No Estado de Sergipe existem seis Bacias Hidrográficas (Figura 1.1.1), que são as bacias do rio São Francisco, Vaza Barris, Real, Japarutuba, Sergipe e Piauí. Os rios: São Francisco, Vaza Barris e Real são rios federais por que atravessam mais de um Estado. Enquanto os rios Japarutuba, Sergipe e Piauí são rios Estaduais, pois suas bacias estão dentro do Estado de Sergipe (SEMARH-SE).

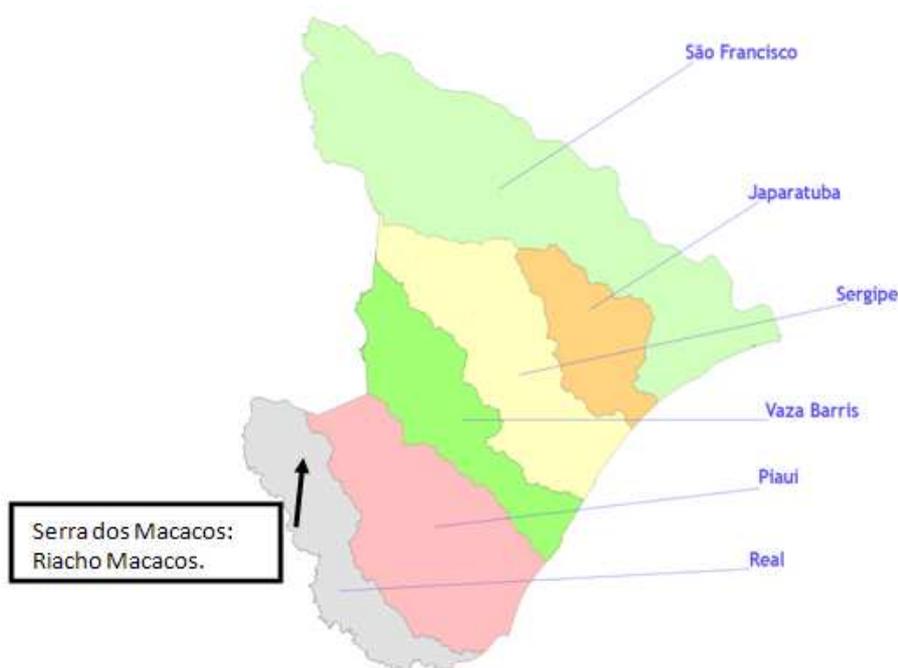


Figura 1.1.1 Representação das bacias hidrográficas do Estado de Sergipe e localização do Riacho Macacos, afluente do Rio Real e localizado na Serra dos Macacos no município de Tobias Barreto-SE. Fonte: Adaptado de SEMARH-SE (Disponível em www.semarh.se.gov.br).

O rio Real nasce no Estado da Bahia, mas percorre até sua foz oito municípios do Estado de Sergipe: Poço Verde, Tobias Barreto, Riachão do Dantas, Cristinópolis, Itabaianinha, Tomar do Geru, Umbaúba, Indiaroba, tendo uma área de 2.568 km² que corresponde 11,6% do Estado, sua vazão média é de 20,46 m³/seg (SEMARH-SE).

Segundo Andrade-Lima (1982) e Prado (2003) a caatinga arbórea está restrita às manchas de solos ricos em nutrientes. As florestas mais úmidas, chamadas de brejos de

altitude, estendem-se sobre as encostas e topos das chapadas e serras com mais de 500m de altitude e que recebem mais de 1.200mm de chuvas orográficas. Existem mais de 30 áreas de brejo de altitude na área da Caatinga, os quais são considerados refúgios florestais, uma vez que apresentam afinidade florística com as florestas atlântica e amazônica (ANDRADE-LIMA, 1982).

Existem várias denominações quando se trata de vegetação típica da margem dos rios, dentre elas, florestas/matas ciliares, matas de anteparo, florestas/matas de galeria, florestas aluviais, entre outros (GIEHL, 2007). Segundo Rodrigues (2001) podemos utilizar as denominações “florestas ribeirinhas” quando for em caráter estrito, e “formações ribeirinhas” quando for em caráter mais amplo.

Segundo Souza *et al.*, (2004), do ponto de vista botânico, as formações vegetacionais ripárias são interessantes, pois apresentam características, divergentes da vegetação adjacente. Isto pelo fato de sofrerem influências do rio, que apresenta papel fundamental na distribuição das espécies. Além da influência local determinada principalmente pela dinâmica da água no solo, os rios possibilitam uma distribuição mais ampla de espécies, uma vez que serpenteiam por entre diversos domínios vegetacionais, criando as redes hidrográficas, ao longo das quais muitas espécies encontram condições favoráveis, tanto para o completo ciclo de vida de seus indivíduos quanto para a dispersão de seus diásporos reprodutivos.

As florestas ciliares desempenham importante função ambiental e tem sido submetida a impactos devastadores devido ao progresso da atividade humana. Como consequência está hoje reduzida a fragmentos esparsos, a maioria deles profundamente perturbados (CARVALHO *et al.*, 1996). A escassez de informações sobre a organização natural dos ecossistemas ripário e aquático e a dificuldade em inserir nessas ações, especialmente as de cunho político, os resultados científicos já obtidos, podem retardar e até mesmo prejudicar a recuperação das áreas degradadas (SOUZA *et al.*, 2004).

A composição florísticas em ambientes ribeirinhos não depende exclusivamente dos distúrbios naturais, mas também da sua interação com as características edáficas e com os processos biológicos relativos à sucessão vegetal de cada sítio (NAIMAN *et al.*, 1998). Segundo Suzuki *et al.*, (2002) não está bem esclarecido como diferenças nas condições dos sítios de estabelecimento e no regime de distúrbios entre florestas ribeirinhas e outras tipologias interagem e afetam a composição de espécies e os próprios padrões de

diversidade. Para Giehl (2007), como consequência direta, a delimitação das florestas ribeirinhas é difícil no contato destas com florestas de interflúvio.

A vegetação arbórea-arbustiva encontrada no “*Canyon*” da Toca da Onça dentro da Serra dos Macacos apresenta disposição de Mata ribeirinha, já que estão dispostas nas margens do riacho Macacos, cuja nascente está no topo desta Serra (a cerca de 600 m de altitude).

1.2 Análises da Cobertura da Vegetação (Dossel)

Segundo Ribeiro (1998) as matas ciliares ocupam áreas restritas ao longo de cursos d’água de médio e grande porte e ocorrem em todos os domínios fitogeográficos e morfoclimáticos do Brasil. Para Bertani (2001) esse tipo de formação vegetacional é caracterizado pela grande heterogeneidade ambiental, gerada por fatores bióticos e abióticos, sendo que os principais fatores abióticos são a quantidade de luz e a qualidade da luz. A abertura e reconstrução do dossel fornecem uma dinâmica espacial dentro da floresta com alterações na quantidade de luz e suas variáveis associadas o que tem como consequência o recrutamento e desempenho de muitas espécies vegetais (GÓMEZ, 2004). Além disso, a estrutura do dossel pode variar bastante, tanto espacialmente quanto temporalmente (WIRTH, 2001), contribuindo para a heterogeneidade de radiação no sub-bosque e no solo das matas.

Considerando dados fitossociológicos, a densidade, frequência e dominância das espécies são determinadas pelas variações topográficas, tipo de solo e pluviosidade. Temos como uma das mais importantes características observadas em árvores da Caatinga, o fato de que suas folhas e flores são produzidas em um curto período de chuvas enquanto o ecossistema permanece relativamente dormente durante a maior parte do ano. A vegetação herbácea também cresce somente durante as chuvas curtas e esparsas (RIZZINI *et al.*, 1988).

Para Chaves *et al.* (2007) a dinâmica da copa pode ser avaliada por métodos diretos ou indiretos, utilizando sensores que permitem a determinação da radiação fotossinteticamente ativa, do índice de área foliar, fotografias do dossel ou determinação da biomassa dos componentes da copa. O método direto é o mais preciso para obtenção da área foliar, porém mais trabalhoso e consome maior tempo, não sendo, pois, recomendado, em termos operacionais, para mensuração de grandes áreas. O método direto é destrutivo e gera a

demanda de se coletar diversas amostras em função do grande número de plantas em diferentes idades, devido à variação de área foliar entre elas.

A avaliação da radiação fotossintética ativa (RFA) e do índice de área foliar (IAF ou LAI “*Leaf Area Index*”) com a utilização de métodos indiretos através de fotos hemisféricas vem sendo bastante utilizada no Brasil por diversos estudos e pesquisas sobre a dinâmica da vegetação à cobertura vegetal de cerrado, riparia, estacionais e tropicais: Paula & Lemos Filho (2001), Pulrolink (2002), florestas estacionais Lima (2003); Almeida (2003), Araújo Júnior (2004), Pinto (2005), Zuquim (2006), Nascimento (2007) e Toneli (2007), Suganuma (2008), Monteiro (2009), Paiva *et al.*, (2009), Mélo (2010) entre outros. Com a tecnologia digital e melhorias das imagens, o desenvolvimento de softwares específicos aliados as técnicas de análise de imagens digitais têm contribuído bastante para o incremento e utilização das fotos hemisféricas no examine detalhado do dossel de florestas. Segundo Chaves (2007) a utilização de fotos hemisféricas (“olho de peixe” de 180°) proporciona maior precisão já que as imagens são geradas com maior ângulo de visão (quando comparadas a fotografias digitais com lente convencional), sendo vantajoso em relação aos métodos que utilizam IAF e a Transmitância da radiação fotossinteticamente ativa ($\tau\%$) que demandam equipamentos de elevado custo e de difícil uso e manutenção.

Toneli (2009) citado por Daudet (1993) consideram que a fotossíntese no dossel como um passo determinante no processo da formação da copa, controlado pela planta e fatores ambientais, representando uma variável dendrométrica de grande importância. Para Sanches *et al.*, (2008) o índice de área foliar (IAF) é uma importante variável biofísica da vegetação usada em vários modelos de produção primária (incremento de carbono) em escalas e modelos globais do clima, hidrologia, biogeoquímica e ecologia.

Este estudo tem como objetivo geral contribuir com o conhecimento sobre a riqueza, diversidade do “*Canyon*” Toca da Onça na Serra dos Macacos e reconstruir as condições climáticas da região utilizando a dendrocronologia, a fim de gerar indicativos para propor futuramente uma unidade de conservação, visto que não há unidades ou status de conservação da caatinga nesta região do médio sertão sergipano.

Os objetivos específicos deste trabalho foram: efetuar comparações entre a diversidade das espécies vegetais, influência do riacho Macacos e altitude do “*Canyon*”; realizar levantamento florístico a fim de determinar o Índice de Valor Fitossociológico (IVF) das espécies arbustivas-arbóreas ocorrentes no “*Canyon*”; identificar e reconhecer

espécies endêmicas; avaliar as espécies de maior Índice de Valor Fitossociológico e implicações ecológicas-conservacionistas; verificar as espécies arbóreas que formam camadas de crescimento com a finalidade de propor estudos dendroecológicos; avaliar o comportamento da cobertura arbórea-arbustiva durante um ano; verificar a distribuição e a abundância das bromélias no sub-bosque.

Deste modo foram levantamos a seguintes hipóteses estatísticas: Ho: A distribuição e abundância das espécies arbóreas-arbustivas variam no “Canyon” em função da altitude? Ho: A cobertura arbórea é um fator de heterogeneidade espacial na área? Ho: A abertura-fechamento do dossel está relacionada com os períodos de seca e chuva na região? Ho: A distribuição e abundância das espécies arbóreas variam em função da distância para o riacho Macacos? Ho: Existe relação entre a distribuição arbórea e o tamanho das manchas de bromélias? Ho: A vegetação arbórea-arbustiva ocorrente no “Canyon” apresenta característica ripária? Ho: A distribuição da vegetação arbórea-arbustiva presente no “Canyon” apresenta estrutura estável tipo clímax?

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A Serra dos Macacos ($10^{\circ} 52' 52''S$ e $37^{\circ} 59' 12''W$) está localizada no povoado Macacos, município de Tobias Barreto ($10^{\circ} 52' 88''S$ e $37^{\circ} 59' 19''W$), na região sul do Estado de Sergipe, pertencente à microrregião homogênea do Sertão do Rio Real (Figura 2.1.1).



Figura 2.1.1 Mapa de Sergipe destacando a região onde se encontra a Serra dos Macacos.

A Serra dos Macacos está inserida no Semi-árido do Estado de Sergipe dentro do domínio da Caatinga, com uma área aproximada de 360 km². A área do “Canyon” Toca da Onça neste estudo foi estimada em 220 hectares aproximadamente em altitude de 250 a 500 m a.n.m. (Figura 2.1.2 e 2.1.3).

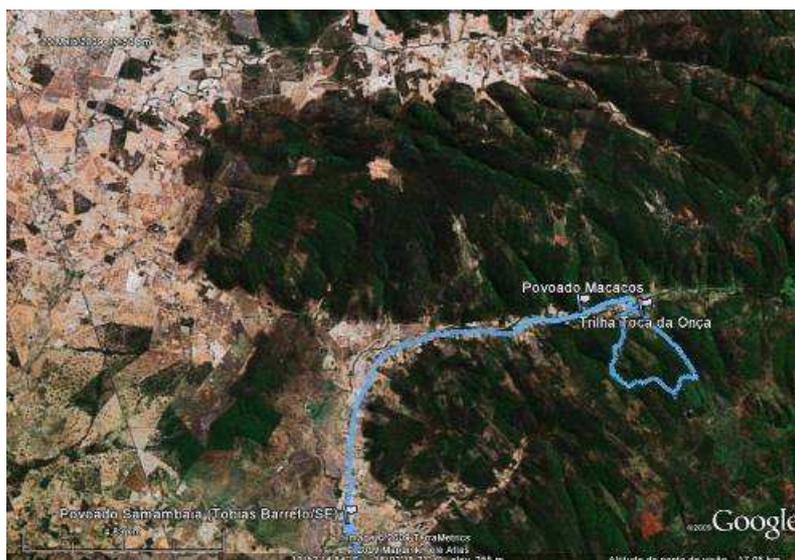


Figura 2.1.2 Imagem de satélite com representação da trilha de acesso a Serra dos Macacos a partir do povoado Samambaia, localizado a 35 km da cidade de Tobias Barreto (SE). (Google Earth Image 2009).

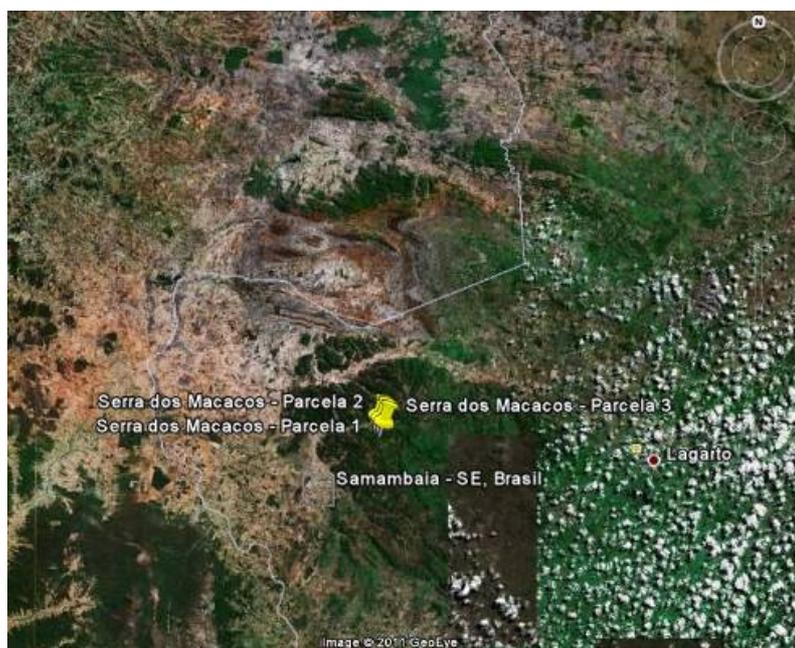


Figura 2.1.3 Localização das parcelas em Imagem da Serra dos Macacos (Google Earth Image 2011 – 2010 MapLink/Tele Atlas). – Município de Tobias Barreto-SE. Localizado a aproximadamente 9,5 km do povoado Samambaia-SE, Brasil.

A área de cobertura do “Canyon” Toca da onça foi estimada em 220 hectares (figura 2.1.2), sendo amostrados 1,2 ha distribuídos em três parcelas de 0,4 hectares (Figura 2.1.3 e 2.1.4) distribuídas num gradiente altitudinal nas cotas 386, 420 e 504 metros a.n.m. A primeira parcela foi instalada nas margens do Poço da Toca da Onça (Figura 2.1.5) que caracteriza o início da Trilha de acesso a nascente do riacho macacos localizada a 500 m a.a.m.



Figura 2.1.4 Distribuição das parcelas (P1, P2, P3) “Canyon” (Google Earth Image 2011 – 2010 MapLink/Tele Atlas). – Município de Tobias Barreto-SE.



Figura 2.1.5 Foto do Poço (1ª parcela) que recebe água do riacho Macacos localizado na trilha da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto (SE).

O “Canyon” apresenta grande inclinação no terreno variando de 30° a 39°, sendo considerado o terreno acidentado topograficamente (Figura 2.2.1).



Figura 2.2.1 Foto de uma coleta de amostra do caule para análise dendrocronológica na 2ª parcela (15 m do Riacho Macacos e a cerca de 20 m de altura) que exemplificando a inclinação do terreno do “Canyon” na Serra dos Macacos, Tobias Barreto (SE).

Segundo o protocolo mínimo discutido pela Comissão de Fitossociologia da Sociedade Botânica do Brasil 2002, um trabalho de levantamento ou inventário florestal deve conter: Coordenadas geográficas; Altitude; Clima; Solos; Unidade geomorfológica; Localização da área amostral na vegetação; Tipo de vegetação; Método empregado; Histórico do trecho estudado e Inclusão de todas as espécies amostradas nas tabelas fitossociológicas. Quanto aos métodos de amostragem Felfilli & Rezende (2003) consideram que amostragens sistemáticas devem ser consideradas quando há a existência de gradiente forte para ser analisado e dificuldade de acesso. Segundo Felfilli *et al.*, (2005) do ponto de vista estatístico não apresenta graus de liberdade, não sendo possível o cálculo da variância, porém, é possível calcular a variância considerando que a amostragem tivesse sido aleatória e usá-la apenas como uma estimativa. O cálculo da variância exige um número mínimo de parcelas em um inventário de campo, sendo utilizadas dez amostras para o cálculo da análise de regressão. Inventários florestais em florestas tropicais devem apresentar no mínimo um hectare (FELFILLI *et al.*, 2005).

Para este estudo foi definidas três parcelas fixas, subdivididas em quatro subparcelas de 1000m² de 20m largura por 50m de comprimento (Figura 2.2.2), para análise da cobertura, onde cada parcela apresenta 4000 m², e 60 quadrantes de 200 m² para análise do padrão de distribuição espacial e dos parâmetros fitossociológicos. As parcelas apresentam variação de altitude (ascendente da parcela 1-foz a 3-nascente) e de inclinação entre os lados direito (LD) e esquerdo (LE) entre as subparcelas (Figura 2.2.3).

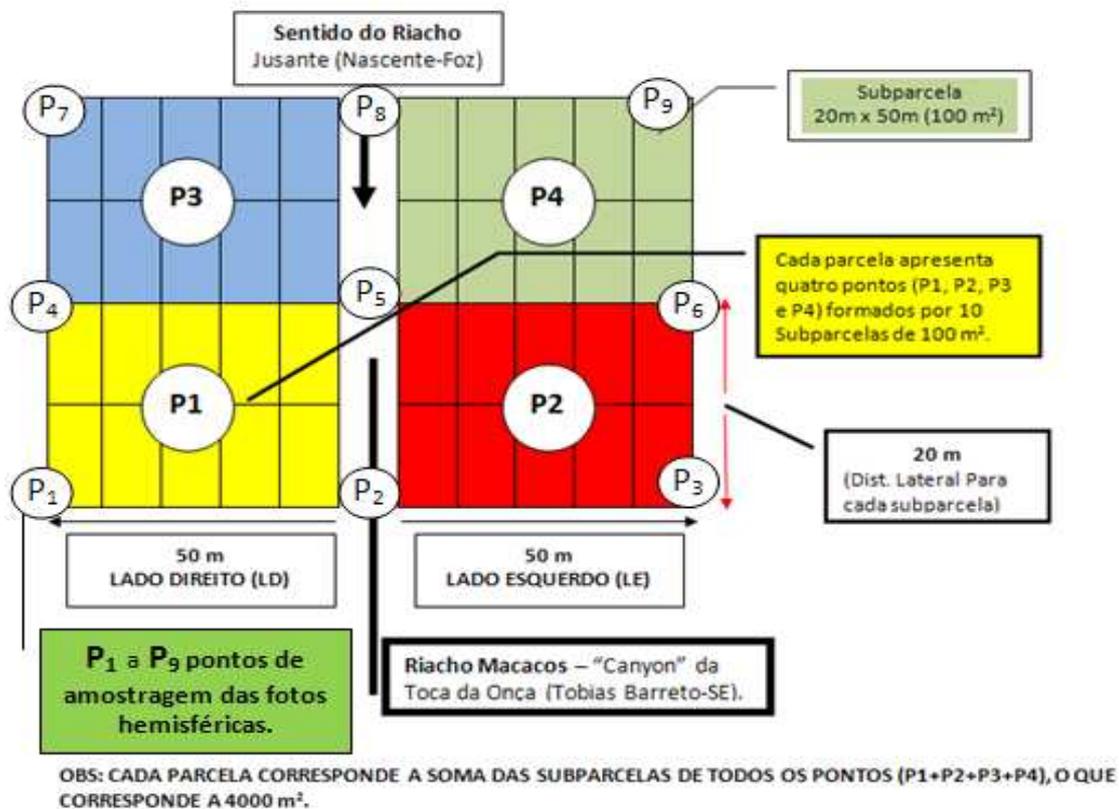


Figura 2.2.2 Ilustração da área de amostragem e localização de uma parcela de 4000 m² no "Canyon" da Toca da Onça, dividida em 4 sub-parcelas 1000 m² para estudo da cobertura vegetal e IAF e as sub-parcelas divididas em 10 quadrantes de 200 m² para estudo fitossociológico arbóreo-arbutivo e distribuição das bromélias.

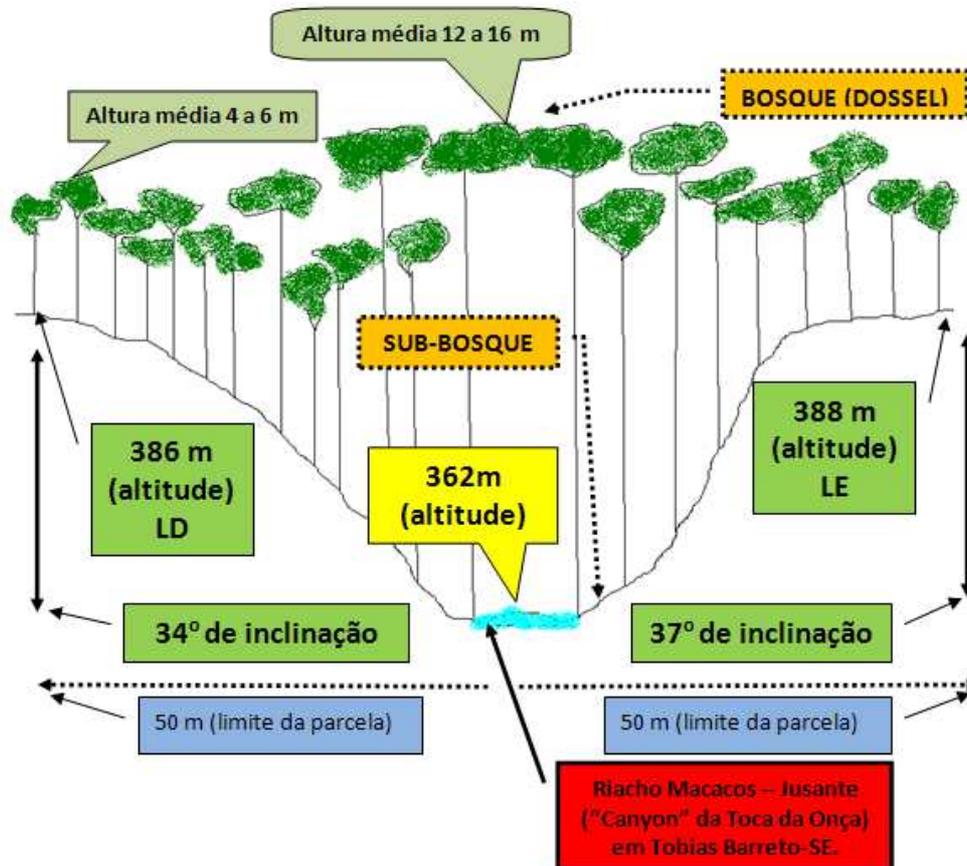


Figura 2.2.3 Ilustração do perfil vertical da vegetação na primeira parcela (P1) do “Canyon” da Toca da Onça a 386 m. a.n.m. respectivamente as inclinações do terreno Lado Direito LD34° e Lado Esquerdo LE37°.

A primeira parcela foi posicionada no Poço (Figura 2.1.4 e 2.1.5) a cerca de 360 m de altitude ao nível do mar. Foram observados os mesmos critérios para a construção das demais parcelas (parcela 2 no centro da trilha e parcela 3 na nascente do riacho Macacos). Quanto a localização das demais parcelas do transecto, a parcela 2 foi montada a cerca de 400 m do Poço (parcela 1), encontrando-se a 450 m de altura (ao nível do mar), em ponto central da trilha (quanto a distância entre a parcela 1 a 3), localizado próximo a gruta da “toca da onça” e bem no centro do “Canyon” que leva a nascente do riacho Macacos que está situada no topo da Serra. A parcela 3 foi montada na nascente, topo da Serra dos macacos (a cerca de 500 metros de altura) (Figura 2.1.4).

Para a montagem das parcelas, foram utilizadas trenas para medir as distâncias horizontais e GPS (Garmin Map 78) para orientar o alinhamento do contorno das parcelas. Os vértices das parcelas foram demarcados com estacas de madeiras e as laterais, com fitilhos de náilon. As árvores que foram consideradas mensuráveis dentro das parcelas foram todos os indivíduos com CAP (Circunferências à Altura do Peito = 1,30m) maior

que 6 cm (REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA, 2005). As alturas totais e o CAP foram medidos com auxílio de uma vara telescópica e de uma fita métrica, respectivamente. Todas as árvores e arbustos incluídos nas parcelas foram marcados com uma plaqueta de alumínio e identificados no campo pelo nome popular por um mateiro da região.

2.2 Coletas, Manuseio e Identificação do Material Botânico

Os dados referentes à numeração e localização do indivíduo, além de outras características tais como porte, altura, coloração e odor das flores e frutos, foram anotados em fichas de campo para auxiliar na identificação das espécies.

As coletas do material botânico foram realizadas entre os meses de novembro de 2009 e novembro de 2010. Considerando componentes herbáceo, arbustivo e arbóreo, foram amostrados os ramos reprodutivos de indivíduos das espécies coletadas, segundo as normas usuais sugeridas por Mori *et al.*, (1989), procurando incluir a variabilidade encontrada nas populações. O material botânico coletado foi incorporado ao Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE).

O processo de identificação ocorreu através de comparações com as exsiccatas do Herbário ASE e através de consultas à literatura. A classificação das espécies em famílias seguiu o sistema do Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2010), com exceção para as Leguminosas, que está de acordo com Cronquist para poder comparar com outros trabalhos que não seguem a nomenclatura do APG III.

2.3 Análise da copa e estrutura do dossel

A fim de comparar a influência do dossel do bosque e sub-bosque (gerado pela diversidade das espécies vegetais ocorrentes nas margens do riacho macacos: Serra dos Macacos-Tobias Barreto-SE) e dinâmica da vegetação entre os períodos seco (fevereiro) e chuvoso (pós-chuva: setembro), foram feitas fotos hemisféricas dentro das três parcelas P1, P2 e P3 (Figura 2.2.2), o que corresponde a 27 pontos amostrais. Em cada ponto amostral foram realizadas quatro fotos hemisféricas, o que totalizam 108 fotos hemisféricas delimitados entre as parcelas, a fim de serem analisadas através do software GLA (*Gap Light Analyzer Version 2.0*).



Figura 2.3.1 Foto da cobertura arbórea do “Canyon” da Toca da Onça (Serra dos Macacos-Tobias Barreto-SE) obtida a partir da lente “olho de peixe” acoplada a Sony H20 (fevereiro-2010).

Em todas as parcelas foram obtidas quatro fotos, sendo duas a 0,20 m do solo e duas a 1,30 m do solo, para cada sub-ponto (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈ e P₉) dentro das parcelas (Figura 2.2.2). Sendo realizadas quatro fotos por ponto amostral, totalizou-se 36 fotos por parcela, 108 fotografias hemisféricas nas três parcelas para cada período (seco e pós-chuva). O conjunto de fotografias hemisféricas foi registrado entre o início de fevereiro até o início de março (período seco), e começo de setembro até o início de outubro (final do período chuvoso). As fotos hemisféricas (Figura 2.3.1) foram tiradas, no início da manhã ou final da tarde, com a câmera digital SONY H20 com 10 Megapixel, acoplada a uma lente “olho de peixe”, modelo FCE9, que fornece a abertura do dossel em 180°, sendo anotados os dados das fotografias em planilha (ANEXO C). A lente foi nivelada com nível de bolha e a câmera posicionada superiormente para o norte, detectado através de bússola (GARCIA *et al.*, 2007).

Para análise das fotos utilizou-se o software *Gap Light Analyzer Version 2.0* (GLA 2010), sendo calibradas pela altitude e coordenadas locais (“*Configure: Edit Configuration...*”). A correção magnética foi realizada através do link <http://geomag.nrcan.gc.ca/apps/mdcal-eng.php> (acessado em 10 de dezembro de 2010). A imagem foi inicialmente tratada no programa (GLA 2010) a fim de se obter uma figura em

preto e branco (“*Configure: register image*” e “*Threshold*”) (Figura 2.3.2). A partir desse registro (onde foram definidos os pontos: inicial, final, central e raio da imagem (R4 e R5)) a imagem gerada (Figura 2.3.2) pode sofrer correções caso tenha ocorrido distorções entre o observado (na imagem colorida) e o obtido (na imagem em preto e branco) através de ajustes nos valores de “*Pixel*”. Em seguida foram calculadas (“*Calculete*”: *Run Calculations...*”) diversas variáveis do dossel, tais como: Cobertura do Dossel; LAI; Cobertura Direta, Difusa e Total; Transmitância direta, difusa e Total; Percentual de Transmitância da Radiação Fotossintética Ativa (RAF).

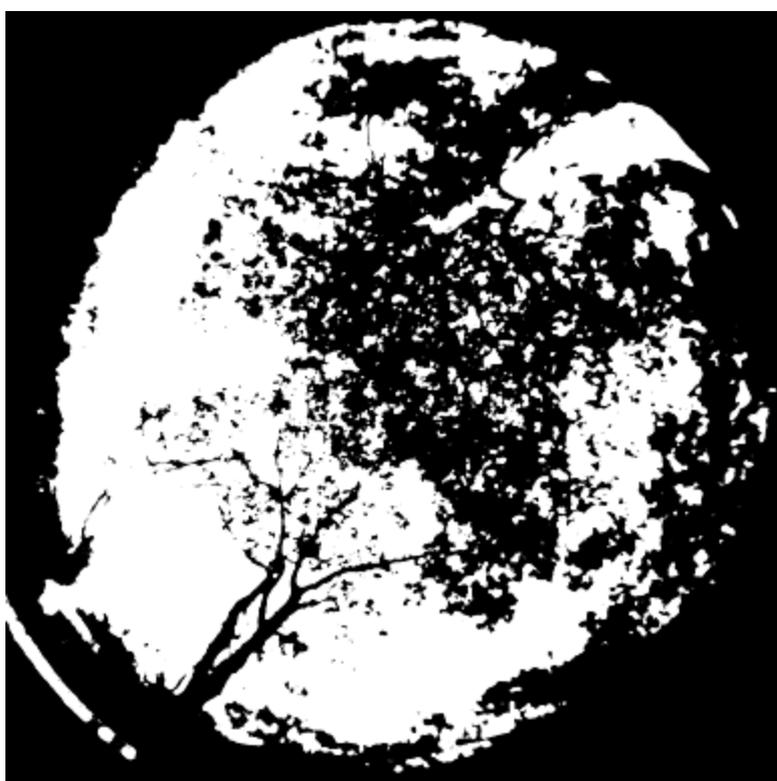


Figura 2.3.2. Registro em *Threshold* de foto da copa para a Figura 2.3.1 no “*Canyon*” da Toca da Onça (Serra dos Macacos-Tobias Barreto-SE) gerada pelo software GLA (version 2.0), (fevereiro-2010).

Os parâmetros principalmente abordados e analisados foram: a porcentagem de abertura do dossel (IAF 4 e 5 anéis “*Ring*”) (Figura 2.3.3) e o total de radiação fotossinteticamente ativa transmitida através do dossel (radiação direta + radiação difusa), a fim de comparar os índices de cobertura foliar e a radiação fotossintética ativa entre as diferentes parcelas, quanto a influência destas variáveis na heterogeneidade espacial da cobertura das espécies arbóreo-arbustivas e bromélias que compõem o bosque e o sob-bosque da vegetação ripária localizada no “*Canyon*” da Toca da Onça.

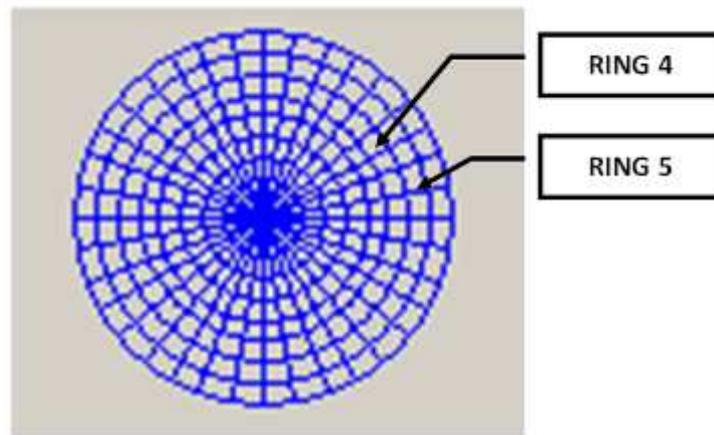


Figura 2.3.3. Representação dos anéis (R4 e R5) analisados pelo GLA para cálculo do Índice de Área Foliar (*Leaf Area Index*), “*Configuration Settings: Resolution*”.

Nos meses de fevereiro e Setembro foram medidos os inventários de campo providos das três parcelas, o que correspondeu a 27 pontos amostrais e 108 fotos hemisféricas que foram organizados em lados esquerdo, direito (em função do fluxo do riacho Macacos) e centro (região da parcela localizado o mais próximo possível do riacho).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Indicadores vegetacional e climático da área de estudo

O Riacho dos Macacos no Canyon toca da onça, no ano de 2009-2010 comportou-se como um riacho intermitente, pois no verão a sua nascente secou restando algumas poças de água salgada devido à elevada taxa de evaporação. Este riacho é um afluente de primeira ordem do Rio Caripau que deságua no Rio Real de terceira ordem (Figura 1). Em função dos desmatamentos nas margens e cabeceira está nascente do riacho está seriamente ameaçada em da própria destruição da biodiversidade local. Esse riacho é fundamental para a sobrevivência da comunidade que vive no povoado Macacos (município de Tobias Barreto-SE), já que é fonte de água para os animais (criações) e para as pessoas nos meses mais secos. Sua nascente apresenta-se já está sendo afetada pelo desmatamento e pela presença da pecuária nas porções mais altas da Serra dos Macacos. Sabemos que a sobrevivência do habitat estruturado no “*Canyon*” da Toca da Onça depende da manutenção dos recursos hídricos encontrados no ambiente, bem como conservação das espécies que compõem a comunidade.

A vegetação arbórea (semidecídua) presente na Serra dos Macacos, distribuída no “Canyon” da Toca da Onça dentro da Caatinga sergipana, forma uma comunidade ribeirinha com ocorrência de espécies da Caatinga, porém, com grande porte quanto ao comprimento do tronco a altura do peito (CAP) e altura da copa. Essa vegetação está concentrada ao longo do riacho Macacos em leito rochoso de água salgada hipo-arreica. A diversidade, cobertura e abertura do seu dossel arbóreo favorecem a formação de um sub-bosque denso e associado a bromélias terrícolas-epífitas, tornando muito importante o estudo de sua área.

Os regimes pluviométricos observados na Serra dos Macacos em Tobias Barreto (SE) entre 1914 a 2010 são caracterizados pela ocorrência de menor concentração de chuvas no trimestre de outubro-novembro-dezembro com uma precipitação média trimestral de 24,02 mm, correspondendo a 13% da precipitação anual do município em estudo. O período trimestral mais chuvoso está compreendido em maio-junho-julho, com precipitação média trimestral de 91,20 mm, correspondendo a 43% das chuvas anuais. No acumulado do período (1914 a 2010) a soma das médias de precipitações mensais no município de Tobias Barreto correspondem a 765 mm/anuais (Figura 3.1.1) (SEMARH-SE). A vegetação arbórea-arbustiva encontrada no “Canyon” da Toca da Onça assemelha-se, em porte, ao observado em brejos de altitude, no entanto não possui média orográfica superior a 1200 mm.

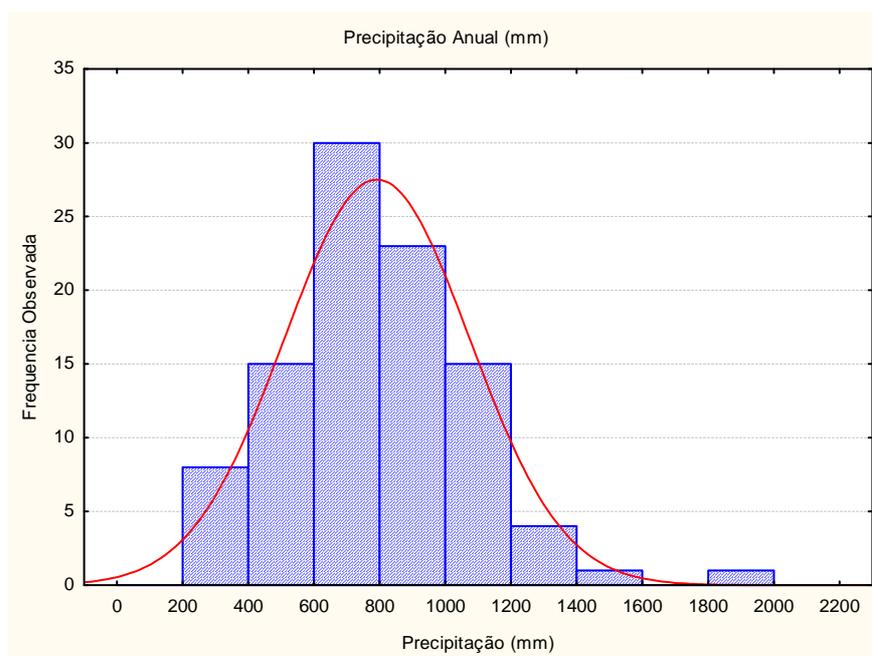


Figura 3.1.1. Distribuição das médias anuais de precipitação no Serra dos Macacos entre 1914 a 2010 (Fonte: Estação Metereológica da Samambaia: SEMARH-SE).

3.2 Análise da cobertura arborea-arbustiva

Os resultados foram analisados a partir da lista de espécies identificadas no “Canyon” da Toca da Onça e confrontados com os resultados obtidos pelo Software Statistic for windows 7.0 para os padrões de distribuição, regressão linear, Teste F (ANOVA) e resultados do Gap Light Analyzer Version 2.0 (GLA 2010).

Para descrever a estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva foram calculados, por espécie, os parâmetros quantitativos clássicos propostos por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974): densidade absoluta, frequência absoluta, dominância absoluta expressa pela área basal, densidade relativa, frequência relativa, dominância relativa e valor de importância.

3.3. Composição Florística

No levantamento florístico nas três parcelas foram registradas 114 morfo-espécies, sendo 93 identificadas e distribuídas em 70 gêneros e 38 famílias botânicas (Tabela 3.3.1). Entre as plantas coletadas, 12 foram identificadas somente até família, 14 até o gênero, e 10 ainda não possuem identificação, todas registradas com depósito no ASE aguardando identificação taxonômica. Todas as 71 espécies listadas foram encontradas dentro das parcelas amostrais.

Tabela 3.3.1 – Famílias e espécies fanerógamas registradas nas parcelas localizadas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos, município de Tobias Barreto-SE.

Família/Espécie	nome vulgar	Hábito
Acanthaceae		
<i>Ruellia asperula</i> (Mart. & Nees) Lindau	camaratu	Erva
Alismataceae		
<i>Echinodorus sp1. 15584</i>	X	Erva
<i>Echinodorus sp2. 17654</i>	X	Erva
Anacardiaceae		
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	aroeira	Árvore
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	braúna	Árvore
<i>Spondias mombim</i> L.	cajazeira	Árvore
<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam	umbuzeiro	Árvore
<i>Spondia sp. 18008</i>	X	Arbusto
Apocynaceae		
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	pereiro	Árvore
<i>Marsdenia altissima</i> (Jacq.) Dugand	X	Liana

Areaceae		
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	dicurizeiro ou licurizeiro	Árvore
Asteraceae		
<i>Bidens pilosa</i> L.	carapicho de agulha	Erva
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	carrapicho	Erva
<i>sp. 15582</i>	X	Erva
<i>sp. 17661</i>	X	Erva
Begoniaceae		
<i>Begonia convulvulacea</i> (Klotzsch) K. Chum	tingzinho	Arbusto
Bignoniaceae		
<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mart. ex DC. Mattos	pau-d'arco	Árvore
<i>Tabebuia vellosi</i> Tol.	carne-dantas ou ipê.	Árvore
<i>sp. 17647</i>	X	Árvore
<i>sp. 17895</i>	X	Árvore
Bombacaceae		
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	barriguda	Árvore
Brassicaceae		
<i>Casparis hastata</i> Jacq.	catinguinha	Árvore
Bromeliaceae		
<i>Aechmea aquilega</i> (Salisb.) Griseb.	gravatá	Erva
<i>Aechmea lingulata</i> (L.) Baker	X	Erva
<i>Aechmea multiflora</i> L.B. Sm.	puxa	Erva
<i>Hohenbergia catingae</i> Ule, Bot. Jahrb.	X	Erva
<i>Tillandsia gardneri</i> Lindl.	X	Erva
<i>Tillandsia loliacea</i> Mart.	X	Erva
<i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.	X	Erva
<i>Tillandsia recurvata</i> L.	X	Erva
<i>Tillandsia sp. 18005</i>	barba-de-velho	Erva
Burseraceae		
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	amburana	Árvore
Cactaceae		
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i> Berger	X	Árvore
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	X	Erva
<i>Opuntia sp. 17645</i>	X	Erva
<i>Tacinga palmadora</i> (Britton & Rose) N.P. Taylor & Stuppy	mandacaru	Erva
Capparaceae		
<i>Capparis flexuosa</i> L.	feijão de jacu	Liana
<i>Capparis jacobinae</i> Moric. Ex Eichler	icozinho	Árvore
<i>Capparis yco</i> Mart.	icó	Árvore
<i>Capparis sp. 17896</i>	X	Árvore
Celastraceae		
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	pau de colher	Árvore
Convolvulaceae		

<i>Ipomoea sp. 17655</i>	X	Liana
<i>sp. 17652</i>	X	Erva
<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f.	X	Liana
Cyperaceae		
<i>Eleocharis geniculata</i> L.	X	Erva
<i>Rynchospora cephalotes</i> L. Vahl	X	Erva
Euphorbiaceae		
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i> Muell arg.	cansanção	Arbusto
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	cansanção	Arbusto
<i>Croton triquer</i> Lam.	X	Arbusto
<i>Croton sp. 17659</i>	X	Arbusto
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	pinhão brabo	Arbusto
<i>Manihot dichotoma</i> Ule	mandioca brava	Arbusto
Leguminosae /Caesalpinioideae *		
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	mororó ou pata de vaca	Árvore
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	pau ferro	Árvore
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	faveiro	Árvore
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L. P. Queiroz	catingueira ou pó de rato	Árvore
<i>Senna sp. 17651</i>	X	Arbusto
<i>sp. 17885</i>	X	Árvore
<i>Senna sp1. 17891</i>	X	Arbusto
<i>Senna sp2. 17900</i>	fedegoso	Arbusto
<i>sp. 18010</i>	X	Árvore
Leguminosae/Mimosoideae *		
<i>Acacia bahiensis</i> Benth. (Mimosoideae)	espinheiro	Arbusto
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico	Árvore
<i>Mimosa hostilis</i> (Mart.) Benth.	jurema branca	Árvore
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	jurema preta	Arbusto
<i>Mimosa sp. 18006</i>	X	Arbusto
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	calumbi	Árvore
<i>Plathymentia sp. 17887</i>	candeia	Árvore
<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	calumbi branco	Arbusto
Leguminosae/Papilionoideae *		
<i>Erythrina velutina</i> Wild.	mulungu	Árvore
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.	imburana	Árvore
<i>sp. 15583</i>	X	Arbusto
Lamiaceae		
<i>Hyptis fruticosa</i> Salzm. ex Benth.	alecrim do mato	Arbusto
<i>Ocimum basilicum</i> L.	alfavaca	Erva
<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	manjeriçã	Erva
Lythraceae		
<i>Cuphea sp. 17643</i>	X	Erva
Malpighiaceae		

<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Rich	murici	Árvore
Malvaceae		
<i>Ceiba Glaziovii</i> (kuntze) K. Chum	barriguda	Árvore
<i>Helicteres</i> sp. 17639	X	Erva
<i>Helicteres</i> sp. 17877	X	Erva
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. ST-Hil, Juss & Cambess.) A. Robins. 17876	peroba	Árvore
<i>Sida spinosa</i> L.	vassourinha	Erva
Moraceae		
<i>Ficus guaranitica</i> Schodat.	sangueiro	Árvore
<i>Ficus</i> sp. 17894	gameleiro	Árvore
Myrtaceae		
<i>Eugenia Iuschnathiana</i> Berg	Pitomba	Árvore
<i>Psidium schenckianum</i> Kiaersk. sp. 19024	araçá murta	Árvore Árvore
Nyctaginaceae		
<i>Pisonia tomentosa</i> Casar.	bandola	Árvore
Passifloraceae		
<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	maracujá do mato	Liana
Plantaginaceae		
<i>Angelonia biflora</i> Benth.	X	Erva
Poaceae		
<i>Cenchrus echinata</i> L. sp. 17650 sp. 18007	carrapicho X X	Erva Erva Erva
Rhamnaceae		
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	juazeiro	Erva Árvore
Rubiaceae		
<i>Genipa americana</i> L.	genipapeiro	Árvore
<i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Müll. Arg.	quina-quina	Árvore
Rutaceae		
<i>Citrus aurantium</i> L.	laranja braba	Árvore
Sapotaceae		
<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dub.	maçaranduba	Árvore
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	quixabeira	Árvore
Solanaceae		
<i>Solanum paniculatum</i> L. <i>Solanum</i> sp. 17652	jurubeba X	Arbusto Arbusto
Tumeraceae		
sp. 17878	X	Arbusto
Verbenaceae		
<i>Lantana</i> sp. 17889	malva	Erva
<i>Lippia</i> sp1. 17892	X	Erva

<i>Lippia</i> sp2. 18003	X	Erva
Indeterminada		
sp. 19014	catinga de porco	Árvore
sp. 19015	chumbinho	Árvore
sp. 19016	arapiraca	Árvore
sp. 19017	catuaba branca	Árvore
sp. 19018	estralador	Árvore
sp. 19019	vara de birro	Árvore
sp. 19020	capiá	Árvore
sp. 19021	quina-quina	Árvore
sp. 19022	vermelha	Árvore
sp. 19023	ronco gibão	Árvore

*Leguminosas da Caatinga L. P. Queiroz (2009) UEFS – Feira de Santana –BA.

As famílias com maior riqueza de espécies no Canyon Boca da Onça foram Leguminosae (19), Bromeliaceae (9) e Euphorbiaceae (6); Anacardiaceae (5) e Malvaceae (5); Asteraceae e Bignoniaceae (4), que representam 73,7% da flora amostrada, destacando as sub-famílias das Leguminosae - Caesalpinioideae com 9 espécies e Mimosoideae com (7). As taxas com 1 e 2 espécies representam 42% das famílias. Os gêneros que apresentaram maior riqueza florística, foram: *Tillandsia* (5); *Capparis* (4); *Aechmea*, *Mimosa*, *Senna* e *Spondia* (3) e os demais gêneros (44) foram representados por duas ou uma espécie.

As famílias mais freqüentemente encontradas em estudos de áreas de Caatinga são Leguminosae e Euphorbiaceae (ARAÚJO *et al.*, 1995; PEREIRA, 2000; CAMACHO, 2001 e SANTANA, 2005). Estas espécies, geralmente, ocupam os primeiros lugares na maioria dos levantamentos florísticos realizados em ecossistemas de caatinga (SAMPAIO, 1996). Nos trabalhos realizados na Caatinga de Sergipe as duas famílias botânicas também foram as que contribuíram com o maior número de espécies (SOUZA, 1983; Fonseca, 1991; DÓRIA-NETO, 2009; FERRAZ, 2009).

Os hábitos e forma de crescimento abrangeram árvores, arbustos, lianas e ervas, sendo que o estrato arbóreo possuiu o maior número de representantes, com 45 espécies (43,27% do total) distribuídas em 21 famílias. O alto percentual de árvores encontradas na área demonstra a importância deste hábito na estrutura da comunidade e na disponibilidade de recurso para a fauna local.

Estudos de levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados na Caatinga indicam grande variabilidade no número de espécies e de indivíduos. Andrade-Lima

(1981) afirmou que as caatingas situadas em locais onde as precipitações são mais elevadas apresentam maior número de espécies. Segundo Rodal *et al.*, (1992) o maior ou menor número de espécies nos levantamentos realizados deve ser resposta a um conjunto de fatores, tais como situação topográfica, classe, profundidade e permeabilidade do solo e não apenas ao total de chuvas, embora este seja um dos fatores mais importantes.

A análise fitossociológica da composição arborea-arbustiva teve como objetivo de avaliar as espécies de maior Índice de Valor Fitossociológico o qual tem implicações ecológicas e conservacionistas. Foram determinados os valores absolutos e relativos dos parâmetros fitossociológico de Abundância (N), Densidade (DA-DR), Freqüência (FA-FR) e Dominância (DoA-DoR) conforme (Tabela 3.3.2) de 2122 indivíduos em 60 sub-parcelas fixas de 20 x 10 m e, na Análise do Índice de Valor de Importância Fitossociológica da composição arbórea e arbustiva da mata riparia do Cânion Toca da Onça, Serra do Macacos, Município de Tobias Barreto (2010), *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke Calumbi Leguminosae obteve um IVIF de 37,11 e o *Syagrus coronata* (Mart.) Becc “Dicurizeiro”, Arecaceae 36,98, “Jurema” *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir, IVIF (23,76) “Estralador” Salicaceae (possível *Casearia* sp.); “Murta” Myrtaceae; “Angico” *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. A “Peroba” uma *Pseudobombax marginatum* (A. ST-Hil, Juss & Cambess.) A. Robins, obteve um índice de 15,13, com 78 indivíduos na área amostrado foi marcada para estudo de anéis de crescimento. Esse conjunto de árvores representaram 39,9 % (FR) dos indivíduos amostrados nas parcelas, 39,39% de dominância relativa (DoR) da vegetação ripária presente no “Canyon” da Toca Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

Tabela 3.3.2. Distribuição dos valores absolutos e relativos dos parâmetros fitossociológico de Abundância (N), Densidade (DA-DR), Freqüência (FA-FR) e Dominância (DoA-DoR) de 2122 indivíduos em 60 sub-parcelas. Análise do Índice de Valor de Importância Fitossociológica da composição arbórea e arbustiva de mata riparia do “Canyon” Toca da Onça, na Serra do Macacos – Tobias Barreto (2010).

ESPECIE	N	DA	DR	FA	FR	Do A	DoR	IVIF
CALUMBI (<i>Piptadenia stipulacea</i>)	417	6.95	19.65	43	7.49	5476.20	9.97	37.11
DICURIZEIRO (<i>Syagrus coronata</i>)	242	4.03	11.40	44	7.67	9842.00	17.91	36.98
JUREMA-PRETA (<i>Mimosa tenuiflora</i>)	198	3.30	9.33	36	6.27	4484.50	8.16	23.76

ESTRALADOR (<i>sp.</i> <i>19018</i>)	196	3.27	9.24	30	5.23	4948.40	9.01	23.47
MURTA (Myrtaceae: <i>sp. 19024</i>)	206	3.43	9.71	28	4.88	4737.84	8.62	23.21
ANGICO (<i>Anadenanthera</i> <i>colubrina</i>)	98	1.63	4.62	20	3.48	3860.70	7.03	15.13
PEROBA (<i>Pseudobombax</i> <i>marginatum</i>)	78	1.30	3.68	28	4.88	3610.75	6.57	15.13
PAU-D'ARCO (<i>Handroanthus</i> <i>impetiginosus</i>)	48	0.80	2.26	17	2.96	1721.40	3.13	8.36
BANDOLA (<i>Pisonia</i> <i>tomentosa</i>)	31	0.52	1.46	18	3.14	797.30	1.45	6.05
FAVEIRO (<i>Dimorphandra mollis</i>)	43	0.72	2.03	11	1.92	932.60	1.70	5.64
CATINGUEIRA (<i>Poincianella</i> <i>pyramidalis</i>)	34	0.57	1.60	8	1.39	1020.60	1.86	4.85
LARANJA BRABA (<i>Citrus aurantium</i>)	22	0.37	1.04	16	2.79	518.50	0.94	4.77
QUIRI	36	0.60	1.70	10	1.74	564.90	1.03	4.47
CATUABA-BRANCA (<i>sp. 19017</i>)	31	0.52	1.46	9	1.57	778.30	1.42	4.45
FUMO BRABO	40	0.67	1.88	8	1.39	597.10	1.09	4.37
MURICI (<i>Byrsonima</i> <i>crassifolia</i>)	24	0.40	1.13	9	1.57	880.50	1.60	4.30
JUAZEIRO (<i>Ziziphus</i> <i>joazeiro</i>)	17	0.28	0.80	13	2.26	340.70	0.62	3.69
CARNE-DANTAS (<i>Tabebuia vellosi</i>)	21	0.35	0.99	8	1.39	541.50	0.99	3.37
VARA BRANCA	23	0.38	1.08	9	1.57	269.80	0.49	3.14
IMBURANA (<i>Amburana cearensis</i>)	11	0.18	0.52	8	1.39	630.90	1.15	3.06
BARRIGUDA (<i>Ceiba</i> <i>glaziovii</i>)	11	0.18	0.52	7	1.22	703.90	1.28	3.02
PAU-FERRO (<i>Caesalpinia ferrea</i>)	13	0.22	0.61	11	1.92	222.90	0.41	2.93
ITAPICURU	13	0.22	0.61	7	1.22	595.90	1.08	2.92
FEIJAO-DE-JACU (<i>Capparis flexuosa</i>)	14	0.23	0.66	9	1.57	329.00	0.60	2.83
MOREIRA	13	0.22	0.61	7	1.22	430.60	0.78	2.62

GRAO-DE-GALO	14	0.23	0.66	8	1.39	255.70	0.47	2.52
AROEIRA (<i>Myracrodruon urundeuva</i>)	9	0.15	0.42	5	0.87	473.40	0.86	2.16
QUINA-QUINA (<i>sp. 19021</i>)	14	0.23	0.66	6	1.05	167.40	0.30	2.01
CAJAZEIRA (<i>Spondias mombim</i>)	6	0.10	0.28	5	0.87	392.00	0.71	1.87
VERMELHA (<i>sp. 19022</i>)	14	0.23	0.66	3	0.52	338.20	0.62	1.80
JUA BRANCO	10	0.17	0.47	6	1.05	153.50	0.28	1.80
PAU-DE-COLHER (<i>Maytenus rigida</i>)	8	0.13	0.38	6	1.05	143.40	0.26	1.68
CATINGA-DE- CHEIRO	11	0.18	0.52	4	0.70	125.80	0.23	1.44
MAMAO-DE-VIADO	5	0.08	0.24	2	0.35	465.00	0.85	1.43
PINGUIM	9	0.15	0.42	4	0.70	148.90	0.27	1.39
ARAÇA (<i>Psidium schenckianum</i>)	6	0.10	0.28	5	0.87	96.30	0.18	1.33
PAU-DE-RATO	5	0.08	0.24	5	0.87	102.00	0.19	1.29
GAMELEIRO (<i>Ficus sp. 17894</i>)	5	0.08	0.24	3	0.52	256.90	0.47	1.23
SAPUCAIA BRANCA	4	0.07	0.19	4	0.70	185.00	0.34	1.22
MULUNGU (<i>Erythrina velutina</i>)	6	0.10	0.28	4	0.70	119.20	0.22	1.20
PAU-DE-SAPO	6	0.10	0.28	4	0.70	81.60	0.15	1.13
LARANJA DA AFRICA	7	0.12	0.33	3	0.52	112.20	0.20	1.06
RONCO JIBAO (<i>sp. 19023</i>)	5	0.08	0.24	4	0.70	66.70	0.12	1.05
CANDEIA (<i>Plathymenta sp. 17887</i>)	4	0.07	0.19	4	0.70	92.00	0.17	1.05
PAU-DE-LEITE	4	0.07	0.19	4	0.70	79.20	0.14	1.03
QUIXABEIRA (<i>Sideroxylon obtusifolium</i>)	5	0.08	0.24	3	0.52	138.80	0.25	1.01
ICOZINHO (<i>Capparis jacobinae</i>)	4	0.07	0.19	4	0.70	52.50	0.10	0.98
ARAPIRACA (<i>sp. 19016</i>)	5	0.08	0.24	3	0.52	98.50	0.18	0.94
MAÇARANDUBA (<i>Manilkara subsericea</i>)	3	0.05	0.14	3	0.52	131.70	0.24	0.90

CATINGUINHA								
<i>(Casparis hastata)</i>	4	0.07	0.19	2	0.35	176.70	0.32	0.86
JUREMA BRANCA								
<i>(Mimosa hostilis)</i>	4	0.07	0.19	3	0.52	69.40	0.13	0.84
CHUMBINHO (<i>sp.</i>								
<i>19015)</i>	3	0.05	0.14	3	0.52	91.80	0.17	0.83
CATINGA-DE-PORCO								
<i>(sp. 19014)</i>	6	0.10	0.28	2	0.35	84.80	0.15	0.79
ICÓ (<i>Capparis yco</i>)	2	0.03	0.09	2	0.35	188.00	0.34	0.78
SANGUEIRO (<i>Ficus</i>								
<i>guaranitica)</i>	3	0.05	0.14	3	0.52	56.80	0.10	0.77
CORAÇÃO-DE-NEGO	3	0.05	0.14	3	0.52	42.50	0.08	0.74
MANDACARU								
<i>(Tacinga palmadora)</i>	3	0.05	0.14	3	0.52	30.00	0.05	0.72
CAXAO	2	0.03	0.09	2	0.35	150.50	0.27	0.72
MORORÓ (<i>Bauhinia</i>								
<i>cheilantha)</i>	4	0.07	0.19	2	0.35	91.40	0.17	0.70
GENIPAPO (<i>Genipa</i>								
<i>americana)</i>	4	0.07	0.19	2	0.35	57.20	0.10	0.64
AMBURANA								
<i>(Commiphora</i>								
<i>leptophloeos)</i>	2	0.03	0.09	2	0.35	30.70	0.06	0.50
PINHÃO-BRABO								
<i>(Jatropha mollissima)</i>	2	0.03	0.09	2	0.35	30.40	0.06	0.50
VARA DE BIRRO (<i>sp.</i>								
<i>19019)</i>	2	0.03	0.09	2	0.35	22.30	0.04	0.48
VELANDE RASTEIRO	2	0.03	0.09	2	0.35	22.00	0.04	0.48
PINDOBEIRA	2	0.03	0.09	1	0.17	94.40	0.17	0.44
FEDEGOSO (<i>Senna</i>								
<i>sp2. 17900)</i>	1	0.02	0.05	1	0.17	113.20	0.21	0.43
BRAUNA (<i>Schinopsis</i>								
<i>brasiliensis)</i>	2	0.03	0.09	1	0.17	50.90	0.09	0.36
AQUARANA	2	0.03	0.09	1	0.17	47.00	0.09	0.35
TRAPIA	1	0.02	0.05	1	0.17	46.00	0.08	0.31
MANDIOCA BRABA								
<i>(Manihot dichotoma)</i>	2	0.03	0.09	1	0.17	17.00	0.03	0.30
MARMELEIRO	1	0.02	0.05	1	0.17	38.60	0.07	0.29
CELADOR	1	0.02	0.05	1	0.17	35.00	0.06	0.29
JURUBEBA (<i>Solanum</i>								
<i>paniculatum)</i>	1	0.02	0.05	1	0.17	34.00	0.06	0.28
JUAZEIRO (<i>Ziziphus</i>								
<i>joazeiro)</i>	1	0.02	0.05	1	0.17	32.60	0.06	0.28

CALUMBI-BRANCO (<i>Senegalia tenuifolia</i>)	1	0.02	0.05	1	0.17	23.00	0.04	0.26
CAPIA (<i>sp. 19020</i>)	1	0.02	0.05	1	0.17	21.00	0.04	0.26
ESPINHEIRO (<i>Acacia bahiensis</i>)	1	0.02	0.05	1	0.17	18.30	0.03	0.25
TAMBUI	1	0.02	0.05	1	0.17	18.00	0.03	0.25
ALECRIM (<i>Hyptis fruticosa</i>)	1	0.02	0.05	1	0.17	14.60	0.03	0.25
CAFÉ-BRABO	1	0.02	0.05	1	0.17	13.00	0.02	0.24
CIPO-PRETO	1	0.02	0.05	1	0.17	13.00	0.02	0.24
PEREIRO (<i>Aspidosperma pyrifolium</i>)	1	0.02	0.05	1	0.17	12.00	0.02	0.24
MARACUJÁ-DO-MATO (<i>Passiflora cincinnata</i>)	1	0.02	0.05	1	0.17	10.00	0.02	0.24
NICO BRANCO	1	0.02	0.05	1	0.17	10.00	0.02	0.24
UMBUZEIRO (<i>Spondias tuberosa</i>)	1	0.02	0.05	1	0.17	10.00	0.02	0.24
TINGZINHO (<i>Begonia convulvulacea</i>)	1	0.02	0.05	1	0.17	9.00	0.02	0.24
PITOMBA (<i>Eugenia Iuschnathiana</i>)	1	0.02	0.05	1	0.17	6.50	0.01	0.23
TOTAL	2122	35.37	100	574	100	54944	100	300

Na análise da composição arborea, quatro espécies destacam-se pelo seu IVI, o calumbi, *Peptadenia stipulacea*, dicurizeiro *Syagrus coronata*, Angico *Anadenanthera columbrina* e a Peroba *Pseudobombax marginatum* tem importância ecológica e ampla distribuição no “Canyon”. Avaliando o padrão de distribuição espacial e a abundância de três dessas espécies que apresentam ampla distribuição no Canyon em relação de dependência ao canal ripário (Figura 3.3.1). O Angico que apresenta ampla distribuição e ocorrência nas Caatingas, florestas decíduas altas, a Mata Atlântica, o Cerrado, o Pantanal Mato-Grossense e campos rupestres ou de altitude, no gradiente de umidade ocorre nas margens do Canyon, enquanto que a palmeira Dicurizeiro independe das condições e para a distância do riacho indica distribuição aleatório. A “Peroba” tem distribuição agregada indicando dependência da distância da água. Esses grupos de árvores desempenham fundamental papel ecológico dentro da comunidade estabelecida no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE. A estrutura florestal tem impacto direto

sobre o microclima, e é importante para a continuidade dos processos sucessionais e para o restabelecimento dos processos do ecossistema (SILVA et al., 2010).

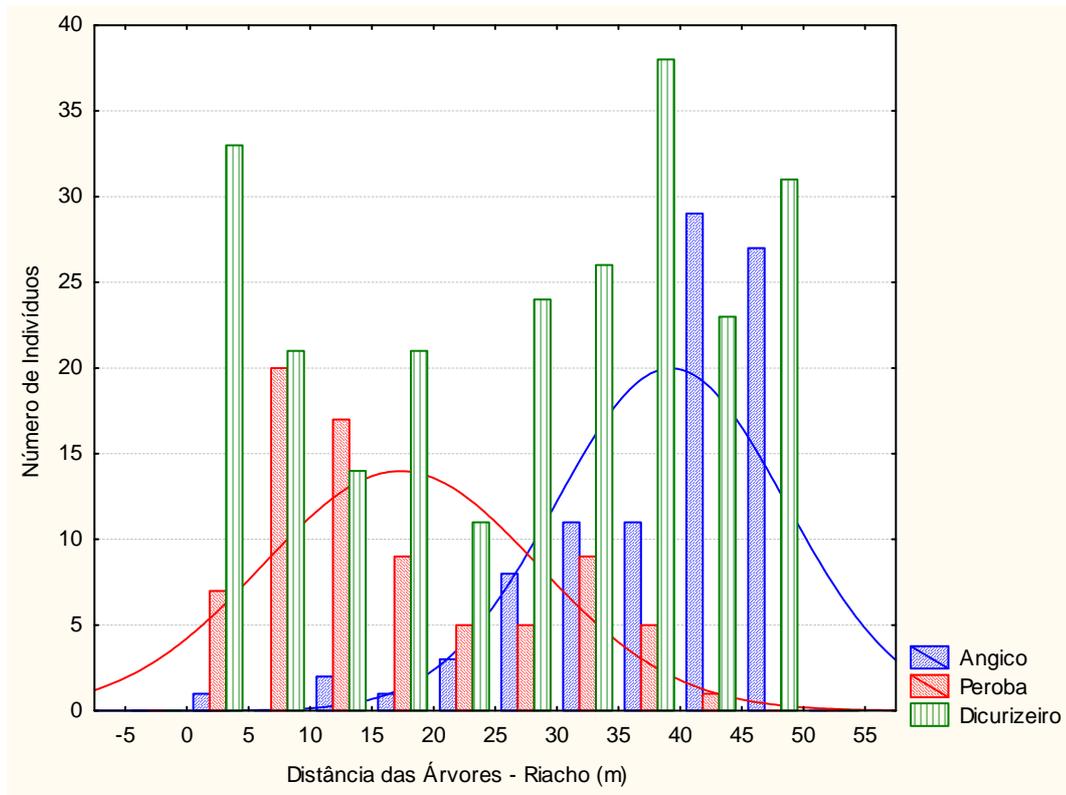


Figura 3.3.1 Distribuição espacial do número de indivíduos em função da distância ao Riacho Macacos no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

Segundo Maia (2004) o Calumbi (*Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke) pertence a família Leguminosae (Subfamília Mimosoidae) e corresponde a uma árvore pequena, de 2-4 m de altura, com casca castanho-claro, fortemente armada por acúleos vigorosos, mesmo em ramos idosos. Apresenta folhas alternas, compostas, com 10-16 pares de pinas opostas, cada pina com 2-5,5 cm de comprimento e com 25-40 pares de folíolos oblongos, com 3-8 mm de comprimento, verde-claro, fosco. Flores em espigas de 4-8 cm de comprimento, de cor alva, na extremidade dos ramos onde se encontram até três espigas por axila de folha. O fruto é uma vagem de cor castanho-pálido, com 8-12 cm de comprimento, com superfície ondulada nas áreas onde ficam as sementes. Contém 2-12 sementes pequenas, ovais, de cor marrom. A madeira é de cor clara. É uma planta pioneira que facilmente ocupa capoeiras e beira de estradas. Tolerante a elevados níveis de perturbação da vegetação. Árvore com capacidade de fixar nitrogênio no solo, através da simbiose com certas bactérias na sua raiz. Ocorre na caatinga, do tipo “arbórea densa” até a “arbustiva rala”, do Piauí até a Bahia.

O Dicurizeiro (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc) ou Licurizeiro pertence a Família Arecaceae, segundo Siqueira Filho et. al (2009) é uma árvore de 3 a 12 m de altura, com tronco simples de 20 a 25 cm de diâmetro, revestido por bases remanescentes de pecíolo de folhas já caídas. Possui folhas pinadas, com 15 a 30 pinas, dispostas em 5 fileiras. Inflorescências interfoliare e ramificadas. Frutos tipo drupa, amarelo-esverdeados à alaranjado com tomento marrom, de 2,5 a 3 cm de comprimento, com mesocarpo fibro-carnoso e adocicado. Ocorre no RN, PB, PE, AL, SE, BA e MG. Compõem Floresta Estacional Decidual. É uma espécie perenifólia, secundária. Ocorre em solos férteis, ainda que secos e com presença de cascalhos. Apresenta meliofilia como síndrome de polinização. Dispersão dos frutos por animais (zoocoria). Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis. Seus frutos e sementes são comestíveis e formam a base alimentar de muitas aves silvestres, além de apresentarem simbiose com diversos organismos (briófitos, pteridófitos e bactérias), o que aumenta seu valor ecológico para a manutenção da estrutura da comunidade.

A peroba é espécie que proporcionou o desenvolvimento de árvores de grande porte para os padrões da Caatinga com mais de 15 metros e CAP maior que 100 cm. A peroba ora em estudo dendrocronológico (a confirmar sua identificação botânica) a *Pseudobombax marginatum* (A. ST-Hil, Juss & Cambess.), para Siqueira Filho et al. (2009) a Peroba (Imbiruçu) é uma espécie decídua heliófila, secundária e está presente em Florestas Estacionais Semidecíduais, Florestas Estacionais Decíduais, na Caatinga e no Cerrado. Apresenta flores polinizadas por esfingídeos e morcegos (...). A dispersão de suas sementes ocorre pelo vento (anemocoria). Para Maia (2004) essa espécie perde as folhas na estação seca e apresenta a floração na primeira metade da estação seca (maio a setembro).

O Angico, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altshul, pertence a Família Leguminosae (Mimosoidae) e segundo Maia (2004) é uma árvore com copa espalhada com galhos arqueados deixando passar bastante a luz, ocupando no geral apenas um quinto do total da altura da árvore. Nos solos férteis e profundos, tem caule ereto, porém nos solos tabuleiro, nas ladeiras, tem caule tortuoso. Na Caatinga, tem altura entre 3 a 15 m, e em outros ecossistemas atinge 20 ou até 30 m com diâmetro (CAP) de até mais de um metro. Sua madeira é pesada (até mais de 1 g/cm³), compacta e rija, tem elasticidade baixa, grande durabilidade natural e alta resistência ao apodrecimento. Alburno bem distinto do cerne, amarelado, podendo exibir tonalidade rosada. Apresenta grande potencialidade para dendrocronologia, já que estudos preliminares revelaram a

presença de possíveis anéis de crescimento. Para Maia (2004) sua floração é bem característica e ocorre durante a estação seca. Ocorre desde o Maranhão até o norte da Argentina, Peru, Bolívia, Paraguai e de Minas Gerais até Mato Grosso. Entre os angicos brasileiros é o que tem a maior abrangência geográfica e o que prefere as matas mais secas. É uma planta decídua, heliófita, que tolera sombreamento leve na fase juvenil, pioneira ou secundária inicial, de rápido crescimento, que vegeta indiferentemente à sombra ou ao sol, em solos secos e úmidos, preferindo solos férteis e profundos, mas com grande adaptabilidade a diferentes tipos de solos; tolera solos rasos e compactados, mas não gosta de solos inundados (MAIA, 2004).

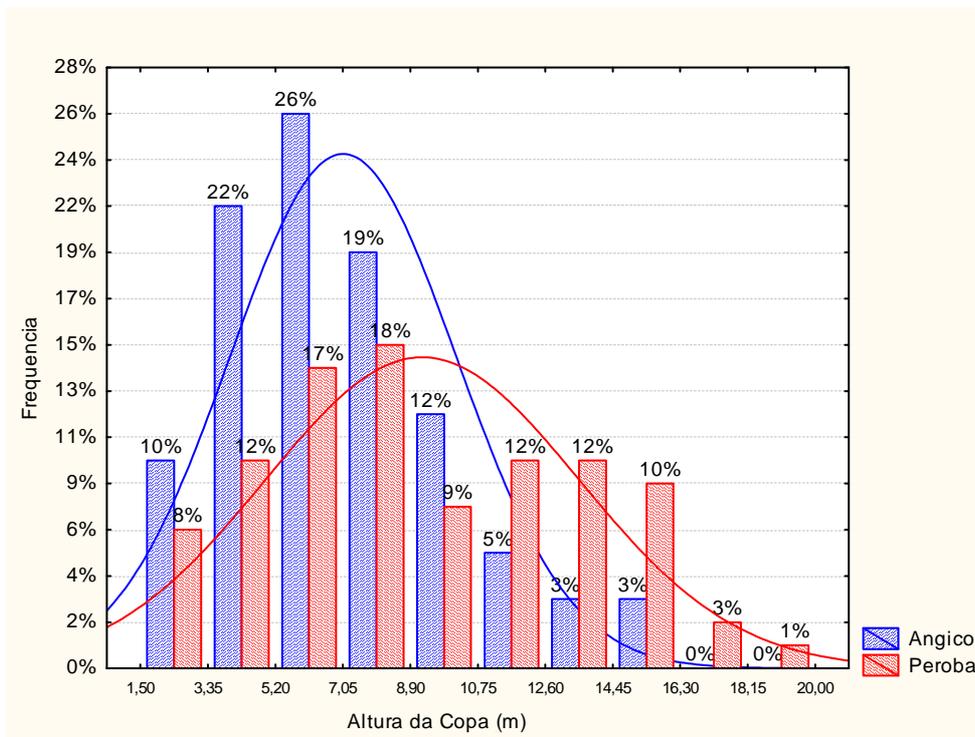


Figura 3.3.2. Teste Shapiro-Wilk, Kilmogorov-Smirnov e Lilliefors, representando a distribuição do Angico e da Peroba no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE. Para $p = 0,05$ na distribuição normal para altura de duas espécies Angico ($n=93$) e Peroba ($n = 78$). Angico Altura da Copa (m): SW-W = 0.9578, $p = 0.0043$; D = 0.0889, $p < n.s.$, Lilliefors- $p < 0.1$; Peroba Altura da Copa (m): SW-W = 0.9679, $p = 0.0462$; D = 0.1219, $p < 0.2000$, Lilliefors- $p < 0.01$.

Observamos que o Angico (*Anadenanthera colubrina*) apresentou distribuição que tende a ser assimétrica em relação à altura da copa (Figura 3.3.2), portanto refutou-se a distribuição normal pelos testes de Kilmogorov-Smirnov e Lilliefors, para $p = 0,05$ da hipótese nula. No entanto, Shapiro-Wilk apresentou distribuição normal. Provavelmente a distribuição do Angico ocorreu desse modo em função de suas características ecológicas, já

que é uma planta que não se adapta bem em solos úmidos, segundo Maia, (2004). Verificamos esta condição no “Canyon”, por isso o Angico apresentou maior ocorrência em suas bordas. Já a Peroba (*Pseudobombax marginatum*) apresentou uma distribuição normal em dois testes Shapiro e Lilliefors, todavia, as plantas do estrato de altura entre 10 e 12 metros foram significativas para rejeitar a distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

A distribuição das árvores no, “Canyon” da Toca da Onça, que possuem CAP maior que 100 cm independente da distância do Riacho (Figura 3.3.3). No entanto, sugere que as árvores que possuem CAP > 100 cm apresentam distribuição média entre 5 a 25 m de distância do riacho, tanto do lado direito quanto esquerdo. O teste F (ANOVA) demonstrou que a variância esperada é menor que a observada, em função desse grupo árvores que está bem acima da média (árvores com CAP >100 cm). Em função deste resultado podemos dizer que essas árvores são determinantes importantes da manutenção do sistema ecológico, quanto às condições ambientais tais como, sombreamento, luminosidade, umidade, temperatura e distribuição de nutrientes, etc. As árvores menores que 100 distribuem aleatoriamente entre 15 e 30 metros do riacho. Observamos que quanto mais próximo do riacho maior é o CAP e a variação aumenta significativamente.

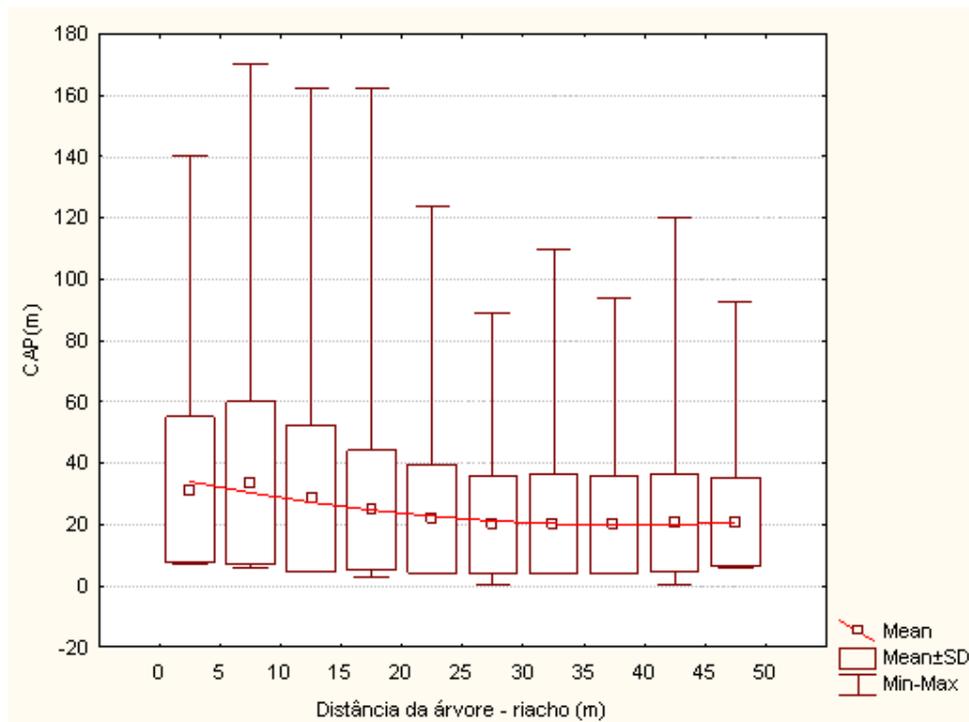


Figura 3.3.3. Distribuição do CAP (cm) das árvores do “Canyon” da Toca da Onça, em função da distância do Riacho Macacos em Tobias Barreto-SE. **Testes Estatísticos:** CAP(m): KW-H (9,1887) = 124,5159; p = 0,00000; F (9,1877) = 13,5021; p = 0,00000.

A estrutura da vegetação arbórea–arbustiva maior que 6 cm de CAP tem distribuição em “J” invertido (Figura 3.3.4) (para um n = 1886 indivíduos) o que é típico de floresta madura com estruturada estável, tipo clímax, com muito indivíduos jovens e poucos adultos. Segundo Felfilli (1997) e Silva Jr. (2005), o padrão da curva em “J” invertido, com classes diamétrais equilibradas indica balanço positivo entre o recrutamento e a mortalidade das árvores. Segundo Martins (1991), em uma comunidade climática espera-se encontrar uma série completa de classes de tamanho para cada uma das espécies que compõem o ecossistema, posto que, para cada planta que morre ou envelhece, outra, imediatamente mais nova deve estar disponível para substituí-la. Para Nunes (1999) a estrutura de tamanhos de população que apresentam curva do tipo “J” invertido caracteriza-se basicamente pela ocorrência de grande número de indivíduos jovens, poucos adultos e ausência de estágios intermediários de desenvolvimento, onde esta distribuição de tamanhos sugere que as populações encontram-se em equilíbrio. Nas parcelas foram registrados 242 Dicurizeiro (*Syagrus coronata*), totalizando 2128 indivíduos.

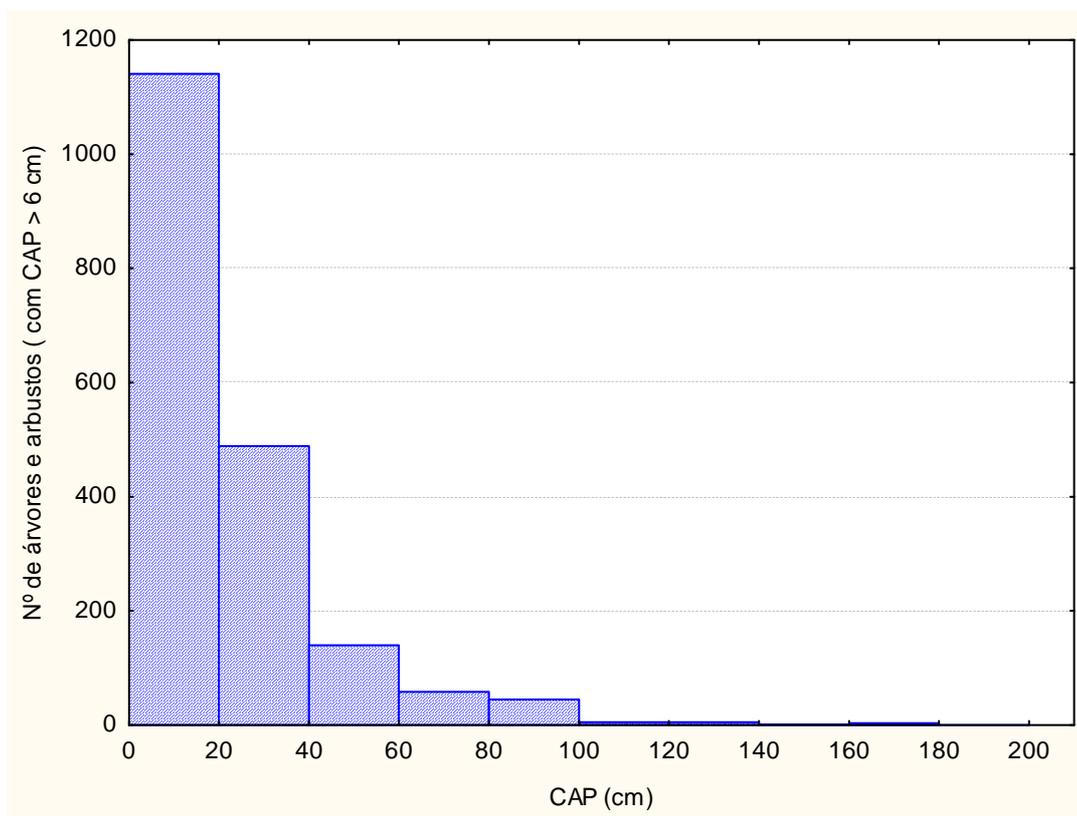


Figura 3.3.4 Distribuição do “J” invertido do CAP das árvores e arbustos com CAP > 6 cm no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

Para uma análise independente da distância, observamos que a distribuição das árvores em função do CAP ocorre de modo semelhante, reduz à medida que se distancia do riacho. No entanto, o Lado Esquerdo apresenta maior variação quanto à redução do CAP. Isso pode ter ocorrido em função da inclinação do terreno, já que o lado direito apresenta menor inclinação quando comparado ao lado esquerdo das parcelas amostradas (Figura 3.3.5A e B).

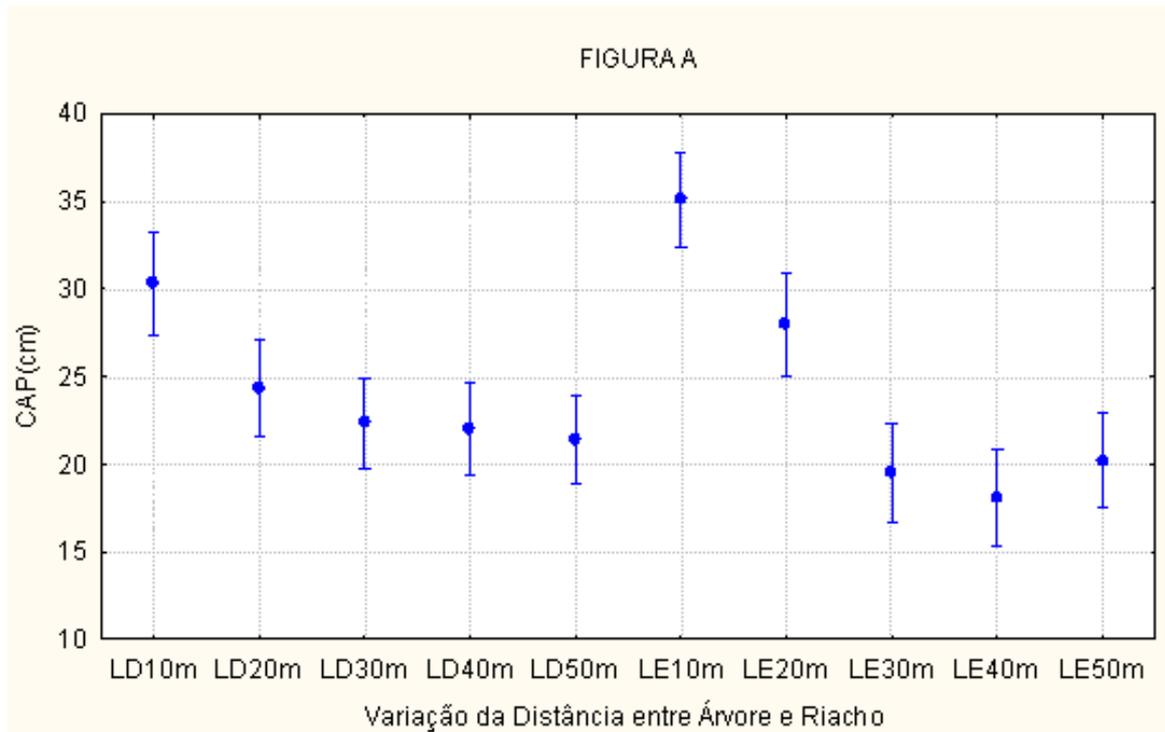


Figura 3.3.5A. Distribuição das árvores em função do CAP a partir da variação das subparcelas amostrais quanto aos lados direito e esquerdo do transecto montado no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE. **Testes Estatísticos: Anova $F(9,1877) = 14,878$, $p = 0,0000$.**

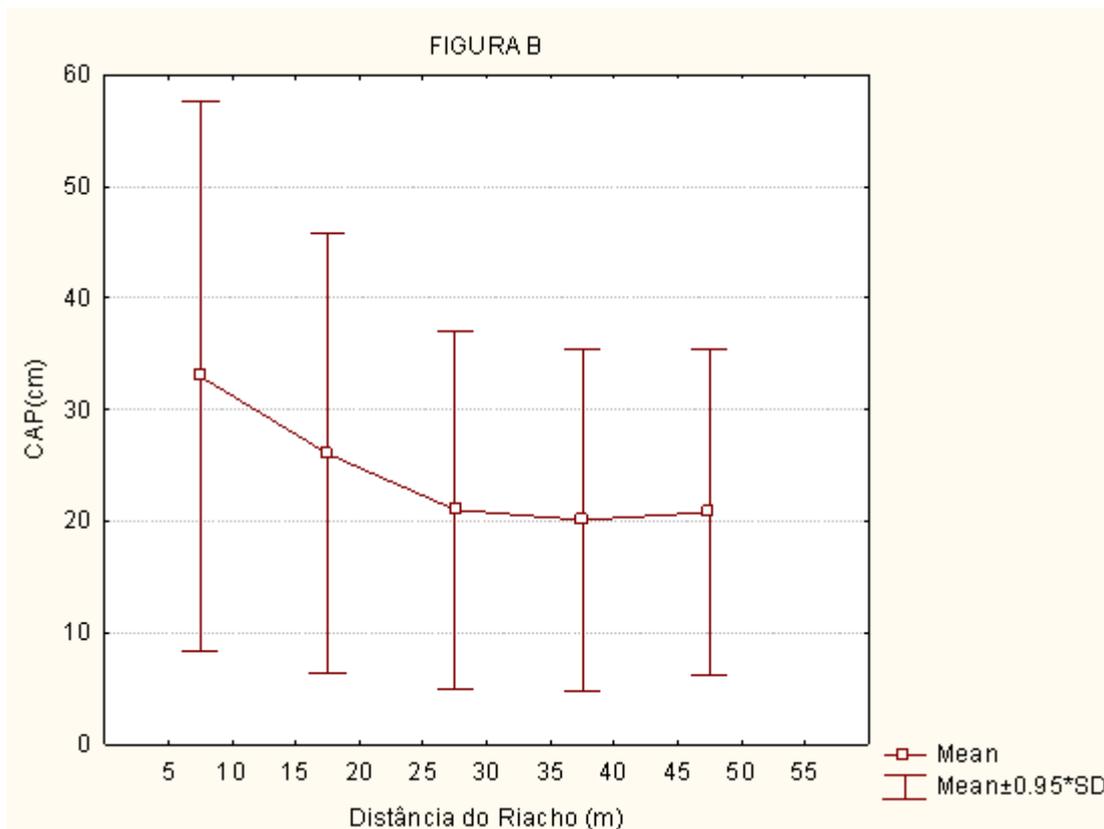


Figura 3.3.5B. Distribuição das árvores em função do CAP a partir da variação das subparcelas amostrais quanto aos lados direito e esquerdo do transecto montado no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE. **Teste Estatístico: CAP (m): $F(4,1881) = 29,7238$. $p = 0,00000$.**

A variação da altura média da copa de cerca de 1400 indivíduos tem até 5 m o que representa mais de 50% das árvores do cânion e poucos indivíduos acima de 10 metros, descrevendo uma curva em “J” invertido Figura 3.1.6, assim como na distribuição CAP, figura 3.1.3. A relação entre Altura e CAP tem uma correlação de $r = 0.72$ e $r^2 = 0.52$ para a regressão linear Figura 3.1.7. As análises das distribuições tanto Kruskal-Wallis (H) quanto ANOVA apresentaram-se valores significativos bem maiores que o esperado devido à grande variação entre a altura das árvores e o tamanho amostral. Verificamos que as maiores árvores se concentram próximo ao riacho e essa característica representa comportamento de ma vegetação de mata ripária. Segundo Rodrigues *et al*, (2001) (Figura 3.3.6). O número de indivíduos que apresenta altura da Copa entre 10 m a 20 m é extremamente inferior a quantidade de indivíduos arbóreo-arbustivos menores a essa altura (Figura 3.3.7).

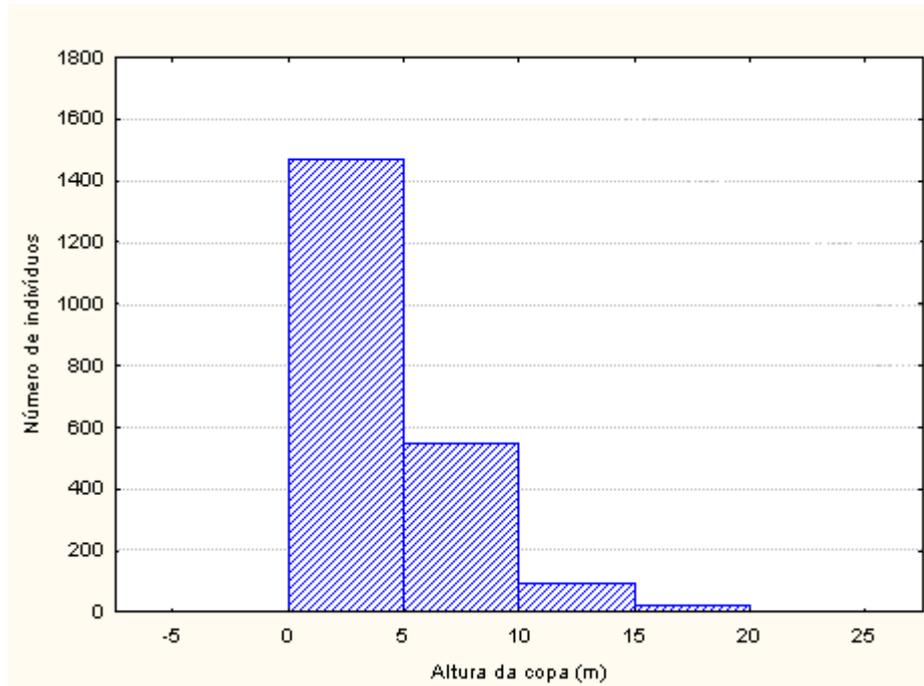


Figura 3.3.6. Distribuição das freqüências em função da altura (m) de (n = 1810) e arvores com CAP > 6 cm indivíduos em função da sua altura da copa (m) no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE. Estatística: **Altura da Copa (m): K-S d= 0,17297, p<0,01; Lilliefors p <0,01.**

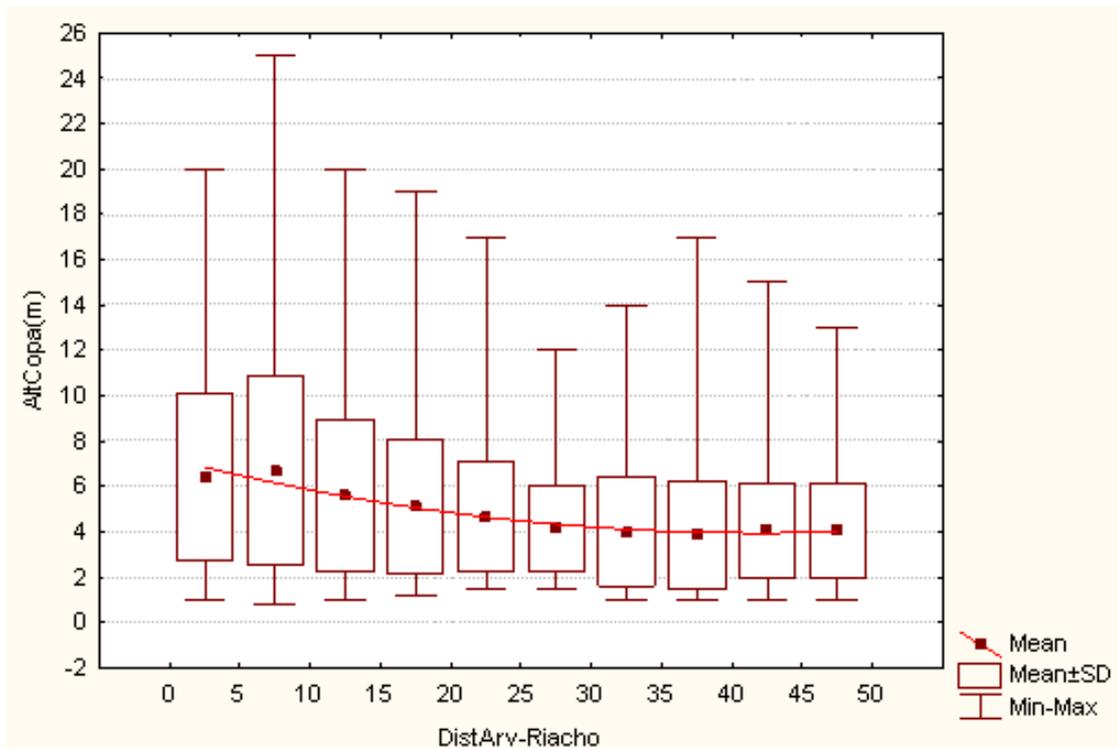


Figura 3.3.7. Distribuição média e desvio da altura da copa em relação a distância do Riacho Macacos no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE. Estatística: **AltCopa (m): KW-H (9,2128) = 214,0881; p = 0,0000; F(9,2118) = 29,9232; p = 0,0000.**

Há relação positiva entre altura da copa e o CAP ($r = 0.72$ e $r^2 = 0,52$) (Figura 3.3.8), no entanto, outros fatores podem estar interferindo no teste F (ANOVA). Isso ocorre, provavelmente, por causa da distância das árvores em função do riacho, pela inclinação do terreno lado direito e lado esquerdo (LAI, cobertura do dossel) ou mesmo pela própria variação da altitude, já que a densidade das árvores tende a aumentar à medida que as parcelas se aproximam da nascente (parcela 3). Essa variável pode estar associada à maior disponibilidade de água próxima a nascente.

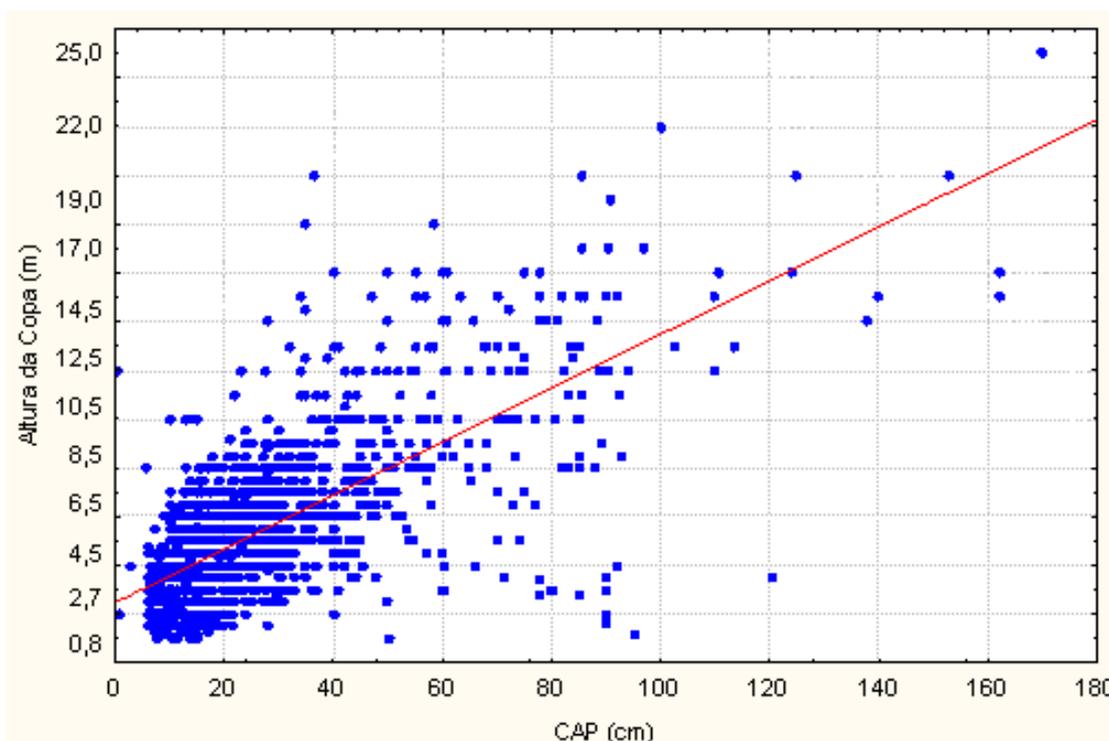


Figura 3.3.8. Distribuição espacial das árvores-arbustos em relação a altura da copa e CAP no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE. **Estatística:** CAP(m):AltCopa(m): $r^2 = 0,5231$; $r = 0,7233$; $p = 0,0000$; $y = 2,465 + 0,1101*x$. AltCopa(m) = $2,465+0,1101*x$.

Através de regressão linear observamos que o fuste pode interferir na altura da Copa e CAP dos indivíduos (Figura 3.3.9). A análise mostrou que a altura do fuste, CAP e altura da copa tem uma correlação linear para $r^2 = 0,2731$ e $r = 0,5226$; $p = 0,0000$; $y = 2,45920 + 0,07760*x$, enquanto a relação entre CAP (cm) e Altura da Copa (m) tem $r^2 = 0,41470$; $r = 0,64400$; $p = 0,0000$; $y = 4,292800000 + 0,105700000*x$. O teste de hipótese F (ANOVA) não rejeitou a distribuição linear. Deste modo, constatamos também uma tendência significativa de correlação entre o CAP, a altura do fuste e altura da copa, o que reforça a importância da cobertura das árvores de maior CAP (>100 cm) na composição da

estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva do “Canyon”, o que difere de relações encontradas noutras caatingas, onde as correlações foram maiores e ajustados entre o crescimento e a cobertura vegetal (formação do dossel).

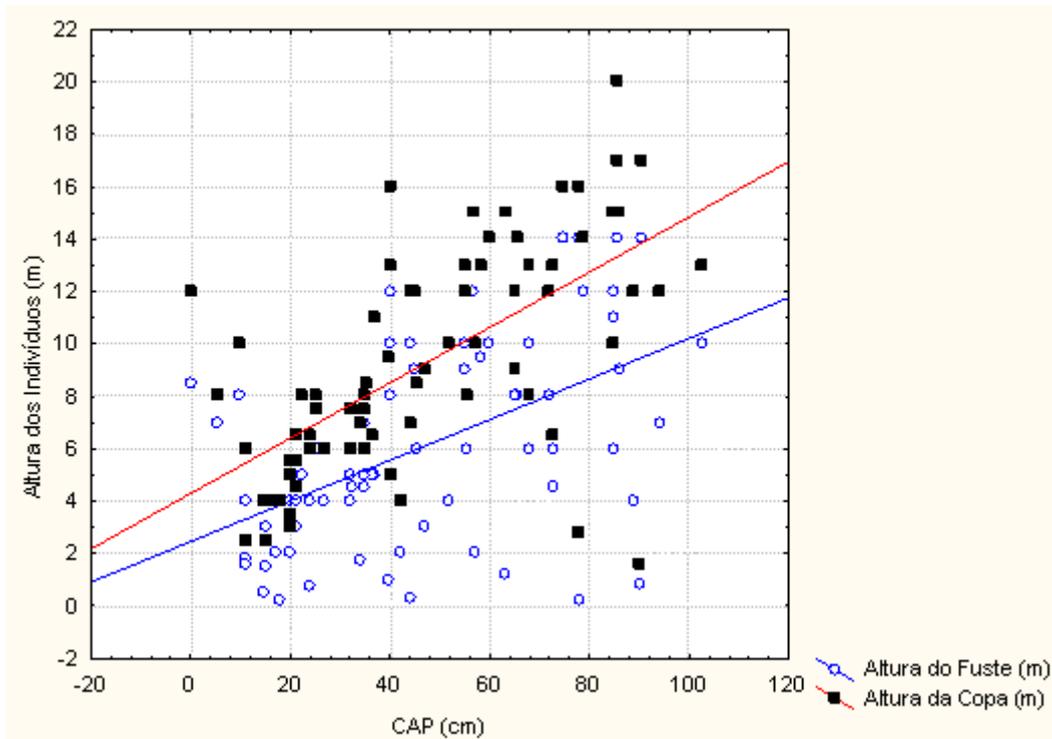


Figura 3.3.9. Regressão entre as alturas do fuste e altura da copa dos indivíduos e CAP das árvores do “Canyon” da Toca da Onça em Tobias Barreto-SE.

A distribuição e abundância de sete espécies de bromélias com predominância das *Aechmea multiflora* (Puxá), cujo fruto de cerca de 2 kg é item alimentar de mamíferos tais como o macaco guigó (*Callicebus barbarabrownae* Hershkovitz). Analisando-se a relação entre estrutura vertical (altura da copa) e CAP das árvores (Figura 3.3.10), verificou-se que não há relação significativa entre estas variáveis. No entanto, a distribuição das maiores “manchas” de bromélias ocorreram a partir dos 25 m de distância do Riacho Macacos (Figura 3.3.11), assim como as maiores concentrações de bromélias ocorreram entre os indivíduos que apresentaram altura da copa próxima aos 12 m (Figura 3.3.12). Assim, a distribuição das bromélias terrestres não é aleatória, ou seja, tende a agrega-se mais no lado direito no esquerdo onde a inclinação do terreno do cânion é aproximadamente de 34° a 39°, o que explica a compensação ao epifitismo e tendência das árvores serem muito baixas (Figura 3.3.13).

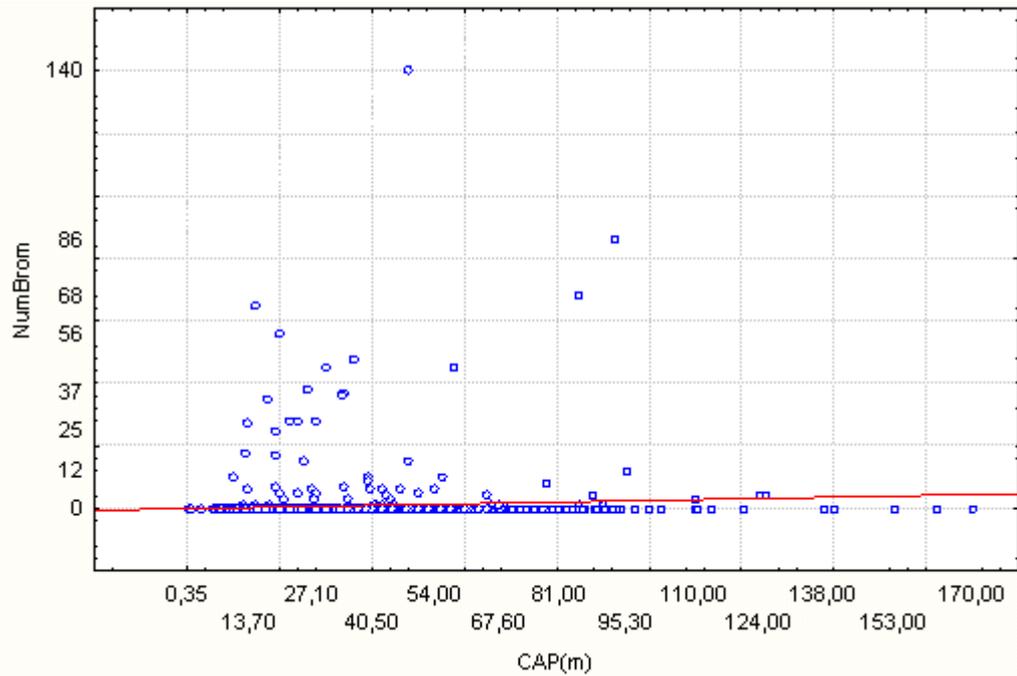


Figura 3.3.10. Distribuição espacial do número de bromélias em função do CAP das espécies arbóreo-arbustivas encontradas no “Canyon” da Toca da Onça em Tobias Barreto-SE.

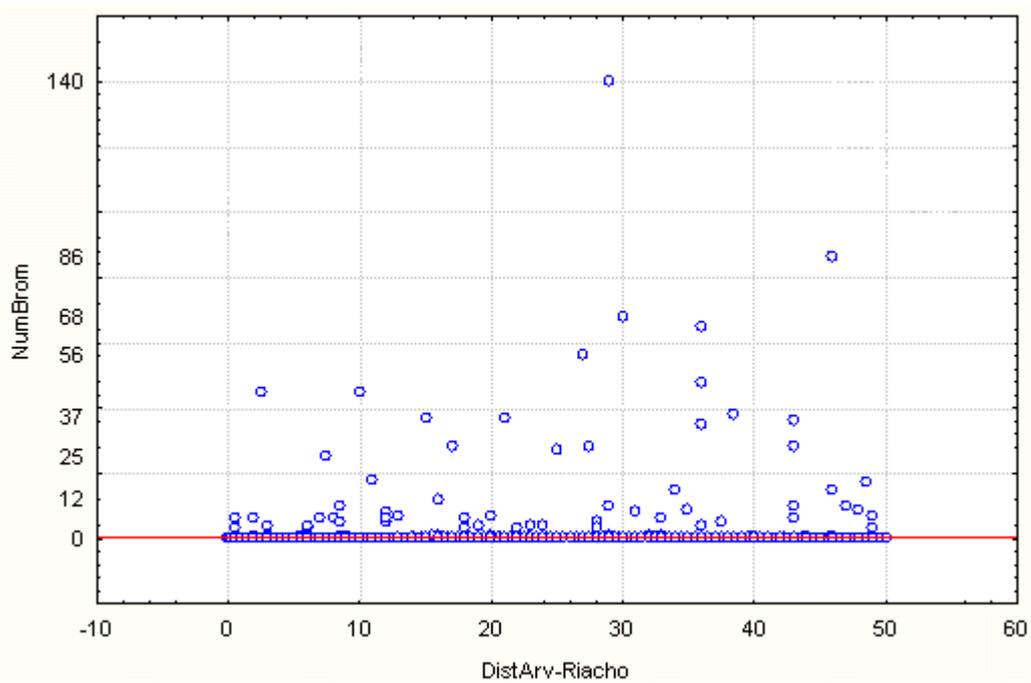


Figura 3.3.11. Distribuição espacial do número de bromélias em função da distância para o Riacho Macacos no “Canyon” da Toca da Onça em Tobias Barreto-SE.

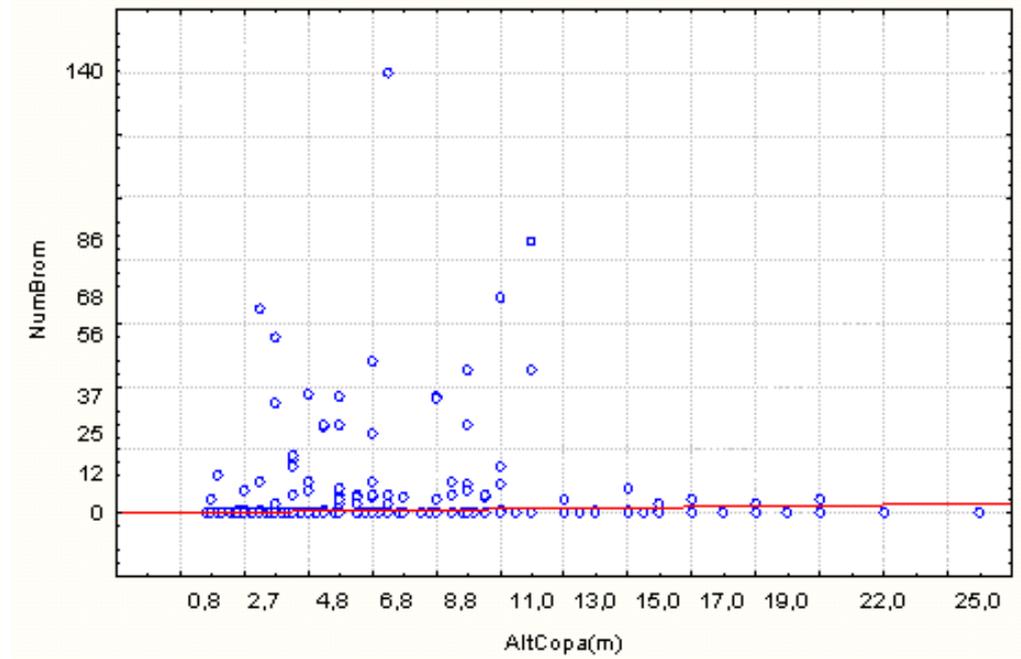


Figura 3.3.12. Distribuição espacial do número de bromélias em função da altura da copa das espécies arbórea-arbustiva encontradas no “Canyon” da Toca da Onça em Tobias Barreto-SE.

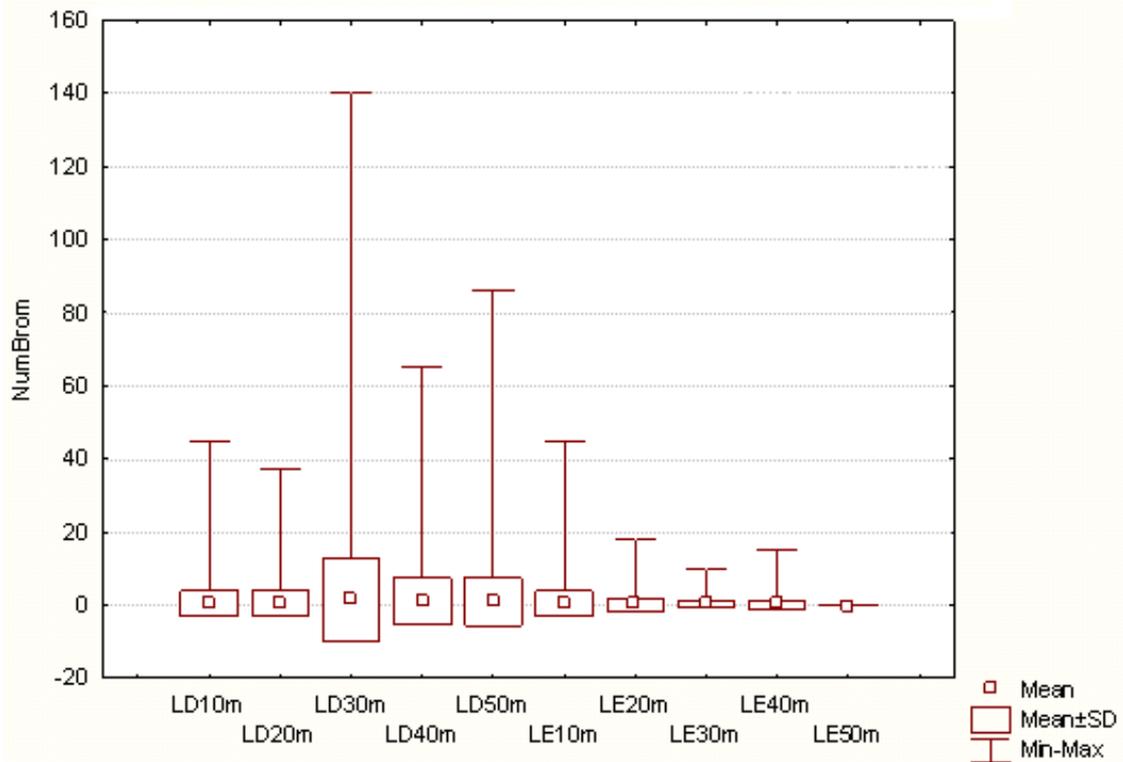


Figura 3.3.13. Distribuição espacial do número de bromélias em função dos lados direito (LD) e esquerdo (LE) no “Canyon” da Toca da Onça em Tobias Barreto-SE. **Testes estatísticos: KW-H(9,2128) = 16,396, p = 0,0591; F(9,2118) = 1,9687, p = 0,0392.**

Esses resultados estão de acordo com os obtidos pela cobertura do dossel e LAI para as parcelas. Esta distribuição de bromélias ocorre possivelmente pela diferença de inclinação entre os lados direito e esquerdo do “*Canyon*”. Estudos recentes têm demonstrado a importância da topografia e dos mecanismos que ocorrem em áreas com relevo declivoso, como por exemplo, o fluxo de água e nutrientes do topo para a base e sua influência nas propriedades químicas e físicas do solo (NEARY *et al.*, 2009), que em interação com a vegetação e a incidência de luz, podem determinar diferenças na composição e distribuição de muitas espécies arbóreas (ELLUM *et al.*, 2010).

3.4. Cobertura do Dossel

As matas secas, de caatinga são caracterizadas fitofisionomica por apresentarem um dossel aberto e esparsa de cobertura com um sub-bosque quase inexistente, tornando-se evidente no inverno quando as chuvas possibilitam a regeneração e a quebra da dormência das sementes presentes em seu banco de sementes. As matas de exceção como os brejos de altitude no domínio das caatingas no Pernambuco e Paraíba, acima de 600 metros a.n.m. estruturam-se como as florestas úmidas. Segundo Oliveira & Amaral (2005) um sub-bosque de uma floresta tropical é composto basicamente por uma vegetação arbustiva e subarbustiva, sendo um nicho de extrema importância para o estabelecimento e desenvolvimento das espécies que irão constituir os demais estratos de uma floresta. Para Gomes (1998) a classificação de uma espécie como de sub-bosque, de dossel ou emergente deve considerar o desempenho da mesma em todas as fases do ciclo vital, e não apenas sua presença em determinada posição no espaço.

Dentro das parcelas de estudo contidas na no “*Canyon*” da Serra do Macacos verificamos que a distribuição das espécies arbóreo-arbustivas apresentaram maior cobertura foliar no período de setembro (pós período chuvoso), do que quando comparada a fevereiro (em pleno período seco) (Figura 3.4.1). A relação entre Transmitância da Radiação Fotossintética Ativa até (1,30 m) do sub-bosque e a Abertura do Dossel verificou-se utilizando a regressão linear obteve-se uma correlação $R = 0,861$ e $R^2 = 0,741$, e Anova para regressão para as 27 subparcelas $F(2,24) = 34,319$ $p < .00000$, rejeitando a hipótese de distribuição aleatória. Esta análise demonstra que em setembro o dossel apresenta-se bastante fechado, chegando a valores inferiores a 25%, enquanto que em fevereiro a abertura do dossel apresenta-se entre 50% a 70% na maioria dos pontos

amostrados. Para Mélo (2010) valores entre 9% a 26% de descontinuidade do dossel são considerados intermediários aos encontrados em florestas semidecíduas e decíduas no Brasil, onde certamente contribuem para a distribuição dos indivíduos regenerantes, associados a outros fatores, como a disponibilidade de água e nutrientes.

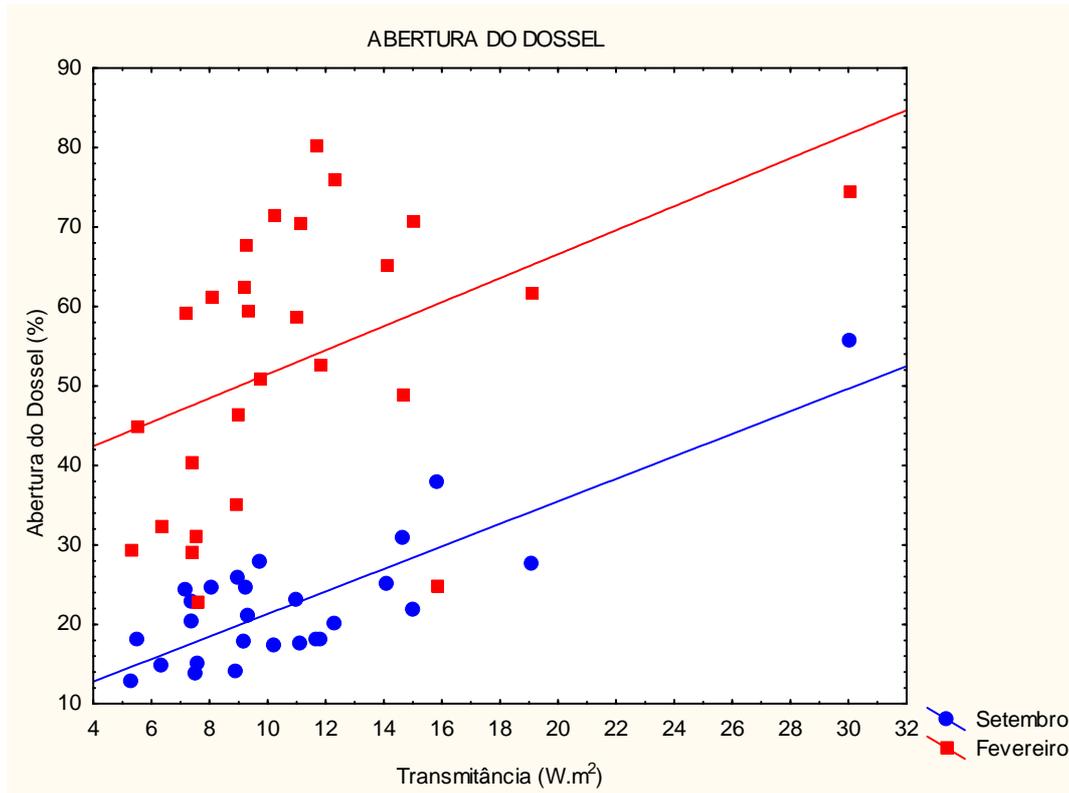


Tabela 3.4.1. Análise do dossel entre os meses de fevereiro (período seco) e setembro (período “chuvoso”) ao longo das parcelas distribuídas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

A relação entre o índice de área foliar (IAF) e a abertura do dossel, verificou-se uma correlação negativa e bastante acentuada entre eles ($r^2 = 0,92$) para os meses de fevereiro (quando observamos a menor abertura do dossel) e setembro (quando verificamos o maior fechamento do dossel) (Figura 3.4.2). Segundo Paula & Lemos Filho (2001) as variações que ocorrem no dossel podem ser avaliadas através do IAF e este índice é influenciado diretamente por mudanças sazonais ao longo do ano, e seus valores decrescem com a perda das folhas pela vegetação. As espécies do dossel florestal, em virtude de sua estrutura e longevidade, podem exercer grande influência sobre o ambiente situado sob suas copas, e influenciam, por exemplo, o padrão de luz no sub-bosque ou sobre o solo (GANDOLFI, 2000). Sendo assim, afetam a temperatura superficial do solo (MOLOFSKY &

AUGSPURGER, 1992) e a germinação e o estabelecimento de espécies (GUARIGUATA & OSTERTAG, 2001).

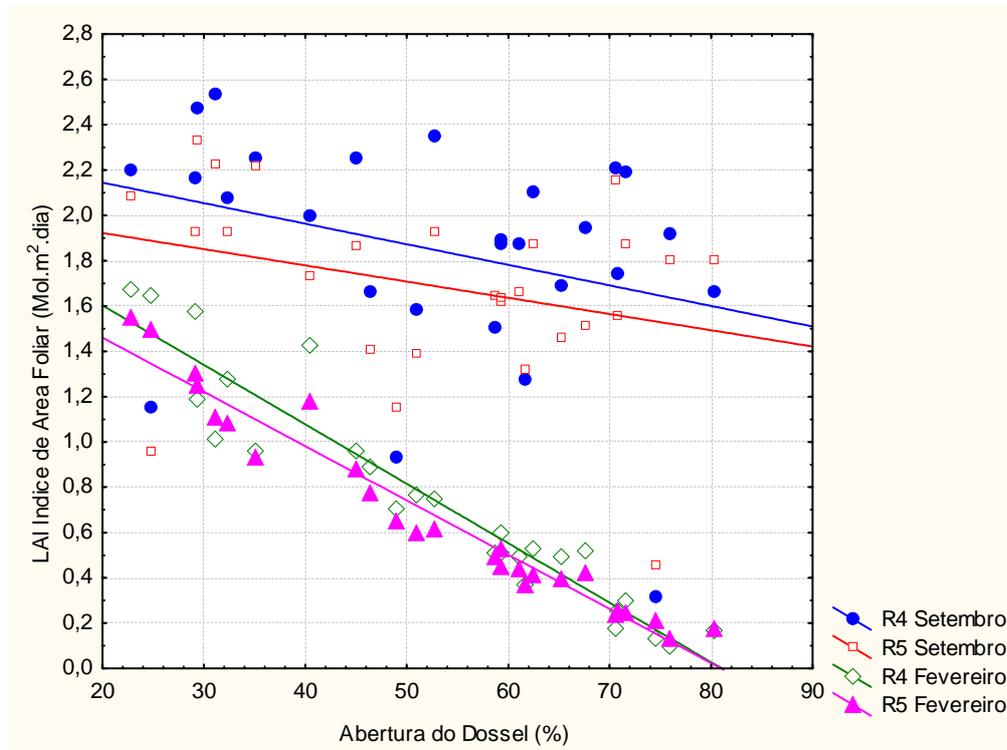


Figura 3.4.2. Correlação negativa entre o índice área foliar e a abertura do dossel entre o mês de fevereiro (maior abertura do dossel) e o mês de setembro (maior cobertura do dossel) de 2010 para os anos R4 e R5 nas duas regiões hemisféricas da “*Fisheye 180°*”.

A estrutura florestal tem um impacto direto sobre o microclima, e é importante fator para a continuidade do processo sucessional e para o restabelecimento dos processos do ecossistema (SILVA *et al.*, 2010). Segundo Spurr (1964) a estrutura do dossel determina a temperatura do interior de reflorestamentos ou florestas, já que é a copa quem possibilita a penetração da radiação solar até o sub-bosque e o aquecimento das camadas inferiores, do mesmo modo que é responsável em diminuir as perdas de calor para a atmosfera. Deste modo, a pouca densidade de copas ou árvores sem folhas, como no caso de árvores decíduas durante a estação hiberna, provoca uma redução na movimentação do ar, enquanto a radiação solar penetra no dossel. Sob tais condições, a temperatura média diária tende a ser mais elevada dentro da floresta. Quando as árvores estão completamente revestidas de folhas, as temperaturas extremas tendem a ser mais baixas dentro da floresta

e a diminuição da radiação pode ter como resultado uma temperatura média anual mais baixa (SPURR, 1964).

Para a calibração dos anéis R4 e R5 de amostragem da Cobertura através dos Índices de Área Foliar (LAI) produzidos no GLA, o qual divide a área foliar em dois anéis (planos), R4 interno e R5 externo, em que $R5 > R4$. Na amostragem do LAI nos meses de Fevereiro e Setembro de 2010 a relação entre os anéis R4 x R5 no mês de fevereiro de 2010 (estação seca) apresentou uma correlação $R = 0,984$ e $R^2 = 0,969$ e ajustado $R^2 = 0,967$ e Anova da regressão $F(1,25) = 781,13$, $p < .00000$ e erro estimado em 0,085 (Figura 3.4.3), enquanto a calibração de setembro de 2010 (estação pós-chuvosa) obteve-se $R = 0,943$ e $R^2 = 0,889$ e ajustado $R^2 = 0,884$ com Anova $F(1,25) = 199,77$, $p < .00000$ e erro estimado em 0,168 (Figura 3.4.4). Em ambas as regressões a Anova F foram aceitas a hipótese de correlação entre R4 e R5 com significância ($p = 0,05$).

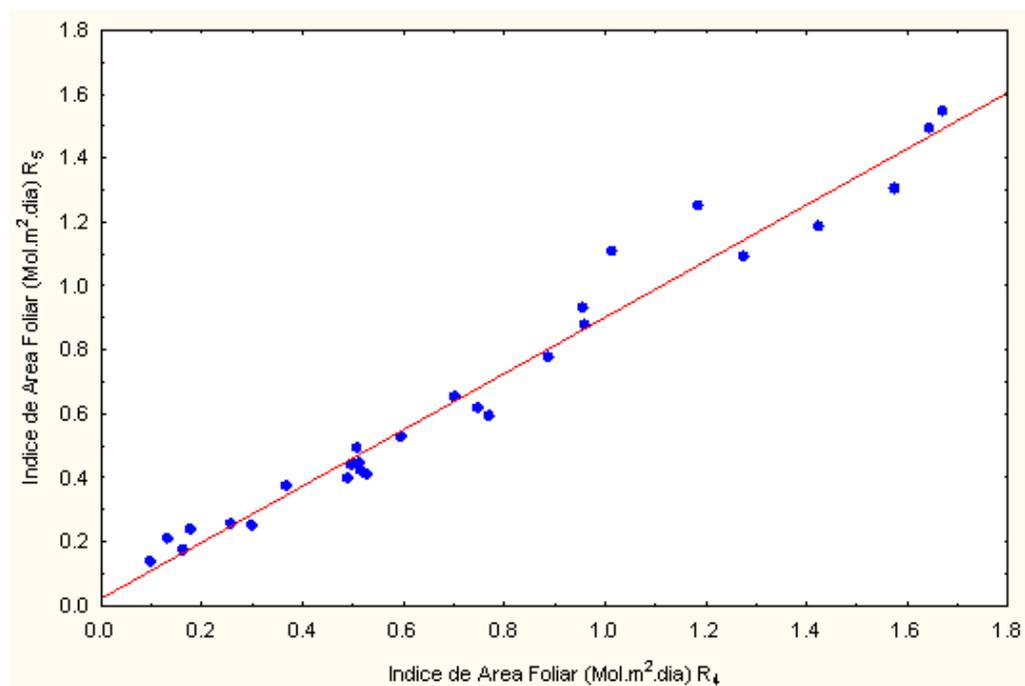


Figura 3.4.3. Calibração (RSDV) LAI de R4 x R5 no período de fevereiro de 2010.

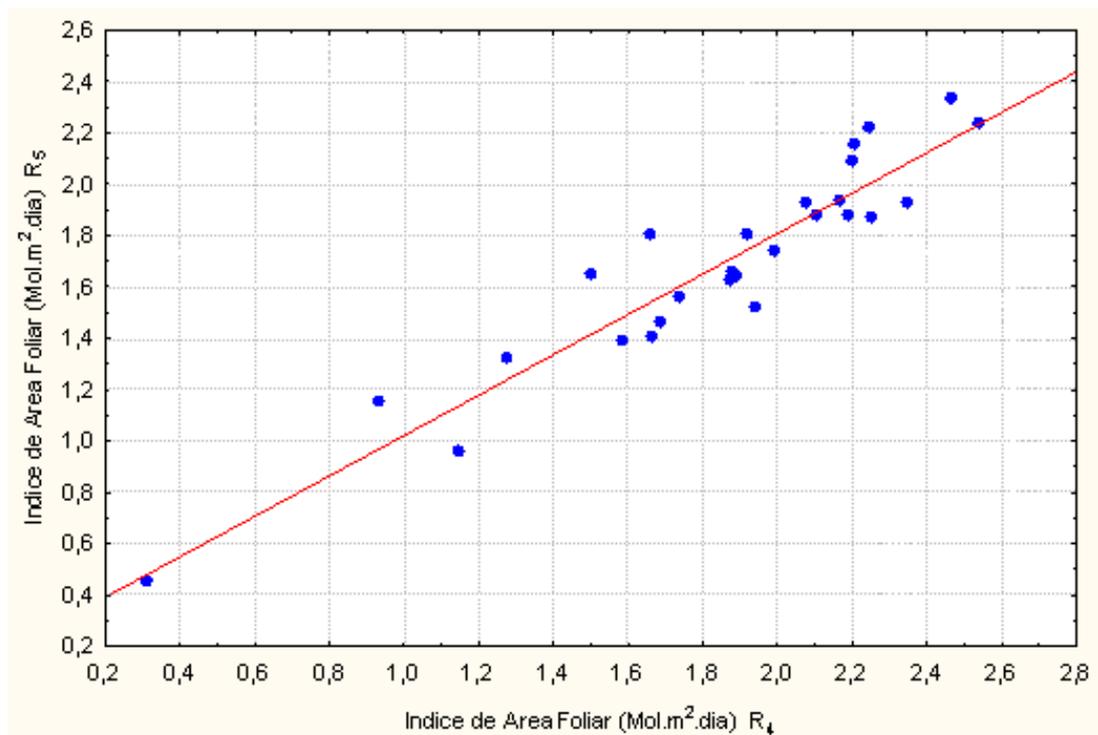


Figura 3.4.4. Calibração (RSDV) LAI de R4 x R5 no período de setembro de 2010.

A análise do LAI (Índice de Cobertura Foliar) entre os Rings (4 (R4) e 5 (R5)) e área de cobertura analisada pelo GLA, demonstrou que não há diferença significativa entre R4 x R5 estes (Figuras 3.4.5 e 3.4.6). Tanto a utilização do R4 ou R5, demonstrou grande precisão na definição do LAI e cálculo da Transmitância (Figura 3.4.7), onde os valores de p variaram entre 0,01 a 0,13, com um grau de confiança 0,05. Os valores de correlação variaram entre 0,90 a 0,94.

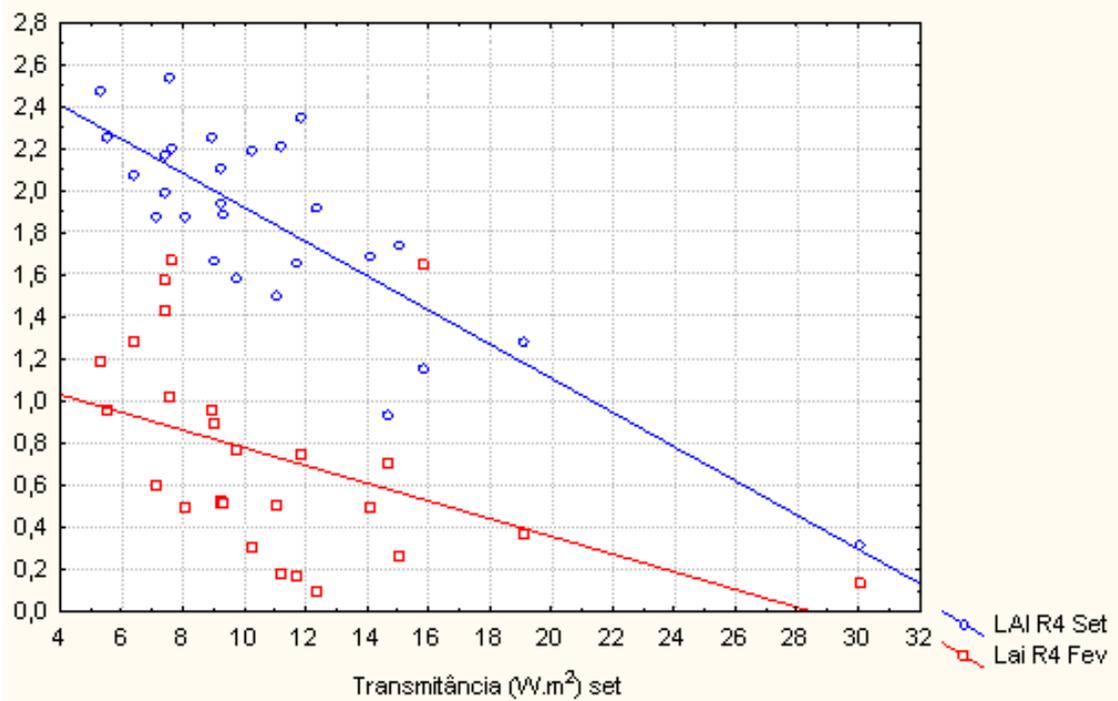


Figura 3.4.5. Relação entre os LAI(s) para os Rings 4 de Fevereiro e Setembro de 2010. **Estatística: LAI R4 SET = 2,7333-0,0812*x; LAI R4 FEV = 1,1996-0,0421*x.**

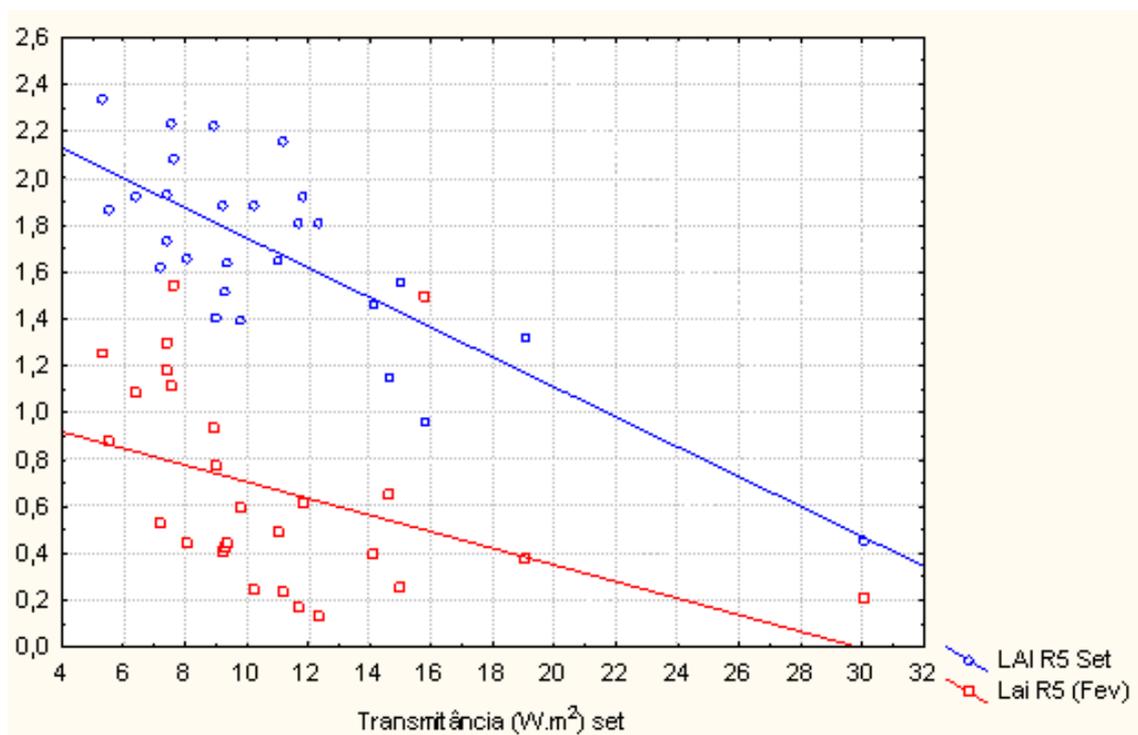


Figura 3.4.6. Relação entre os LAI(s) para os Rings 5 de Fevereiro e Setembro de 2010. **Estatística: LAI R5 SET = 2,3823-0,0637*x; LAI R5 FEV = 1,0606-0,0355*x.**

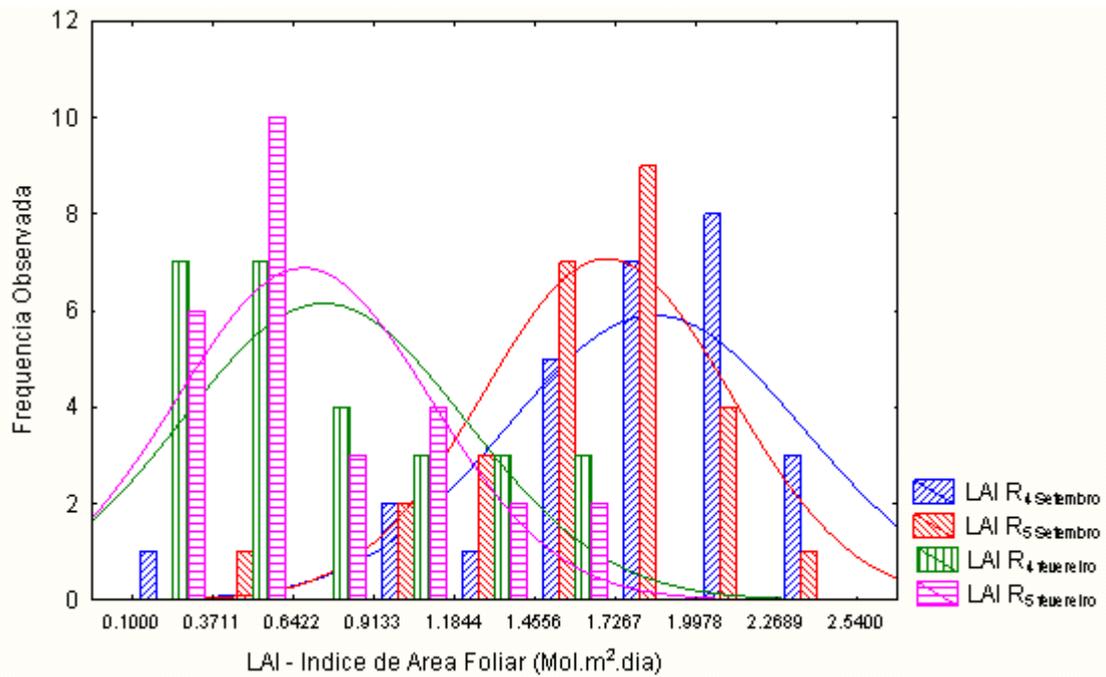


Figura 3.4.7. Distribuição das freqüências do LAI do dossel nos meses de fevereiro e setembro de 2010 no “Canyon” da Toca da Onça, Serra do Macacos, Tobias Barreto – SE. **Estatística: Teste Shapiro-Wallis** **SWR4-SET 0,90 p = 0,01, SWR4-FEV 0,92 p = 0,06; SWR5-SET 0,94 p = 0,13 SWR5-FEV 0,91 p = 0,02.**

Para a freqüência de abertura no dossel entre os meses de fevereiro e setembro de 2010, no “Canyon” da Toca da Onça, verificamos significativa diferença entre os períodos (Figuras 3.4.8 e 3.4.9). Isso demonstrou que há variação na cobertura do Dossel entre o período seco (fevereiro) e chuvoso (setembro) e que existe diferença entre a intensidade luminosa e a insolação diária que a comunidade vegetal presente no “Canyon” da Toca da Onça recebe entre esses períodos (fevereiro e setembro). Deste modo, a luz incidente apresenta maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, que é favorável ao desenvolvimento das plantas (LIMA, 2005), no período seco e menor no período chuvoso. Isso demonstra que as plantas respondem de modo diferente quanto à disponibilidade de luz. Durante o período de maior intensidade luminosa há grande contribuição para o maior recrutamento de plântulas e formação dos anéis de crescimento. A maior cobertura foliar em setembro representa a resposta fisiológica dada pelas plantas em função do período de chuva que se concentra entre Março até agosto na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE). O aproveitamento da radiação pelas plantas é dependente da amplitude dos comprimentos de ondas assimiláveis pelos vegetais, a qual é variável de acordo com as espécies (TANAKA & VIEIRA, 2006).

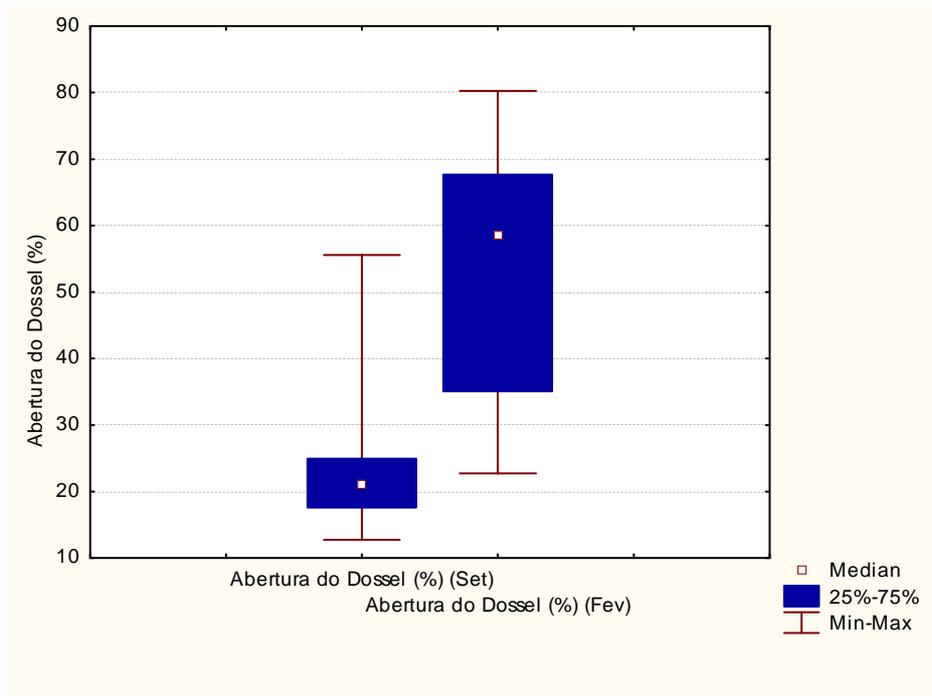


Figura 3.4.8. Variação na abertura do dossel entre dois períodos distintos inverno (setembro) e verão (fevereiro) de 2010 no “Canyon” da Toca da Onça. Serra dos Macacos em Tobias Barreto – SE.

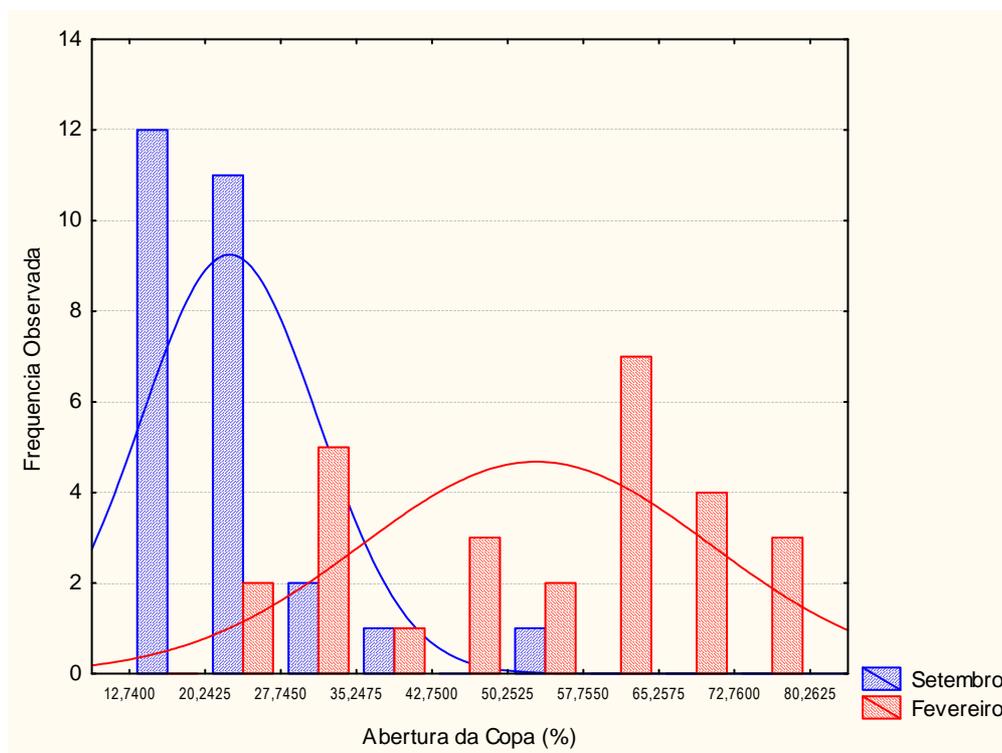


Figura 3.4.9. Distribuição das frequência de abertura do dossel (n = 24 pontos de amostragem) nos meses de fevereiro e setembro de 2010 no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto – SE.

Quanto à abertura do Dossel e a Transmitância observamos que não foi significativa a relação entre estas em função da altitude ou localização das parcelas no “Canyon” da Toca da Onça (Figuras 3.4.10 e 3.4.11), ou seja, não há tendência de aumentar a transmitância em função da altitude ou localização das parcelas. No entanto, para a fisiologia da planta o que importa é a quantidade de radiação direta e indireta incidente durante o total de horas no dia, mês e ano em seu ciclo de crescimento (TANAKA & VIEIRA, 2006). A heterogeneidade da distribuição da luz aumenta com as diferenças na disponibilidade de luz durante o dia e entre as épocas, tipo de árvore, queda de ramos e sombra produzida pelas árvores e cipós (NASCIMENTO *et al.*, 2007). Para Avalos e Mulkey (1999) se consideramos o longo ciclo de vida das árvores e lianas em matas secas, é evidente que há aclimatação das folhas existentes para os períodos de luz de comprimentos de onda curtos e períodos de mudanças drásticas nas condições ambientais que ocorrem no dossel para estruturas superiores.

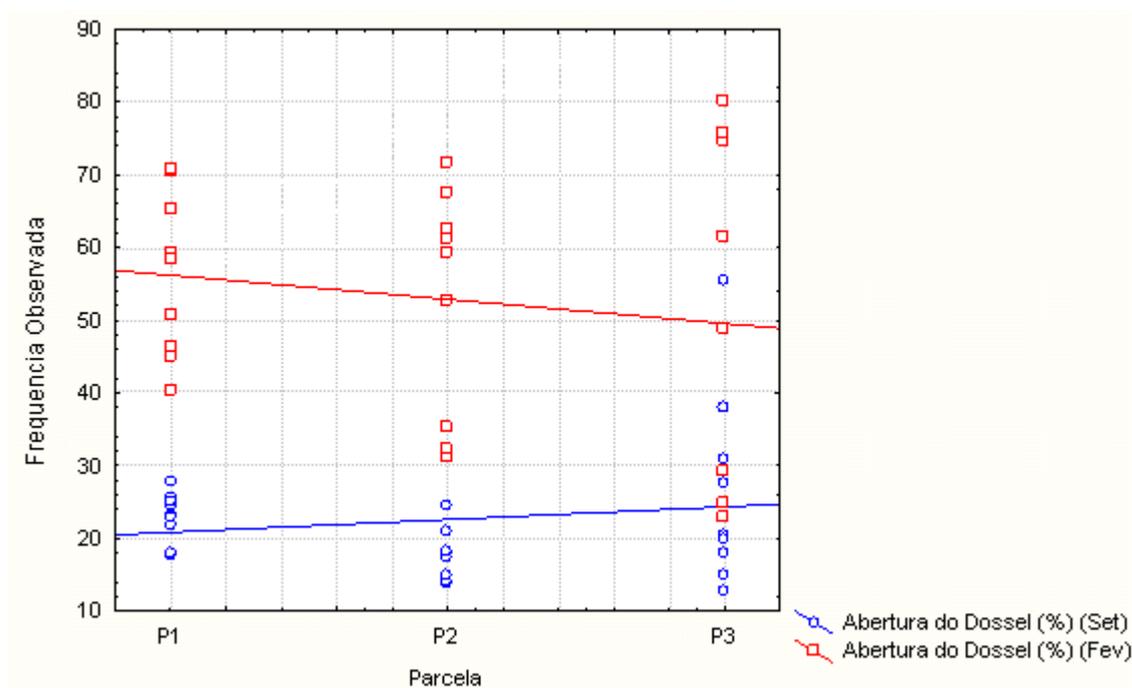


Figura 3.4.10. Comportamento da abertura do dossel em função da distribuição das parcelas durante os meses de fevereiro (seco) e setembro (chuvoso) em 2010 no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto – SE. **Estatística: Abertura do Dossel (%) (Set) = $-155,9367+1,7504*x$; Abertura do Dossel (%) (Fev) = $391,5096-3,32*x$.**

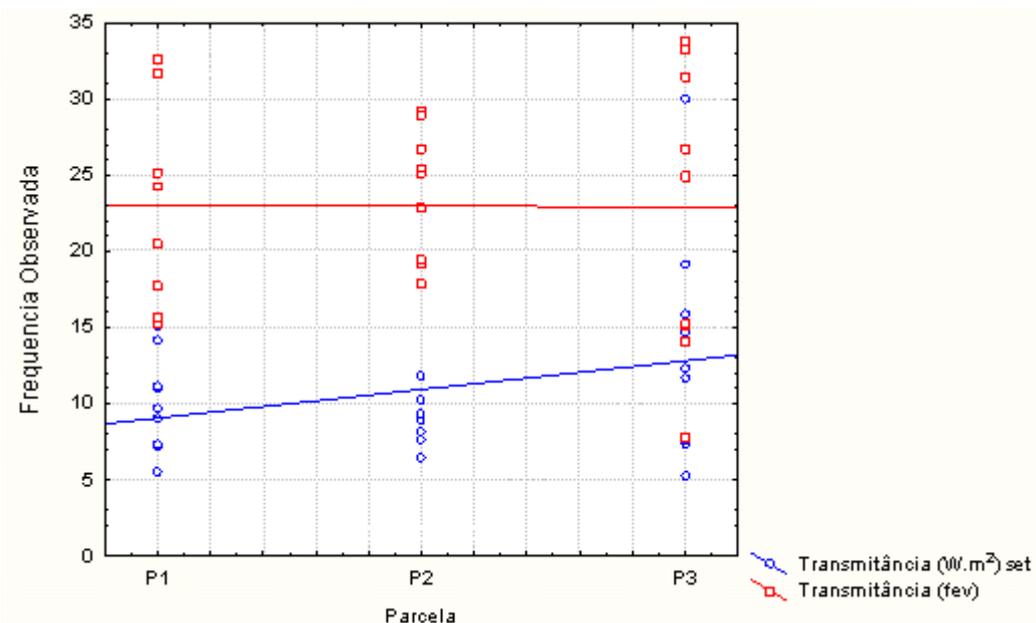


Figura 3.4.11. Variação da transmitância da Radiação Fotossintética Ativa $\mu\text{Mol}/\text{m}^2/\text{dia}$ durante os meses de fevereiro (seca) e setembro (chuvoso) em 2010 no “Canyon” da Toca da Onça. Serra dos Macacos em Tobias Barreto – SE. **Estatística: Transmitância ($\text{W}\cdot\text{m}^2$) (Set) = $180,3887+1,8756*x$; Transmitância ($\text{W}\cdot\text{m}^2$) (Fev) = $29,3396-0,0625*x$.**

Os resultados da análise da estrutura do dossel (Tabela 3.4.1; 3.4.2, 3.4.3 e 3.4.4) demonstram que não há diferença estatística significativa na cobertura do dossel nos meses de fevereiro lado direito com 61(%), quando em comparação com o lado esquerdo 59(%) para a abertura no dossel. Deste modo, constatamos a natureza semidecídua da vegetação ripária presente no “Canyon” da Toca da Onça, onde a variação da luminosidade proporciona grande diversidade de micro-habitats dentro de uma floresta, e a maior causa dessa variação está relacionada com a abertura de clareiras, a complexidade estrutural do dossel e a sua decidualidade (BIANCHINI *et al.*, 2001).

Tabela 3.4.1. Análise do dossel entre os meses de fevereiro (período seco) e setembro (período “chuvoso”) ao longo das parcelas distribuídas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

VARIÁVEIS	CD%	CD%M	t	Glib	Psig	N1	N2	DPN1	DPN2	VFA	VPA
F%LDxF%LE	61,33	59,99	0,20	16,00	0,85	9,00	9,00	15,26	13,27	1,32	0,70
F%LDxF%CE	61,33	35,50	3,92	16,00	0,00	9,00	9,00	15,26	12,60	1,47	0,60
S%LDxS%LE	23,11	28,66	-1,08	16,00	0,30	9,00	9,00	3,33	15,11	20,59	0,00
S%LDxS%CE	23,11	18,76	2,06	16,00	0,06	9,00	9,00	3,33	5,37	2,60	0,20
F%LE x S%LE	59,99	28,66	4,67	16,00	0,00	9,00	9,00	13,27	15,11	1,30	0,72
F%LEx F%CE	59,99	35,50	4,01	16,00	0,00	9,00	9,00	13,27	12,60	1,11	0,89
F%LEx S%CE	59,99	18,76	8,64	16,00	0,00	9,00	9,00	13,27	5,37	6,10	0,02
S%LExF%LD	28,66	61,33	-4,56	16,00	0,00	9,00	9,00	15,11	15,26	1,02	0,98

S%LExF%CE	28,66	35,50	-1,04	16,00	0,31	9,00	9,00	15,11	12,60	1,44	0,62
S%LExS%CE	28,66	18,76	1,85	16,00	0,08	9,00	9,00	15,11	5,37	7,91	0,01
F%CExF%LD	35,50	61,33	-3,92	16,00	0,00	9,00	9,00	12,60	15,26	1,47	0,60
F%CExS%LD	35,50	23,11	2,85	16,00	0,01	9,00	9,00	12,60	3,33	14,32	0,00
F%CExF%LE	35,50	59,99	-4,01	16,00	0,00	9,00	9,00	12,60	13,27	1,11	0,89
F%CExS%LE	35,50	28,66	1,04	16,00	0,31	9,00	9,00	12,60	15,11	1,44	0,62
F%CExS%CE	35,50	18,76	3,67	16,00	0,00	9,00	9,00	12,60	5,37	5,50	0,03
S%CExF%LD	18,76	61,33	-7,89	16,00	0,00	9,00	9,00	5,37	15,26	8,07	0,01
S%CExS%LD	18,76	23,11	-2,06	16,00	0,06	9,00	9,00	5,37	3,33	2,60	0,20
S%CExF%LE	18,76	59,99	-8,64	16,00	0,00	9,00	9,00	5,37	13,27	6,10	0,02
S%CExS%LE	18,76	28,66	-1,85	16,00	0,08	9,00	9,00	5,37	15,11	7,91	0,01
S%CE xF%CE	18,76	35,50	-3,67	16,00	0,00	9,00	9,00	5,37	12,60	5,50	0,03
F%LDxS%LE	61,33	59,99	0,20	16,00	0,85	9,00	9,00	15,26	13,27	1,32	0,70
S%LExS%LD	28,66	23,11	1,08	16,00	0,30	9,00	9,00	15,11	3,33	20,59	0,00

F (fevereiro) e S (setembro); LD (lado direito da parcela); LE (lado esquerdo da parcela); CE (centro da parcela); CD% (Cobertura do Dossel percentual); CD%M (Cobertura do Dossel percentual média); t (teste t de student p = 0,05); Glib (Grau de liberdade); Psig (P significancia); N1; N2; DPN1 (Desvio Padrão de P x N1); DPN2 (Desvio Padrão de P x N2); VFA (Valor de F para ANOVA); VPA (Valor de P para ANOVA).

Tabela 3.4.2. Análise do dossel no mês de fevereiro (período seco) ao longo das parcelas distribuídas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

VARIÁVEIS	CD%	CD%M	t	Glib	Psig	N1	N2	DPN1	DPN2	VFA	VPA
F%LDxF%CE	61,33	35,50	3,92	16,00	0,00	9,00	9,00	15,26	12,60	1,47	0,60
F%LDxF%LE	61,33	59,99	0,20	16,00	0,85	9,00	9,00	15,26	13,27	1,32	0,70
F%LExF%CE	59,99	35,50	4,01	16,00	0,00	9,00	9,00	13,27	12,60	1,11	0,89

F (fevereiro); LD (lado direito da parcela); LE (lado esquerdo da parcela); CE (centro da parcela); CD% (Cobertura do Dossel percentual); CD%M (Cobertura do Dossel percentual média); t (teste t de student p = 0,05); Glib (Grau de liberdade); Psig (P significativo); N1; N2; DPN1 (Desvio Padrão de P x N1); DPN2 (Desvio Padrão de P x N2); VFA (Valor de F para ANOVA); VPA (Valor de P para ANOVA).

Tabela 3.4.3. Análise do dossel no mês de setembro (período “chuvoso”) ao longo das parcelas distribuídas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

VARIÁVEIS	CD%	CD%M	t	Glib	Psig	N1	N2	DPN1	DPN2	VFA	VPA
S%LExS%LD	28,66	23,11	1,08	16,00	0,30	9,00	9,00	15,11	3,33	20,59	0,00
S%CExS%LE	18,76	28,66	-1,85	16,00	0,08	9,00	9,00	5,37	15,11	7,91	0,01
S%CExS%LD	18,76	23,11	-2,06	16,00	0,06	9,00	9,00	5,37	3,33	2,60	0,20

S (setembro); LD (lado direito da parcela); LE (lado esquerdo da parcela); CE (centro da parcela); CD% (Cobertura do Dossel percentual); CD%M (Cobertura do Dossel percentual média); t (teste t de student p = 0,05); Glib (Grau de liberdade); Psig (P significativo); N1; N2; DPN1 (Desvio Padrão de P x N1); DPN2 (Desvio Padrão de P x N2); VFA (Valor de F para ANOVA); VPA (Valor de P para ANOVA).

Tabela 3.4.4. Análise do dossel entre os meses de fevereiro (período seco) e setembro (período “chuvoso”) ao longo das parcelas distribuídas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

VARIÁVEIS	CD%	CD%M	t	Glib	Psig	N1	N2	DPN1	DPN2	VFA	VPA
F%LDxS%LD	61,33	23,11	7,34	16,00	0,00	9,00	9,00	15,26	3,33	21,01	0,00
F%LExS%LE	59,99	28,66	4,67	16,00	0,00	9,00	9,00	13,27	15,11	1,30	0,72
F%CExS%CE	35,50	18,76	3,67	16,00	0,00	9,00	9,00	12,60	5,37	5,50	0,03
S%LDxF%LE	61,33	28,66	-4,56	16,00	0,00	9,00	9,00	15,11	15,26	1,02	0,98

F (fevereiro) e **S** (setembro); **LD** (lado direito da parcela); **LE** (lado esquerdo da parcela); **CE** (centro da parcela); **CD%** (Cobertura do Dossel percentual); **CD%M** (Cobertura do Dossel percentual média); **t** (teste t de student $p = 0,05$); **Glib** (Grau de liberdade); **Psig** (P sigñifico); **N1; N2; DPN1** (Desvio Padrão de P x N1); **DPN2** (Desvio Padrão de P x N2); **VFA** (Valor de F para ANOVA); **VPA** (Valor de P para ANOVA).

No mês de setembro a cobertura arbórea medida apresentou-se fechada com 23% a 28% de abertura no dossel, respectivamente para o lado direito e esquerdo do “Canyon” da Toca da Onça. Essa característica demonstra a semideciduidade da vegetação presente no “Canyon”. Quando comparado aos valores obtidos no verão de fevereiro verificamos uma abertura no dossel de 61% e 60%, para os lados direito e esquerdo, respectivamente. Todavia, no mês de fevereiro a copa do canal central do riacho apresenta cobertura foliar, em 35,5% de abertura, enquanto no mês de setembro a abertura foliar manteve-se em torno de 19%. A análise da variância demonstrou que o canal central-ripário apresenta um efeito significativo quanto à cobertura foliar do dossel. No entanto, ao contrario do que se previa há uma abertura menor no dossel no mês de fevereiro, demonstrando que as pequenas lagoas que se formam ao longo do riacho Macacos, mesmo com pouca água (água bastante salina no período seco) influenciam na cobertura do dossel o que afetou significativamente o sub-bosque, já que o sub-bosque em florestas tropicais, em geral, apresenta uma abertura de dossel entre 0,2% a 6,5% (MONTTGOMERY & CHAZDON, 2002).

No sub-bosque e no dossel tanto do lado direito quanto do lado esquerdo há incremento foliar no bosque quando comparado com o do sub-bosque. Observamos um aumento de 3 a 5 vezes maior em sua área foliar, quando comparado os períodos seco (fevereiro) ao chuvoso (setembro). Já no centro (CE), onde há o canal do Riacho Macacos, há uma manutenção da cobertura da copa numa razão entre 1.7 a 2.2 (para o sub-bosque e bosque), aproximadamente duas vezes menor do que quando comparado aos lados direito e esquerdo (Tabela 3.4.5, 3.4.6, 3.4.7 e 3.4.8).

Tabelas 3.4.5. Análise do Índice de Área Foliar (LAI) entre os meses de fevereiro (período seco) ao longo das parcelas distribuídas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

PARCELAS Valores do LAI (M.Mol.m ² .dia)	Sub Bosque Fevereiro		Bosque Fevereiro	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
(LAI) LD (R4)	0,580	0,416	0,500	0,382
(LAI) LE (R4)	0,425	0,417	0,345	0,520
(LAI) CE (R4)	1,205	0,305	0,970	0,470
(LAI) LD (R5)	0,470	0,328	0,455	0,297
(LAI) LE (R5)	0,390	0,341	0,330	0,476
(LAI) CE (R5)	1,135	0,319	1,020	0,397

LAI (Índice de Área Foliar).

Tabelas 3.4.6. Análise do Índice de Área Foliar (LAI) entre os meses de setembro (período “chuvoso”) ao longo das parcelas distribuídas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

PARCELAS Valores do LAI (M.Mol.m ² .dia)	Sub-Bosque Setembro		Bosque Setembro	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
(LAI) LD (R4)	1,810	0,269	1,740	0,248
(LAI) LE (R4)	1,745	0,718	1,735	0,618
(LAI) CE (R4)	2,085	0,354	2,160	0,325
(LAI) LD (R5)	1,645	0,212	1,700	0,171
(LAI) LE (R5)	1,525	0,607	1,678	0,588
(LAI) CE (R5)	1,965	0,409	1,870	0,076

LAI (Índice de Área Foliar).

Tabela 3.4.7. Análise do Índice de Área Foliar (LAI) entre os meses de setembro (período “chuvoso”) ao longo das parcelas distribuídas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

PARCELAS Valores do LAI (M.Mol.m ² .dia)	Δ Dossel sub- bosque		CVsb	CVd	CVd	CVsb
	Δ Dossel		FEV	FEV	SET	SET
(LAI) LD (R4)	3,12	3,48	71,70	76,40	14,27	14,85
(LAI) LE (R4)	4,11	5,03	98,20	150,85	35,64	41,15
(LAI) CE (R4)	1,73	2,23	25,32	48,48	15,04	16,99
(LAI) LD (R5)	3,50	3,74	69,88	65,22	10,08	12,90
(LAI) LE (R5)	3,91	5,08	87,38	144,32	35,04	39,78
(LAI) CE (R5)	1,73	1,83	28,07	38,94	4,05	20,82

CVsbFEV (coeficiente de variação do sub-bosque em fevereiro); CVbFEV (coeficiente de variação do bosque em fevereiro); CVsbSET (coeficiente de variação do sub-bosque em setembro) e CVbSET (coeficiente de variação do bosque em setembro).

Tabela 3.4.8. Relatório das análises realizadas nos 27 pontos amostrais para 108 fotos hemisféricas, distribuídos nas 3 parcelas no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

Parcela	Altitude	Lado	LAI 4	LAI 5	Abertura	Transmitância	Parcela	Altitude	Lado	LAI 4
Dossel (%)										
P1	386	LD	1.875	1.620	24.4	7.2	0.597	0.527	59.2	20.5
P1	362	CE	1.665	1.405	25.7	9.0	0.890	0.778	46.4	17.7
P1	388	LE	1.505	1.645	23.1	11.0	0.507	0.492	58.6	24.2
P1	389	LD	1.585	1.390	27.8	9.8	0.770	0.595	50.9	20.5
P1	365	CE	1.690	1.460	24.9	14.1	0.490	0.400	65.2	25.1
P1	390	LE	2.210	2.155	17.6	11.2	0.177	0.235	70.5	32.6
P1	387	LD	1.995	1.735	22.9	7.4	1.425	1.183	40.4	15.2
P1	370	CE	2.255	1.870	18.0	5.5	0.960	0.878	45.0	15.6
P1	395	LE	1.740	1.555	21.9	15.0	0.258	0.253	70.8	31.8
P2	444	LD	1.880	1.660	24.5	8.1	0.498	0.440	61.1	26.8
P2	419	CE	2.540	2.230	13.8	7.6	1.013	1.107	31.2	17.8
P2	451	LE	2.105	1.880	17.9	9.2	0.527	0.410	62.5	25.1
P2	446	LD	1.945	1.515	24.5	9.3	0.518	0.420	67.7	29.2
P2	426	CE	2.250	2.220	14.0	8.9	0.957	0.930	35.1	19.2
P2	454	LE	2.190	1.880	17.4	10.2	0.300	0.248	71.6	28.9
P2	447	LD	2.350	1.925	18.1	11.8	0.750	0.615	52.7	25.4
P2	426	CE	2.080	1.925	14.9	6.4	1.278	1.087	32.3	19.4
P2	456	LE	1.890	1.640	21.1	9.3	0.513	0.445	59.3	22.8
P3	495	LD	1.280	1.320	27.6	19.1	0.370	0.373	61.6	24.9
P3	488	CE	2.170	1.930	20.4	7.4	1.575	1.300	29.1	7.8
P3	500	LE	0.935	1.150	30.7	14.6	0.703	0.650	48.9	26.7
P3	498	LD	1.660	1.805	17.9	11.7	0.165	0.173	80.3	33.3
P3	494	CE	2.205	2.085	15.1	7.6	1.672	1.547	22.7	14.0
P3	505	LE	0.315	0.455	55.6	30.1	0.133	0.208	74.6	31.5
P3	500	LD	1.920	1.805	19.9	12.3	0.100	0.135	75.9	33.8
P3	498	CE	2.470	2.335	12.7	5.3	1.185	1.250	29.3	15.1
P3	510	LE	1.150	0.960	38.0	15.8	1.645	1.495	24.8	15.2

Segundo Bray e Gorham (1964) sob condições climáticas adequadas, quanto maior a disponibilidade de nutrientes de um ecossistema, mais elevada é a absorção de nutrientes e maior é a produção primária líquida de biomassa, que está positivamente correlacionada

com a deposição de resíduos vegetais sobre o terreno. Deste modo, a devolução destes resíduos ao solo (abertura e fechamento do dossel) é fundamental para a manutenção das comunidades florestais, uma vez que a produção e a decomposição de serrapilheira são processos fundamentais à manutenção da ciclagem de nutrientes (LEITÃO-FILHO, 1993). O “*Canyon*” da Toca da Onça apresenta uma comunidade arbórea-arbustiva semidecídua distribuída espacialmente de modo não aleatório e dependente da presença do riacho Macacos. Em áreas adjacentes a riachos, em que há forte influência da umidade, o efeito da fertilidade do solo pode ser encoberto pelo efeito da umidade, onde a incidência luminosa no interior da floresta também pode ser um fator limitante para as plantas do sub-bosque (ZUQUIM, 2006; ZUQUIM *et al.*, 2007). Sendo assim, faz-se necessário a conservação das condições micro-climáticas existentes com o objetivo de garantir a manutenção do habitat instalado, que é dependente de todo um conjunto de fatores (inclinação do terreno; tipo de solo; umidade; sazonalidade climática; presença de água; cobertura do dossel; luminosidade; interações ecológicas etc.) ecológicos.

4. CONCLUSÃO

Existem dois padrões de cobertura: um em fevereiro (estação seca) outro em setembro (estação pós-chuva). Esse padrão de cobertura do dossel influencia a distribuição das plantas no “*Canyon*” da Toca da Onça, com a presença de espécies da Caatinga (maioria das espécies) e de Mata Atlântica (no sub-bosque com as bromélias).

A vegetação é semidecídua com predomínio de leguminosas, o que não difere de outros padrões de distribuição observados na Caatinga. Porém, o comportamento de abertura e fechamento do decíduo revelou características de vegetação ripária. Há uma tendência de agregação, em função da altura da Copa e CAP, das árvores em função da distância para o riacho Macacos.

A composição florística quanto à riqueza de espécies arbóreas-arbustivas do “*Canyon*” não difere do padrão de distribuição regional. No entanto, há a ocorrência de espécies endêmicas e raras, como *Brasiliopuntia brasiliensis* Berger (comunicação pessoal da professora Dr. Ana Paula Prata) e o macaco guigó *Callicebus barbarabrownae* Hershkovitz.

As populações presentes no “*Canyon*” e dependentes da distância do riacho Macacos têm “J” invertido, o que demonstra padrão de estabilidade em seus processos de regeneração.

As bromélias têm distribuição aleatória ao longo do riacho Macacos, porém, agregam-se mais no lado direito do riacho, onde a inclinação do terreno é maior.

A metodologia do GLA foi fundamental no teste das hipóteses para demonstrar a semi-decidualidade da vegetação ocorrente no “*Canyon*”.

As árvores de maior IVI também apresentaram valor de importância ecológica, entretanto possuem comportamento funcional diferente. O Calumbi (*Peptadenia stipulacea*) e o Angico (*Anadenanthera columbrina*) de ampla distribuição biogeográfica ocorrem preferencialmente nas bordas do “*Canyon*”. O dicurizeiro (*Syagrus coronata*) independe das condições de cobertura, densidade (CAP) e distância do riacho, enquanto a Peroba (*Pseudobombax marginatum*) demonstrou certa dependência da distância do riacho Macacos. As bromélias (*Aechmea multiflora*) apresentam distribuição dependente da inclinação do terreno no “*Canyon*” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

A abertura e fechamento do dossel nos meses de fevereiro e setembro apresentaram diferença quanto à variância e amplitude, sendo fevereiro o período com maior variância no comportamento da abertura do dossel. Provavelmente algumas espécies que compõem o sub-bosque e estão próximas ao riacho não perderam suas folhas no período seco. Este comportamento foi igualmente verificado nas três parcelas amostradas.

Os desmatamentos verificados na nascente do riacho Macacos apresentaram impacto nos valores de abertura do dossel e transmitância, porém, não geraram impacto na fitossociologia. Todavia, a ocorrência no “*Canyon*” de espécies endêmicas e marcado comportamento decíduo, indica que a área é propícia para estudos ecofisiológicos, dinâmica da vegetação e funcionalidade das espécies nos períodos de seca e chuva (sazonalidade climática).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANDRADE-LIMA, D. **Present-day forest refuges in Northeastern Brazil**. In: G.T. Prance (ed.). Biological diversification in the tropics. Columbia University Press, New York. p. 245-251. 1982.

AGUIAR NETTO, A. de O.; MACHADO, R. BARRETO, M. C. de V. **Diagnóstico do processo de Salino-Solidificação no perímetro irrigado Jabiberi-SE**. 2006.

ALMEIDA, M. L.. **Desrama artificial em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferenças em arquitetura de copa**. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2003.

APG (Angiosperm Phylogeny Group) **An update of the angiosperm phulogey group classification for the orders and families of flowering plants: APG III**. Disponível em: <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/welcome.html>. Acesso em: 08 jul. 2010.

ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. **Composição florística e fitossociológica de três áreas de Caatinga de Pernambuco**. Revista Brasileira de Biologia 55(4): p.595-607, 1995.

ARAÚJO JÚNIOR, Manoel Vieira. **Efeitos da fragmentação florestal nas taxas de herbivoria da formiga cortadeira *Atta cephalotes***. Dissertação (mestrado) – UFPE. Recife, PE. 2004.

AVALOS, G.; MULKEY, S. S. **Photosynthetic acclimation of the liana *Stigmaphyllon lindenianum* to light changes in a tropical dry forest canopy**. Oecologia, v. 120, p. 475-484.1999.

BERTANI, D. F.; RODRIGUES, R. R.; BATISTA, J. L. F.; SHEPHERD, G. J.. **Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha.** Revista Brasileira de Botânica, 24(1); p. 11-23. 2001.

BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SANTOS, F. A. M. **Spatial and temporal variation in a Tropical semi-deciduous Forest.** Brazilian Archives of Biology and Technology. Curitiba, **44** (3): 269-276. 2001.

BRAY, J. R.; GORHAM, E. **Litter production in the forest of the world.** Advances in Ecological Research. London, v. 2. p. 101-157. 1964. In: SILVA, V. T.; MEDRI, P. S.; FERRACIN, T. P.; BIANCHINI, E.; TOREZAN, J. M. D.; PIMENTA, J. A.; 2010. **Comparação entre parâmetros abióticos e a estrutura florestal de um fragmento de floresta e um reflorestamento abandonado de eucalipto (*Eucalyptus saligna* Smith) no parque ecológico da Klabin, Telêmaco Borba/PR.** Semina: Ciências Biológicas da Saúde, Londrina, v. 31, n. 1, p. 37-51 jan./jun. 2010.

CAMACHO, R.G.V. **Estudo fitofisiográfico da Caatinga do Seridó-Estação ecológica do Seridó - RN.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. 130 f. 2001.

CARVALHO, D. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. DE A. **Flora Arbustivo-Arbórea de Mata Ripária do médio Rio Grande (Conquista, Estado de Minas Gerais).** CERNE, V. 2, N. 2, p. 048-268. 1996.

CHAVES, R. A.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; PEZZOPANE, J. E. M.; XAVIER, A.; MONTE, M. A.. **Dinâmica de cobertura de dossel de povoamentos de clones de *Eucalyptus grandis* Ex-Maiden submetidos a desrama artificial e desbaste.** Revista Árvore, v. 31, p. 989-998. 2007.

ELLUM, D.S., ASHTON, M.S., SICCAM, T.G. **Spatial pattern in herb diversity and abundance of second growth mixed deciduous-evergreen forest of southern New England, USA.** Forest Ecology and Management 259: 1416–1426. 2010.

FELFILI, J. M. **Diameter and height distributions in a gallery Forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991)**. Revista Brasileira de Botânica 20: p. 155-162. 1997.

FELFILI, Jeanine Maria. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. p. 7-23. 2007.

FELFILI, Jeanine Maria. CARVALHO, Fabrício Alvim. HAIDAR, Ricardo Flores. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. p. 5-14. 2005.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia. Comunicações Técnicas Florestais**. v. 5, n^o. 1. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. 2003.

FELFILI, Jeanine Maria. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. p. 7-23. 2007.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Aurélio século XXI. O dicionário da língua portuguesa**. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro. 2001.

GANDOLFI, S. **História natural de uma Floresta Semidecidual no Município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. Tese (Doutorado) do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 520p. 2000.

GARCIA, L. C.; Resende, M. Q. N.; Pimenta, M.A.; Machado, R. M.; LEMOS FILHO, J. P. **Heterogeneidade do dossel e quantidade de luz no recrutamento do sub-bosque de uma mata ciliar no Alto São Francisco, Minas Gerais: análise através de fotos hemisféricas**. Revista Brasileira de Biociências, v. 5, p. 99-101. 2007.

GIEHL, Eduardo Luís Hettwer. **Padrões estruturais e funcionais do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, Parque Estadual do Turvo, rio Uruguai, sul do Brasil.** Dissertação (mestrado) – UFRGS. Porto Alegre, RS. 2007.

GÓMEZ, J. M.; VALLADARES, F. & PUERTA-PIÑERO, C. **Differences between structural and functional environmental heterogeneity caused by seed dispersal.** Functional Ecology. 18: 787-792. 2004.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. **Neotropical secondary Forest succession: changes in structural and functional characteristics.** Forest Ecology and Management, Amsterdam. v. 148, n. 1/3. p. 185-206. 2001.

JACOMINE, Paulo Klinger. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe.** Recife, EMBRAPA, Centro Pesquisas Pedológicas. Boletim Técnico, 36. Brasil. SUDENE, DRN. Divisão de Recursos Renováveis, 6. 23 p. 1975.

KREBS, Ch. J.. **Ecological methodology.** 2ª ed. Benjamin/Cummings. 620 p. 1999.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; CARDOSO, J.M.S. **Ecologia e conservação da Caatinga.** 2ª. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 337-365 p. 2005.

LEITÃO-FILHO, H. F. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP).** São Paulo: EDUNESP/EDUNICAMP. 184p. 1993.

LIMA, R. A. F. **Estrutura e regeneração de clareiras em Florestas Pluviais Tropicais.** Revista Brasileira de Botânica 28, 4: 651-670. 2005.

LIMA, A. P. L. **Aplicação de desrama em clone grandis em diferentes épocas e intensidade: efeitos sobre o crescimento e dinâmica da copa.** 195f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2003.

MARTINS, F. F. **Estrutura de uma floresta mesófila.** Ed. da UNICAMP. 246p. 1991.

MÉLO, Máida Ariane de. **Relações entre estrutura do componente arbóreo e variáveis ambientais em uma floresta estacional no Norte do Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação (mestrado) – URI. Erechim, RS. 2010.

MOLOFSKY, J.; AUGSPURGER, C. K. **The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest.** Ecology, Washington. v. 73, n. 11. p. 68-77. 1992.

MONTEIRO, André Luiz Silva.; SOUZA-JR, Carlos Moreira. **Fotografias hemisféricas para validar o monitoramento da qualidade do manejo florestal na Amazônia Legal.** In.: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril. INPE. p. 6013-6020. 2009.

MONTGOMERY, R. A.; CHAZDON, R. L. **Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps.** Oecologia, Berlin. v. 131. n. 22. p. 165-174. 2002.

MORENO, C.E. **Métodos para medir la biodiversidad.** M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza. 84 p. 2001.

MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. **Aims and Methods of Vegetation Ecology.** Wiley, New York. 547 p. 1974.

NASCIMENTO, André Rosalvo Terra; FAGG, Jeanine Maria Felfili and FAGG, Christopher William. **Canopy openness and lai estimates in two seasonally deciduous forests on limestone outcrops in central Brazil using hemispherical photographs.** Rev. Árvore [online]. vol.31, n.1, pp. 167-176. 2007.

NAIMAN, R. J.; FETHERSTON, K. L.; MCKAY, S. J.; CHEN, J. **Riparian forests. P. 289-323.** 1998. In: NAIMAN, R. J. & BILBY, R. E. (eds). **River ecology and management: lessons from the Pacific Coastal Ecoregion.** New York, Springer-Verlag.

NEARY, D. G.; ICE, G. G.; JACKSON, C. R. **Linkages between forest soils and water quality and quantity.** Forest Ecology and Management 258: 2269-2281. 2009.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE, Rio de Janeiro, RJ. 421p. 1979.

NUNES, Yule Roberta Ferreira. **Estrutura e Dinâmica de uma população de *Cariniana estrellensis* (LECYTHIDACEAE) na área de proteção especial do Barreiro, Belo Horizonte, Minas Gerais**. Dissertação (mestrado) – UFMG, Belo Horizonte, MG. 1999.

OLIVEIRA, A.N. & AMARAL, I.L. **Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um subbosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil**. Acta Amazonica 35, 1: 1-16. 2005.

PAIVA, Y. G.; RIBEIRO, A.; ALMEIDA, A. Q.; GLERIANE, J. M.; PEZZOPANE, J. E. M. **Estimativa do Índice de Área Foliar (IAF) através de Fotografias Hemisféricas e Índices de Vegetação em plantios clonais de Eucalipto**. In.: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2873-2880. 2009.

PAULA, S. A.; LEMOS FILHO, J. P. **Dinâmica do dossel em mata semidecídua no perímetro urbano de Belo Horizonte, MG**. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 24, p. 543-549. 2001.

PRADO, D. **As caatingas da América do Sul**. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. p. 3-73. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. 2003.

PEREIRA, I. M. **Levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo e análise da estrutura fitossociológica de ecossistemas de Caatinga sob diferentes níveis de antropismo**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. Areia – PB, 120p. 2000.

PERNAMBUCO. COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Rede de manejo florestal da Caatinga: protocolo de medições de parcelas permanentes**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 26p. 2005.

PINTO, Sheila Isabel do Carmo. **Florística, Estrutura e Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal Mata do Paraíso, Viçosa-MG.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa (MG). 2005.

PULROLNIK, K. **Crescimento, dinâmica de copa e qualidade da madeira de clone de *Eucalyptus grandis* (Hil ex Maiden) submetido a desrama artificial.** 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2002.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In: SANO, S.M. & ALMEIDA, SP. (Eds.). *Cerrado: ambiente e flora.* Planaltina, EMBRAPA/Cerrados. P. 89-166. 1998.

RIZZINI, C.T., COIMBRA-FILHO, A.F. & HOUAISS A.. **Ecosistemas brasileiros/ Brazilian ecosystems.** Enge-Rio Engenharia e Consultoria, S.A., Rio de Janeiro, Brasil. 1988.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre Métodos de Estudos Florístico e Fitossociológico – Ecosistema Caatinga.** [s.l]: SBB, p. 8-14, dezembro 1992.

RODRIGUES, R. R. **Florestas Ciliares? Uma discussão nomenclatural das formações ciliares.** p. 91-99. 2001. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO-FILHO, H. F. (eds). *Matas ciliares: conservação e recuperação.* São Paulo, USP.

SANCHES, L.; ANDRADE, N.L.R.; NOGUEIRA, J. S.; BIUDES, M.S.; VOURLITIS, G.L. **Índice de área foliar em floresta de transição Amazônia Cerrado em diferentes métodos de estimativa.** Rev. Ciência e Natureza, UFSM, 30(1): p.57-69. 2008.

SANTANA, J.A.S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte.** UFPB/CCA-Areia, Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. 184p. 2005.

SILVA, José Maria Cardoso da. TABARELI, Marcelo. FONSECA, Mônica Tavares da. LINS, Livia Vanucci. **Biodiversidade da CAATINGA: áreas e ações prioritárias para a conservação.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco. 9; 25; 50 p. 2003.

SILVA JR., M. C. **Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF.** Cerne. Lavras 11(2): p. 147-158. 2005.

SILVA, V. T.;MEDRI, P. S.; FERRACIN, T. P.; BIANCHINI, E.; TOREZAN, J. M. D.; PIMENTA, J. A.; 2010. **Comparação entre parâmetros abióticos e a estrutura florestal de um fragmento de floresta e um reflorestamento abandonado de eucalipto (Eucalyptus saligna Smith) no parque ecológico da Klabin, Telêmaco Borba/PR.** Semina: Ciências Biológicas da Saúde , Londrina, v. 31, n. 1, p. 37-51 jan./jun. 2010.

SOUZA, Maria Conceição ; KITA, Kazue Kawakita ; TRUITI, Maria Conceição Torrado. ; TOMAZINI, Vanessa ; PEREIRA, Giovana Faneco ; FONTANA, Alan Charles ; PAGOTTO, Mariana Alves. ; ZAMPAR, Rafael ; COLOGNESE, Abílio Luiz . **Vegetação Ripária.** In: UEM - NUPÉLIA/PELD. A planície de inundação do alto rio Paraná: site 6. Relatório Técnico. 2004.

SPURR, S. H. **Forest Ecology.** New York: Ronald Press Company. 352p. 1964. In: SILVA, V. T.;MEDRI, P. S.; FERRACIN, T. P.; BIANCHINI, E.; TOREZAN, J. M. D.; PIMENTA, J. A.; 2010. **Comparação entre parâmetros abióticos e a estrutura florestal de um fragmento de floresta e um reflorestamento abandonado de eucalipto (Eucalyptus saligna Smith) no parque ecológico da Klabin, Telêmaco Borba/PR.** Semina: Ciências Biológicas da Saúde , Londrina, v. 31, n. 1, p. 37-51 jan./jun. 2010.

SUGANUMA, Márcio Seiji et al. **Comparando metodologias para avaliar a cobertura do dossel e a luminosidade no sub-bosque de um reflorestamento e uma floresta madura.** *Rev. Árvore* [online]. vol.32, n.2, p. 377-385. 2008.

SUZUKI, W., OSUMI, K., MASAKI, T., TAKAHASHI, K., DAIMARU, H. & HOSHIZAKI, K. **Disturbance regimes and community structures of a riparian and an**

adjacent terrace stand in the Kanumazawa Riparian Research Forest, northern Japan. *Forest Ecology and Management* 157: 285-301. 2002.

TANAKA, Akira.; VIEIRA, Gil. **Autoecologia das espécies florestais em regime de plantio de enriquecimento em linha na floresta primária da Amazônia Central.** *Acta Amaz.* vol. 36, n.2, p. 193-204. 2006.

TONELI, C. A. Z.; VIEIRA, S. R.; FERRAZ-FILHO, A. C.; BRITO, A.; ARAUJO, E. J. G.; MARTINS, G. S.; HIGASHIKAWA, E. M.. **Análise da relação entre a estrutura do dossel a partir de fotografias hemisféricas e dados dendrométricos de inventário florestal, conduzido em um povoamento de *Eucalyptus grandis*.** In.: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, Brasil, 21-26 abril. INPE, p. 1891-1898. 2007.

WIRTH, R.; WEBER, B. & HERZ, H. M. **Spatial and temporal variability of canopy structure in a tropical moist forest.** *Acta Oecologica*, 22: 235-244. 2001.

ZUQUIM, Gabriela. **Diversidade Beta da Comunidade de Pteridófitas de Florestas de Terra-Firme da Amazônia Central.** Dissertação (mestrado) – INPA/UFAM, Manaus. 2006.

ZUQUIM, G.; COSTA, F. R. C.; PRADO, J. **Fatores que determinam a distribuição de espécies de pteridófitas da Amazônia Central.** *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 360-362. 2007.

Capítulo 3

ESTUDO DENDROECOLÓGICO DE *Pseudobombax marginatum* EM VEGETAÇÃO SEMIDECÍDUA DA CAATINGA SERGIPANA.

1. INTRODUÇÃO

A maior parte do Nordeste brasileiro apresenta seu território ocupado por uma vegetação xerófila, de fisionomia e florística bem diversificada, a Caatinga. Fitogeograficamente, esse bioma ocupa cerca de 734.478 km² (11% do território nacional e 70% da região Nordeste), abrangendo os Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Minas Gerais. A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro. Isso significa que grande parte do patrimônio biológico dessa região não é encontrada em nenhum outro lugar além do Nordeste do Brasil. Essa posição única entre os biomas brasileiros não foi suficiente para garantir à Caatinga o destaque que merece. Ao contrário, a Caatinga tem sido sempre colocada em segundo plano quando se discutem políticas para o estudo e a conservação da biodiversidade do país (SILVA, 2003).

Os domínios geomorfológicos da Caatinga correspondem aos terrenos de porção cristalina e da bacia sedimentar. Essas unidades são caracterizadas por apresentarem solos rasos, argilosos e rochosos (cristalino) e solos profundos e arenosos (sedimentar). Tais variações, somadas ao clima e ao relevo, fazem com que a Caatinga englobe um número elevado de informações e tipos vegetacionais (LEAL, 2005).

Quanto aos recursos hídricos, aproximadamente 50% das terras recobertas com a Caatinga são de origem sedimentar, ricas em águas subterrâneas. Os rios, em sua maioria, são intermitentes e o volume de água, em geral, é limitado, sendo insuficiente para a irrigação. A altitude da região varia de 0 a 600 m. A temperatura média varia de 24°C a 28°C, e a precipitação média de 250 a 1000 mm e déficit hídrico elevado durante todo o ano (NIMER, 1979; SILVA *et al.*, 2003).

A palavra “Caatinga” de origem Tupi significa “mata branca”, referindo-se ao aspecto da vegetação durante a estação seca, quando a maioria das árvores perde as folhas e os troncos esbranquiçados e brilhantes dominam a paisagem. Observamos bem essas características em espécies dos gêneros *Tabebuia* (Bignoniaceae), *Cavallinesia*

(Bombacaceae), *Schinopsis* e *Myracrodruon* (Anacardiaceae) e *Aspidosperma* (Apocynaceae) (PRADO, 2003).

Encontramos na Caatinga uma vegetação constituída, principalmente, por espécies lenhosas e herbáceas de pequeno porte, geralmente dotadas de espinhos, caducifólias, perdendo suas folhas no início da estação seca, e de cactáceas e bromeliáceas. As famílias mais frequentes são Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae, sendo os gêneros *Senna*, *Mimosa* e *Pithecellobium* os com maiores números de espécies. A catingueira (*Poinceanella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz), as juremas branca e preta (*Mimosa* spp.) e os marmeleiros (*Croton* spp.) são as plantas mais abundantes na maioria dos trabalhos de levantamento realizados em área de Caatinga (DRUMOND *et al.*, 2000).

Estudos multidisciplinares da vegetação da Caatinga tratam a fitossociologia como paradigmas principais para determinação pontual da estrutura e composição. Considerando que os dados Fitossociológicos: densidade, frequência e dominância das espécies são determinadas pelas variações topográficas, tipo de solo e pluviosidade. Temos como uma das mais importantes características observadas em árvores da Caatinga, o fato de que suas folhas e flores são produzidas em um curto período de chuvas enquanto o ecossistema permanece relativamente dormente durante a maior parte do ano. A vegetação herbácea também cresce somente durante as chuvas curtas e esparsas (RIZZINI *et al.*, 1988). Como comporta-se o crescimento das plantas em uma comunidade em função das condições climáticas ao longo do tempo é uma das questões da dendrocronologia que corresponde ao estudo da sequência cronológica de formação de anéis de crescimento em espécies lenhosas (STOKES & SMILEY, 1996). Para Col & Bueno (2009) a dendrocronologia é um ramo bem estabelecido da ciência que, além de realizar a datação, ou seja, a determinação da idade das plantas, também avalia as condições do clima em tempos remotos. Isso é possível através da observação criteriosa da disposição, cor, tamanho e número de anéis formados a cada ano na seção transversal do tronco. Para Tomazello *et al.*, (2009) a dendrocronologia é conceituada como a ciência que permite a detecção e análise dos anéis de crescimento de madeira de árvores e pedaços de madeira, incluindo a aplicação da informação em sua estrutura, para estudos ambientais e históricos.

As árvores apresentam uma reação às variáveis ambientais (temperatura, precipitação etc) que afetam seus inúmeros processos fisiológicos (respiração, fluxo de seiva, transpiração etc) refletindo na atividade cambial e na formação dos anéis de crescimento. Portanto, as variáveis ambientais que afetam as árvores são registradas nos seus anéis de

crescimento, que expressam os eventos ocorridos no passado e no ano corrente (TOMAZELLO FILHO *et al.*, 2001).

A descoberta de ciclos sazonais de crescimento em espécies tropicais e subtropicais fazem da dendrocronologia uma ferramenta promissora para o estudo da estrutura e, principalmente, da dinâmica dessas florestas (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Para Brandes (2007) a dendrocronologia tem-se mostrado muito eficiente em estudos com espécies arbustivas e herbáceas, bem como em espécies arbóreas na floresta tropical. Para Oliveira (2007) é a forte sazonalidade climática que define uma estação de crescimento e outra de dormência a cada ano nas espécies.

Espécies lenhosas de crescimento secundário apresentam ciclos anuais de crescimento e dormência, registrados no lenho por conspícuas estruturas anatômicas – os anéis de crescimento. Nessas árvores pode-se determinar a idade e taxas de crescimento, com resolução calendário anual, através da análise temporal dos anéis de crescimento (dendrocronologia), bem como estudar a variação dessas estruturas segundo as condições ambientais (dendroecologia). Pesquisas recentes têm descrito anéis de crescimento anuais num grande número de espécies tropicais e subtropicais. A exemplo do que ocorre em zonas temperadas e áridas, o desenvolvimento da dendroecologia pode contribuir substancialmente ao conhecimento da dinâmica do clima e da vegetação em ecossistemas tropicais e subtropicais (OLIVEIRA, 2007).

Para Schuler da Silva (2009) a dendrocronologia permite a reconstrução histórica de ecossistemas com base em dados de escala temporal, e busca encontrar padrões de crescimento a fim de entender como o ambiente influencia no desenvolvimento das plantas e na dinâmica dos ecossistemas. As árvores podem armazenar importantes registros de variações climáticas remotas ou de catástrofes ecológicas, que incluem emissões vulcânicas e terremotos. Para estudos em dendrocronologia basicamente é necessário que a espécie em questão desenvolva anéis de crescimento visíveis com formação periódica conhecida (SCHULER DA SILVA, 2009). Segundo Oliveira (2007) os anéis de crescimento são estruturas celulares formadas em decorrência da atividade cambial sazonal das plantas e encontram-se dispostos circularmente ao redor da medula. Os anéis são caracterizados pela diferenciação do xilema em lenhos iniciais, que são as células que primeiramente se desenvolvem; e lenhos tardios, que se formam posteriormente ao lenho inicial (SCHULER DA SILVA, 2009). Segundo Santarosa *et al.* (2007) as primeiras traqueídes (lenho inicial) são alongadas e apresentam parede celular delgada, conferindo

coloração clara à madeira, já no lenho tardio as traqueídes são menores e de parede celular mais espessa, conferindo coloração escura, para espécies de gimnospermas.

Com o crescimento, as árvores se tornam mais altas e maiores e, anualmente, formam novas células no xilema, que são dispostas na forma de anéis concêntricos relacionados com o tronco. Em geral, cada anel corresponde à quantidade de madeira produzida em um ano. A quantidade anual de madeira produzida é proporcional às variações de temperatura, das chuvas, de exposição ao sol, entre outros parâmetros (COL & BUENO, 2009).

Na maioria dos vegetais que apresentam crescimento secundário, o câmbio vascular produz xilema secundário internamente e floema secundário externamente (MAUSETH, 1988). Até pouco tempo as regiões tropicais não eram estudadas pela dendrocronologia porque se acreditava que os anéis de crescimento não eram distintos ou quando distintos não eram anuais (JACOBY, 1989). Atualmente, isto está bastante modificado e o conceito é de que muitas das espécies tropicais podem apresentar anéis de crescimento, não estando relacionados apenas aos fatores climáticos como precipitação, mas também a diversos outros fatores, genéticos e endógenos, ambientais sazonais, como observamos em trabalhos realizados na Amazônia (WORBES, 1988, 1989).

Para Schuler da Silva (2009) a distinção de duas bandas, uma mais clara e outra mais escura, pronunciam-se na madeira e essa diferença de coloração permite a diferenciação e contagem dos anéis de crescimento. Deste modo, um anel pode ser definido pela combinação de um lenho inicial e um lenho tardio.

O crescimento vegetal é condicionado por uma série de fatores e as camadas de crescimento de espécies lenhosas podem conter o registro de diversos destes fatores (BRANDES *et al.*, 2011). A análise das camadas de crescimento tem-se mostrado um dos melhores métodos para estimar a idade e o crescimento de espécies arbóreas (WORBES & JUNK, 1999). Através da largura das camadas de crescimento é possível extrair informações sobre o crescimento, idade e relações com as condições ambientais (WORBES, 2002).

Estudos dendrocronológicos ainda são bastante reduzidos no Brasil. Para Tomazello *et al.*, (2009) para o Brasil, as publicações de Alwim (1964) e Alwim & Alwim (1978), sobre a periodicidade do crescimento das árvores e o clima tropical foram os primeiros registros. Depois, seguiram estudos de árvores em áreas alagadas na Amazônia Central (300.000 km²) por Worbes *et al.*, (1985, 1988, 1989, 1992, 1995), Schöngart *et al.*, (2002, 2004, 2005, 2007) e duas teses publicadas (SCHÖNGART, 2003; FONSECA JÚNIOR, 2007)

relativos a dendrocronologia (idade, taxa de crescimento, a reconstrução de eventos climáticos de El Niño e outros). Da mesma forma, na floresta amazônica, o estudo examinou os anéis de crescimento, a frequência e El Niño (BOTOSSO, 1984, VETTER & BOTOSSO, 1991, BAUCH & DUNISCH, 2000, DUNISCH *et al.*, 2002a, b, 2003). Existe uma tese que analisou os anéis de crescimento das espécies terrestres (TANAKA, 2005) e artigos de revisão (TOMAZELLO FILHO, 1995; TOMAZELLO FILHO *et al.*, 2000; BOTOSSO *et al.*, 2000, VETTER, 2000). Para a Mata Atlântica Tomazello *et al.*, (2009) afirmou ser um desafio, já que poucas publicações são registradas sobre a anatomia, sincronismo dos anéis e as relações com a fenologia e clima (CALLADO *et al.*, 2001a, b; LISI *et al.*, 2008; MARCATI *et al.*, 2001; TOMAZELLO FILHO *et al.* 2004) com ênfase em Meliaceae, TOMAZELLO FILHO *et al.*, (2001) da anatomia dos anéis de crescimento e da ecologia (ALVES & ANGYALOSSI-ALFONSO, 2000). Nas florestas subtropicais com árvores de *Araucaria angustifolia* foram geradas diversas publicações, (SEITZ & KANNINEN, 1989; WHER, 1998; WHER & TOMAZELLO FILHO, 2000; LISI, 2000; OLIVEIRA, 2007). Teses também foram feitas sobre a atividade cambial e a formação dos anéis de crescimento (CORADIN, 2000; MARCATI, 2000; MATTOS, 1999; AMANO, 2007). Tomazello *et al.*, (2009) destacou também a dendrocronologia das espécies da caatinga (TSUCHIYA, 1990; SILVA, 2006), florestas decíduais (LUCHI, 1998) e as plantações de *Tectona grandis* (CARDOSO, 1991; TOMAZELLO FILHO & CARDOSO, 1999). Foram produzidas e publicadas cerca de 11 cronologias, sendo seis da região tropical do Brasil (DUNISCH *et al.*, 2003, 2005; SCHÖNGART *et al.*, 2004, 2005) e cinco geradas em região subtropical (DUNISCH *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2010; RIGOZO *et al.*, 2002; SEITZ *et al.*, 1989; SPATHELF *et al.*, 2000).

O Nordeste do Brasil representa uma região quase inexplorada por estudos de dendrocronologia. Nesta região observa-se uma sazonalidade climática, bimodal bem acentuada com um período chuvoso (outono-inverno) seguido por outro seco (primavera-verão) que favorece a formação de camadas de crescimento no xilema secundário das espécies lenhosas (TSUCHIYA, 1990). Espécies como *Caesalpinia pyramidales* e *Cnidoscolus phyllacanthus*, reiniciam a atividade vegetativa com o início do período de chuvas (Tsuchiya & Nemoto, no prelo) evidenciando grande variabilidade anual nas larguras radiais dos anéis de crescimento, de acordo com o tempo de duração de cada período de seca. A jurema *Mimosa acustistipula* e a *Astronium urundeuva*, formam anéis de crescimento maiores e com maior número de vasos nos anos com elevado conteúdo de

água no solo, e em anos mais secos, tanto o tamanho dos anéis de crescimento como o número de vasos diminuem (TSUCHIYA, 1995). A *Aspidosperma pyrifolium* e a jurema *Mimosa hostilis*, demonstraram forte correlação entre as larguras radiais dos anéis de crescimento e a precipitação que se produz nos meses de maior déficit hídrico (TSUCHIYA, 1988). Um trabalho mais recente com a arbustiva velame *Croton sonderianus* na Caatinga de Pernambuco, a presença de anéis de crescimento também demonstraram ter sido influenciado pelo regime de precipitação pluviométrica (SILVA, 2006). Estes trabalhos demonstram que as árvores da Caatinga e arbustos formam anéis de crescimento e estes podem ser aplicados para estudar os processos de variabilidade da precipitação e, em particular, dos anos influenciados por fenômenos como o El Niño.

A exploração das florestas e em especial a destruição dos ecossistemas tem gerado a perda de informações importantes que foram registradas pelas árvores e por isso devem ser priorizado pesquisas em florestas tropicais (BONINSEGNA *et al.*, 2009). Na América do Sul o número de cronologias produzidas ultrapassou 300 (trezentas), porém, pouquíssimas foram em regiões tropicais e subtropicais e muito menos na Caatinga. O grande número de cronologias foi realizado em clima temperado, e fora do Brasil às cronologias tropicais feitas na América do Sul foram na Bolívia, Venezuela, Chile, Peru e Argentina (BONINSEGNA *et al.*, 2009; BRIENEN & ZUIDEMA, 2005; WORBES, 1999).

Um dos princípios mais importantes para o entendimento das informações contidas nos anéis de crescimento é o princípio do crescimento agregado. Onde o crescimento num determinado ano é condicionado por uma série de fatores como a idade, o clima, distúrbios endógenos e exógenos (COOK, 1987). O desenvolvimento de cronologias é fundamental, já que a partir destas podem ser feitos diversos tipos de análises, como a avaliação da relação do crescimento com o clima, estudo da dinâmica das populações, da própria estrutura florestal e influência de outros fatores ecológicos (BONINSEGNA *et al.*, 2009).

Em vários estudos realizados na região tropical a precipitação tem sido identificada como um fator muito importante no crescimento (LISI *et al.*, 2008). Uma estação seca anual com dois ou três meses e precipitação mensal abaixo de 60 mm induz a formação de anéis de crescimento anuais em diversas espécies, e muitas áreas da região tropical e do Brasil apresentam este tipo de característica (WORBES, 1995; PEEL *et al.*, 2007). O crescimento vegetal é condicionado por uma série de fatores e as camadas de crescimento de espécies lenhosas podem conter o registro de diversos destes fatores (BRANDES *et al.*, 2011).

Com base nos poucos estudos sobre dendrocronologia desenvolvidos no Brasil tropical em especial no Nordeste, considerando principalmente o semi-árido de domínio da Caatinga. O presente estudo teve por objetivo específico selecionar uma espécie arbórea com camadas de crescimento bem distintas no lenho e com densidade populacional considerável, a fim de construir uma cronologia de séries de anéis de crescimento e compará-la com registros climáticos de temperatura e precipitação. Para isso foi escolhido o “*Canyon*” da Toca da Onça em Tobias Barreto-SE, com interesse para a sua preservação ambiental, visto que na região do médio sertão sergipano não existe nenhuma área ou status de conservação.

Foram consideradas hipóteses estatísticas: Ho: Há espécies dotadas de camadas de crescimento no “*Canyon*” da Toca da Onça? Ho: As condições de temperatura e precipitação observadas na Serra dos Macacos interferem na formação de anéis de crescimento demonstrando estabilidade climática? Ho: A sazonalidade climática e abertura do dossel colaboram na formação de anéis de crescimento na Caatinga? Ho: O estudo dendrológico pode estabelecer um modelo de predição de idade de espécie arbórea para a Caatinga? Ho: O crescimento arbóreo apresenta-se equilibrado demonstrando à presença de uma floresta madura com estrutura estável, tipo clímax?

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no “*Canyon*” Toca da Onça (Figura 2.1.1) cortado pelo Riacho Macacos. O “*Canyon*” faz parte da Serra dos Macacos, município de Tobias Barreto no Estado de Sergipe, região Nordeste do Brasil. É caracterizada por uma vegetação ripária arbustiva-arbórea pertencente ao domínio morfoclimático da Caatinga.

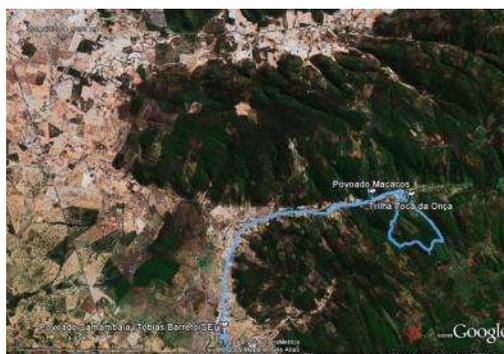


Figura 2.1.1 Imagem de satélite com representação da trilha de acesso a Serra dos Macacos a partir do povoado Samambaia, localizado a 35 km da cidade de Tobias Barreto (SE). (Google Earth Image 2009).

A porção da Serra dos Macacos na qual está inserido o “*Canyon*” da Toca da Onça apresenta área aproximada de 220 ha. Os solos são Meta-sulfitos e Meta-arenitos com origem no Cambro-Ordoviciano. Este período é representado pela formação estância que ocorre ao sul e sudoeste de Sergipe e abrange uma grande e contínua área de pediplanação onde se destacam grandes maciços residuais. Esses solos sobrepõem-se às camadas ardorianas e siltitos, com algumas ocorrências de calcários. Os materiais desta formação originam principalmente solos das classes Solonetz Solodizado, Planosol Solódico e Solos Litólicos Eutróficos, abrangem mais frequentemente as áreas de maciços residuais (serras) (JACOMINE, 1975).

A Serra dos Macacos pertence à microrregião homogênea Sertão do Rio Real (Figura 2.1.2.) (coordenadas geográficas 10°52'88" S e 37°59'19" W), dentro dos limites climáticos do Semi-Árido Sergipano (Figura 2.1.3). No Estado de Sergipe existem seis Bacias Hidrográficas, que são as bacias do rio São Francisco, Japarutuba, Sergipe, Vaza Barris, Piauí e Real. Os rios: São Francisco, Vaza Barris e Real são rios federais, enquanto os rios Japarutuba, Sergipe e Piauí são rios estaduais (SEMARH-SE).

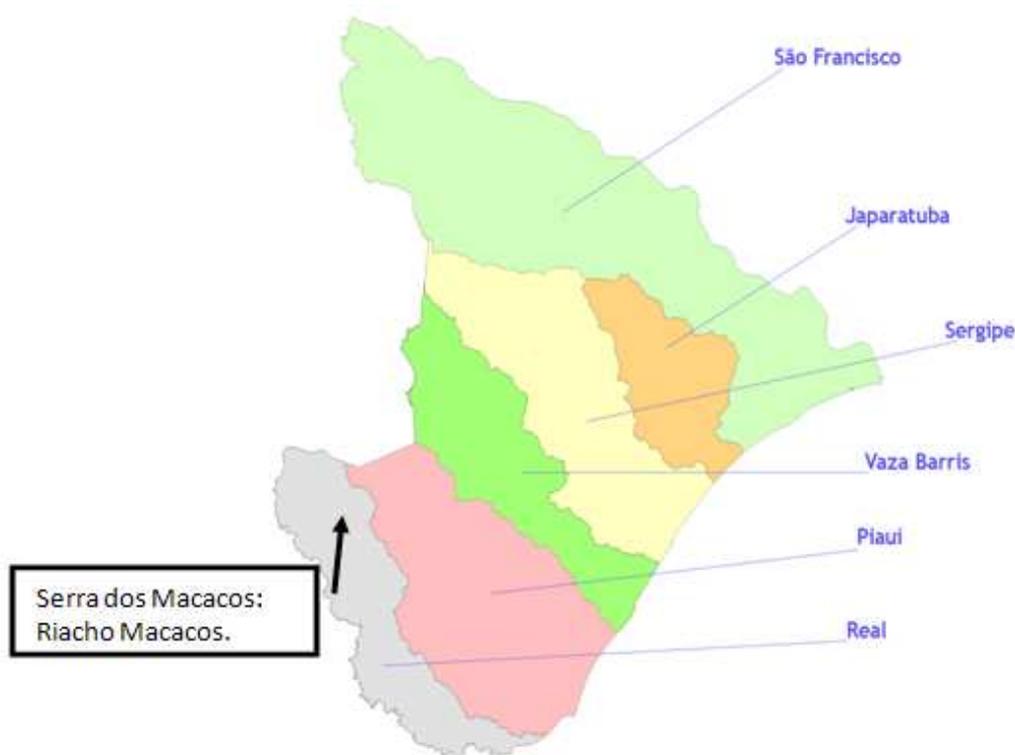


Figura 2.1.2. Representação das bacias hidrográficas do Estado de Sergipe e localização do Riacho Macacos, afluente do Rio Real. Obias Barreto-SE. Fonte: Adaptado de SEMARH-SE (Disponível em www.semarh.se.gov.br).

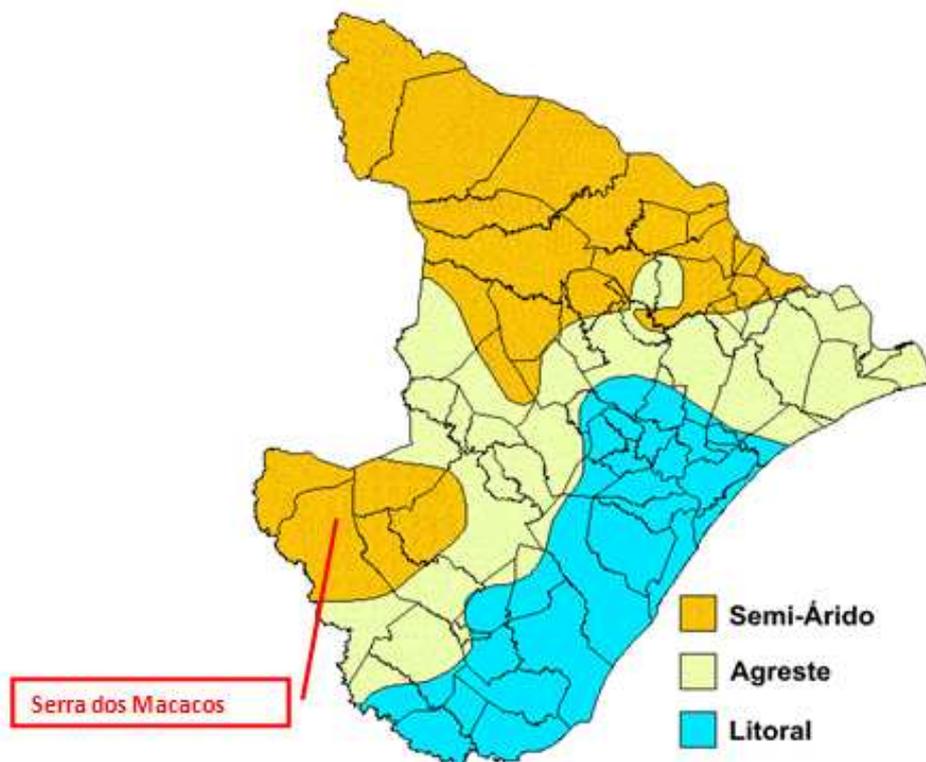


Figura 2.1.3. Tipos climáticos do Estado de Sergipe com indicação do local de estudo. Fonte: Adaptado de SEMARH-SE (Disponível em www.semarh.se.gov.br).

A vegetação arbórea (semidecídua) presente na Serra dos Macacos, no “*Canyon*” da Toca da Onça encontra-se inserida no domínio da Caatinga sergipana formando uma comunidade ribeirinha com ocorrência de espécies da Caatinga e também outras de grande porte quanto à altura e dimensões das copas das árvores. Essa vegetação está concentrada ao longo do riacho Macacos em leito rochoso de água salgada hipo-arreica.

A área de estudo foi distribuída subjetivamente em três parcelas fixas, cada uma com 4000 m² (total de 1,2 hectares) (Figura 2.1.4). A primeira parcela foi instalada nas margens do Poço da Toca da Onça e caracteriza o início da trilha de acesso a nascente do riacho Macacos. A segunda parcela foi instalada a 400 m a jusante da primeira, também as margens do riacho e a terceira parcela foi instalada junto da nascente, a cerca de 1100 m da primeira parcela.



Figura 2.1.4. Distribuição e localização das parcelas em Imagem da Serra dos Macacos (*Google Earth Image 2011 – 2010 MapLink/Tele Atlas*). – Município de Tobias Barreto-SE.

O tipo climático da Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE pode ser classificado no sistema Koppen tipo As' – tropical chuvoso com verão seco, a precipitação pluviométrica média é de 756,9 mm/ano, a temperatura média anual é de 28 °C e a evapotranspiração potencial é de 1566 mm/ano (AGUIAR NETTO, 2006). Neste estudo analisou-se uma série de 96 anos de precipitação da estação de samambaia, gerando uma distribuição média de 787 mm, portanto ocorreu um acréscimo de chuvas na região recentemente, (Figura 2.1.5).

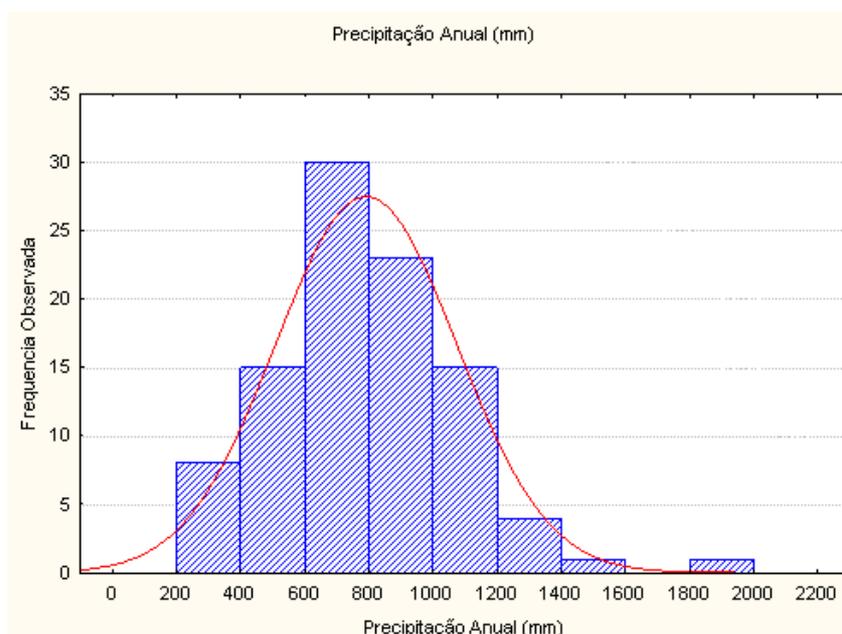


Figura 2.1.5 Distribuição das médias anuais de precipitação no Serra dos Macacos entre 1914 a 2010 (Fonte: Estação Meteorológica da Samambaia, a 9,5 km da Serra dos Macacos: SEMARH-SE).

2.2 Procedimentos para a seleção de espécies

A fim de selecionar espécies promissoras para estudos de dendrocronologia realizou-se um levantamento das espécies ocorrentes no local de estudo. Para isso foram consideradas quais espécies ocorrem no “*Canyon*” Toca da Onça (local de estudo), qual a densidade de indivíduos de cada espécie e a estrutura anatômica do xilema do tronco a fim de identificar a presença e os tipos das camadas de crescimento.

A identificação das espécies foi realizada através de procedimentos de laboratório considerando o material botânico montado em exsicatas, descrito morfológicamente e comparado com outros anteriormente depositados no herbário (ASE) da Universidade Federal de Sergipe e também pela literatura.

A densidade populacional foi determinada a partir do estudo das parcelas considerando a contagem do número dos indivíduos de cada espécie. Considerou-se ainda neste levantamento dendrológico, o CAP (1,30 m de altura), a altura do tronco, a altura e o diâmetro da copa.

O estudo das camadas de crescimento foi realizado a partir das amostras coletadas com trado de incremento e polidas com lixas de diferentes granulometrias (80-600 p/mm²). O uso de micrômetro para o preparo de lâminas histológicas ou mesmo para o polimento das amostras não foi possível em função da inexistência do equipamento nos laboratórios envolvidos e também pelo tempo disponível para o estudo. As observações anatômicas foram realizadas sob estereomicroscópio Motic em aumentos entre 10x e 40x. Foram obtidas imagens digitais a partir de uma câmera digital Moticam 2500 acoplada ao estereomicroscópio e a um computador. As descrições anatômicas seguiram as recomendações da norma estabelecida pelo IAWA Committee (1989).

2.3. Coleta e preparo das amostras de madeira

A coleta de amostras dos troncos das árvores foi feita com o uso de trados de incremento manuais (sonda de PRESSLER) (Figuras 2.3.1 e 2.3.2). Foram coletadas duas amostras de cada árvore constituindo-se de cilindros radiais com 0,5 cm de diâmetro e com comprimento relativo ao diâmetro do tronco. As amostras foram removidas a aproximadamente 1,3 m do solo. Na primeira etapa do trabalho, para os estudos das camadas de crescimento e verificação das espécies potenciais para os estudos de

dendrocronologia, estabeleceu-se o diâmetro mínimo do tronco de 6 cm. Depois de definida a espécie para estudo dos anéis de crescimento buscou-se coletar árvores de todos os diâmetros do tronco a fim de abranger todas as idades das plantas e evitar problemas com as dimensões dos últimos anéis de crescimento dos exemplares adultos no momento da confecção da cronologia.



Figura 2.3.1. Coleta de amostra radial do tronco de *Pseudobombax marginatum* (A. St. Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns com trado de incremento, na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.



Figura 2.3.2. Amostra de lenho de *Pseudobombax marginatum* (A. St. Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns, contendo anéis de crescimento. “Canyon” da Toca da Onça, Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

As amostras foram preparadas no Laboratório de Morfologia e Anéis de Crescimento da Universidade Federal de Sergipe, onde também foram depositadas. Neste ambiente as amostras foram secas ao ar livre e depois, fixadas com cola em suportes de madeira (canaletas). As superfícies transversais das amostras foram preparadas por polimento com lixadeira orbital Bosch e lixas de diferentes granulometrias (80-600 p/mm²) para destacar a estrutura anatômica. As observações foram realizadas com estereomicroscópio Motic com aumento entre 10x a 40x para identificar e demarcar os limites anatômicos das camadas de crescimento. Posteriormente estas superfícies foram digitalizadas com scanner de alta resolução (HP PSC 1510 a 600 dpi). A mensuração das camadas de crescimento foi realizada radialmente utilizando software específico (Image Pro-plus Version 4.5.0.29 for Windows 98/NT/2000) com precisão de 0,01 mm (Figura 2.3.3).

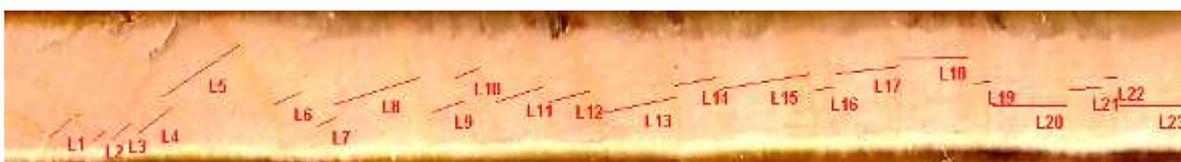


Figura 2.3.3. Exemplo de mensuração radial digital dos anéis de crescimento de *Pseudobombax marginatum*.

2.4 Análises dendrocronológicas

Devido ao período de crescimento e formação de novas células que ocorrerem durante o inverno na área de estudo, a data atribuída aos anéis não pode seguir a padronização de Schulman (1956) para estudos no hemisfério sul, conferindo a produção dos anéis de crescimento os respectivos anos do calendário.

As medidas radiais originais dos anéis de crescimento foram submetidas a uma extensiva comparação de datação cruzada para identificar falsos anéis de crescimento e eliminar outros possíveis erros no estágio de demarcação e mensuração dos mesmos Stokes e Smiley (1996) e Fritts (1976). Neste estágio, o principal programa de computador utilizado denomina-se COFECHA (HOLMES, 1983). O COFECHA analisa a precisão das medidas e a qualidade da datação cruzada sendo um dos principais softwares utilizados pelos dendrocronólogos (HOLMES, 1983; GRISSINO-MAYER, 2001).

Com este procedimento analítico procedeu-se a execução do método de Datação Cruzada “*cross-dating*” das séries temporais do mesmo indivíduo e em seguida a datação cruzada das séries entre os indivíduos a fim de sincronizar as séries temporais e identificar os anéis descontínuos ou falsos (GRISSINO-MAYER, 2001; LORIMER *et al.* 1999).

A fim de remover a tendência da idade biológica das árvores nas cronologias de anéis de crescimento, os dados originais foram submetidos a um processo de eliminação de tendência convertendo cada série de larguras de anéis de crescimento (raio medula-casca) em índices dimensionais, ou seja, estandarizando as séries (COOK, 1985). Este procedimento possibilita remover as tendências de longo período associadas ao aumento do tamanho e da idade das plantas para eliminar as diferenças absolutas de crescimento devido às condições micro-ecológicas e fisiológicas (STAHLE *et al.*, 1999). Nesta etapa aplicou-se a estandarização pela média (linha horizontal), método conservativo que converte a série temporal á índices. Após traçada a função para a série temporal o índice foi calculado dividindo cada valor observado pelo valor da função traçada. Cada série de índices foi testada em relação à média das demais séries, considerando esta média como uma série de referência parcial, que foi se ajustando na medida que os problemas foram sendo solucionados. Assim, as séries que ao final do processo ainda apresentavam baixa correlação com a série de referência, ou seja, que não apresentavam o sinal comum da população, não foram utilizadas na construção de cronologias.

Como resultado dos processos de datação cruzada entre as series temporais obteve-se uma cronologia de referência (“*Master chronology*”), utilizando o programa de computador ARSTAN (COOK & HOLMES, 1984). Neste programa foram usadas regressões lineares e a função spline (*Cubic smoothing spline 50% cutoff for filtering*) no processo de estandarização para remover tendências de baixa frequência (*detrending*). A aplicação da função spline na estandarização remove o ruído não climático da série temporal, como a competição e distúrbios em ambientes florestais, sendo considerado um dos melhores métodos de atenuação em interiores de floresta (COOK & PETERS, 1981). Com o software ARSTAN foram produzidas duas versões das cronologias, Standard (sem aplicação do modelo autoregressivo) e Residual (com aplicação do modelo autoregressivo), além da cronologia arstan.

As relações entre o crescimento das árvores e o clima foram realizadas usando funções de resposta e de correlação (FRITTS, 1976; BLASING *et al.*, 1984). Os dados de temperatura média mensal e precipitação mensal foram usados como preditores dos

modelos. Foram realizadas análises de correlação de Pearson entre as cronologias e entre as cronologias e os dados meteorológicos para elucidar a relação crescimento-clima. Foi usado o programa RESPO neste procedimento. A análise de correlação é um dos métodos comuns para medir a associação entre anéis de crescimento e clima (FRITTS, 1976).

Para algumas análises das séries temporais, visualização, edição e formatação foram utilizados programas da Biblioteca de Programas de Dendrocronologia (Dendrochronology Program Library – DPL) (HOLMES, 1994).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Seleção de espécies pelas camadas de crescimento

De acordo com as densidades populacionais e os levantamentos dendrométricos, considerando principalmente o CAP (1,30 m de altura), foram selecionadas dez espécies para estudos das camadas de crescimento (Tabela 3.1).

Tabela 3.1. Dados dendrométricos das espécies que participaram da seleção para estudos de dendrocronologia na Serra dos Macacos, Tobias Barreto, SE.

Espécies	Quant. indivíduos	CAP (1,30 m de altura)		
		mínimo	máximo	médio
<i>Piptadenia stipulacea</i> - Calumbi	417	6,2	92,4	13,2
<i>Mimosa tenuiflora</i> – Jurema-preta	198	6,5	83,1	22,7
<i>Anadenanthera colubrina</i> - Angico	98	6,3	92,5	37,5
<i>Pseudobombax marginatum</i> - Peroba	78	6,1	102,7	47,0
<i>Handroanthus impetiginosus</i> - Pau-d´arco	48	10,2	93,2	34,3
<i>Poincianella pyramidalis</i> – Pó-de-rato	34	8,2	43,2	15,7
<i>Amburana cearensis</i> - Imburana	11	10,2	153,2	57,3
<i>Spondias mombim</i> - Cajazeira	07	18,2	162,1	65,3
<i>Chloroleucon dumosum</i> – Jurema-branca	04	16,1	19,4	17,4
<i>Schinopsis brasiliensis</i> - Braúna	02	25,6	49,6	37,6

Verificou-se que o Calumbi, a Jurema-preta, o Angico e a Peroba, foram as que tiveram a maior representatividade populacional, desempenhando importante papel fitossociológico. No entanto, considerando o CAP como uma característica que “poderia

indicar a idade das árvores”, as espécies mais representativas foram a Cajazeira, a Imburana, a Peroba e a Braúna. Notou-se que nas parcelas estudadas a Braúna apresentou apenas dois indivíduos para um CAP médio de 37,6, enquanto que o Angico foi à terceira espécie de maior abundância com um CAP médio de 37,5. Considerando estas informações as duas espécies de maior representatividade foram o Angico e a Peroba. Estas duas espécies comportaram-se distintamente com relação ao local das parcelas onde estiveram mais presentes e ao tipo de amostragem necessária para a coleta de suas amostras. O Angico foi encontrado em maior quantidade nas áreas com maior declividade e foi coletado com extrator motorizado devido à densidade de sua madeira ($1,0 \text{ g/cm}^3$) (MAIA, 2004). A *Pseudobombax marginatum* (“Peroba”), por sua vez esteve presente sempre próximo ao riacho onde a declividade foi menor e pôde ser coletado com trado de incremento manual devido a sua madeira apresentar densidade entre 0,21 a $0,39 \text{ g/cm}^3$ (densidade do *Pseudobombax sp.*) (CONSERVA, 2007; CARVALHO, 2008).

A avaliação anatômica do xilema secundário do tronco das dez espécies indicou que todas elas apresentaram porosidade difusa, sendo os poros simples *Spondias mombim* L.(Cajazeira) (Fig. 1A), ou múltiplos *Erythrina velutina* Wild (Mulungu) (Fig. 1B). Algumas apresentaram raios com poucas células, *Mimosa hostilis* (Mart.) Benth (Jurema-branca) (Fig. 2B) e outras com muitas células *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb) Altshul (Angico) (Fig. 1C). As camadas de crescimento foram encontradas em nove das dez espécies estudadas (Fig. 3.1.1 e 3.1.2), no entanto, em quatro destas espécies não foi possível separar as camadas de crescimento em toda a extensão radial das amostras coletadas (Fig. 3.1.2). Segundo Richter *et al.*, (2000), os limites indistintos de anéis de crescimento são muito comuns em árvores tropicais como em *Spondias mombim* (Anacardiaceae). A presença não periódica ou esporádica dos limites de camadas de crescimento (devido a climas não usuais ou a eventos traumáticos ou extremos) deverão ser registrados como ausência de anéis ou de limites indistintos. Para Guimarães (2009) as camadas de crescimento de *Anadenanthera colubrina* são distintas, demarcadas pelo achatamento radial das fibras, maior espessamento de suas paredes no lenho tardio e presença de parênquima marginal.

Nas espécies que apresentaram camadas de crescimento distintas (Fig. 3.1.1), a principal delimitação anatômica destas camadas foi feita pelo parênquima marginal, presente em três espécies, *Spondias mombim* L.(Cajazeira), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb) Altshul (Angico) e Myrtaceae, Murta (Fig. 3.1.1. A, C,

F). A presença de uma zona fibrosa com diminuição da quantidade de vasos e/ou do parênquima confluyente também foi observada em dois grupos a *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir (Calumbi) e a Myrtaceae, Murta (Fig. 3.1.1. E, F). O achatamento radial das paredes celulares das fibras e outros elementos celulares foram observados nas espécies *Erythrina velutina* Wild (Mulungu) e *Pseudobombax marginatum* (Fig. 3.1.1. B, D).

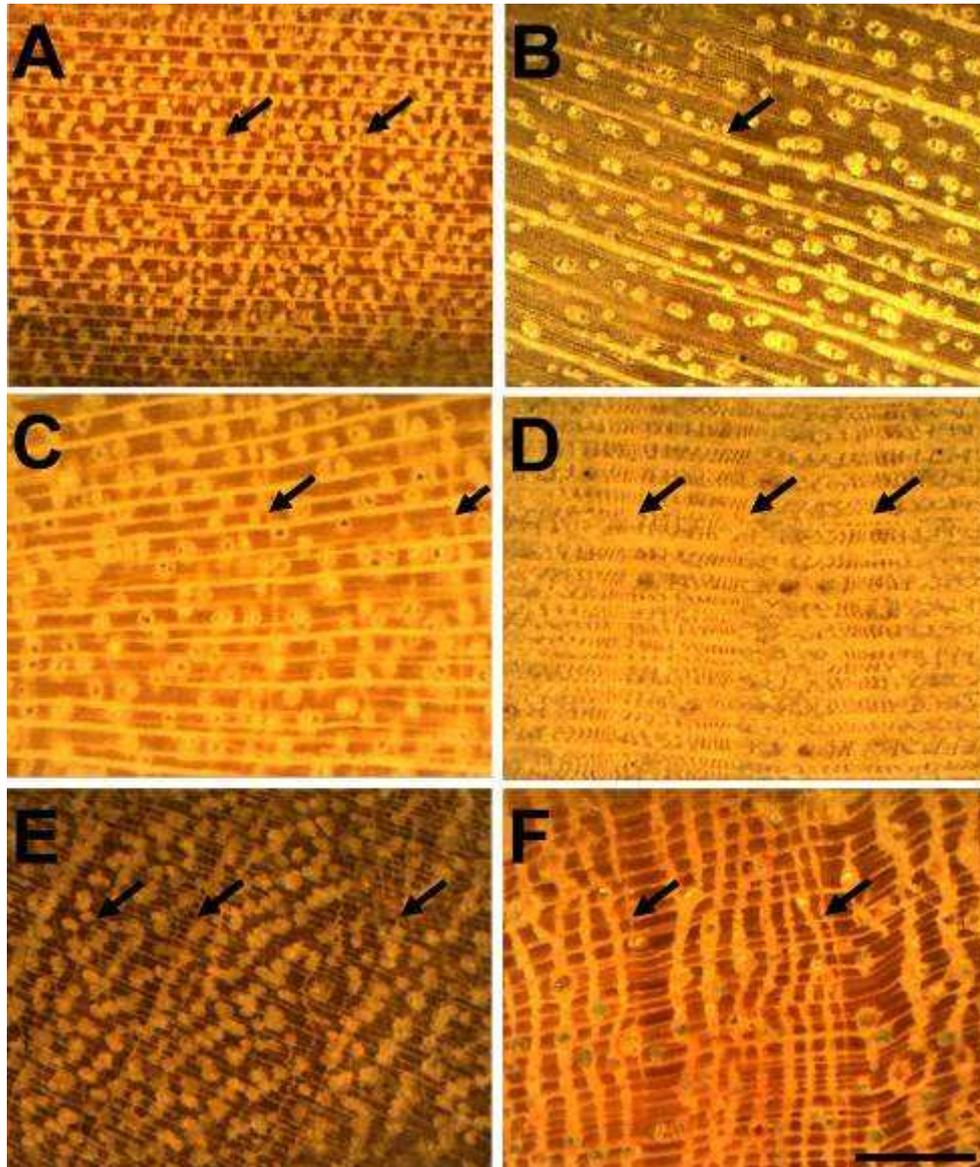


Figura 3.1.1. Imagens macroscópicas de cortes transversais do xilema secundário de (A) Anacardiaceae, *Spondias mombim* L.(Cajazeira); (B) Leguminosae (Faboidae), *Erythrina velutina* Wild (Mulungu); (C) Leguminosae (Mimosaceae), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb) Altshul (Angico); (D) Malvaceae, *Pseudobombax marginatum* (A. St.–Hill., Juss. & Cambes.) (Peroba ou Embiratanha); (E) Leguminosae (Mimosaceae), *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir (Calumbi) e (F) Myrtaceae, Murta, coletadas na Serra dos Macacos, SE. As setas indicam limites de camadas de crescimento. Aumento de 20x. Barra (—) = 1,0 mm.

Verificou-se que algumas destas espécies apresentaram mais que um aspecto anatômico que permitiu identificar os limites dos anéis de crescimento. A *Spondias mombim* (Cajazeira) (Fig. 3.1.1. A), apresentou junto à linha de parênquima marginal vasos de pequeno diâmetro com parênquima aliforme confluyente. O *P. marginatum* (Fig. 3.1.1. D) apresentou camadas de crescimento com lenhos inicial e tardio bem definidos devido a presença de linhas de parênquima confluyente que diminuíram gradativamente suas distâncias radiais no lenho tardio, enquanto que no lenho inicial estas linhas não foram observadas. A Murta (Myrtaceae) (Fig. 3.1.1. F) apresentou junto das linhas de parênquima marginal vasos pequenos com parênquima aliforme e também uma zona fibrosa com presença de poucos vasos solitários.

Dentre os fatores que dificultaram a observação das camadas de crescimento, as linhas de parênquima confluyente observadas nas espécies *Handroanthus impetiginosus* Mart. ex DC. Mattos (Pau-d'arco) e *Pisonia tomentosa* Casar. (Bandola) (Fig. 3.1.2. A, C) foram o fator mais significativo. Nestas espécies, embora se note uma diminuição parcialmente gradativa nas distâncias radiais entre as linhas de parênquima confluyente, não foi observado nenhum outro fator anatômico que permitisse a definição dos limites das camadas de crescimento. As espécies *Mimosa hostilis* (Mart.) Benth (Jurema-branca) e *Amburana cearensis* (Allem.) A. C. Smith (Umburana) (Fig. 3.1.2. B, D) apresentaram leves espessamentos e achatamento de fibras ao longo dos raios analisados, porém sem possibilitar um padrão que permitisse definir camadas de crescimento. No entanto, Brienen & Zuidema (2005), encontraram anéis de crescimento em *Amburana cearensis*, que permitiu estudos de datação-cruzada e análises isotópicas.

Lisi *et al.*, (2008) avaliou 24 espécies de floresta semidecídua quanto à ocorrência e ritmo de formação de anéis de crescimento e a fenologia. Segundo dados de medições dendrométricas mensais e marcação cambial, todas as espécies apresentaram ritmos anuais de crescimento, mas nem todas apresentavam camadas de crescimento distinguíveis com facilidade: foram observadas camadas de crescimento visíveis em 68% das espécies; em 16% formaram constatadas camadas moderadamente visíveis e em outros 16% formaram camadas visíveis, porém apresentando leve dificuldade na observação. O estresse hídrico, decorrente da baixa pluviosidade invernal, foi apontado como o principal fator determinante dos ritmos sazonais de atividade cambial e fenologia foliar.

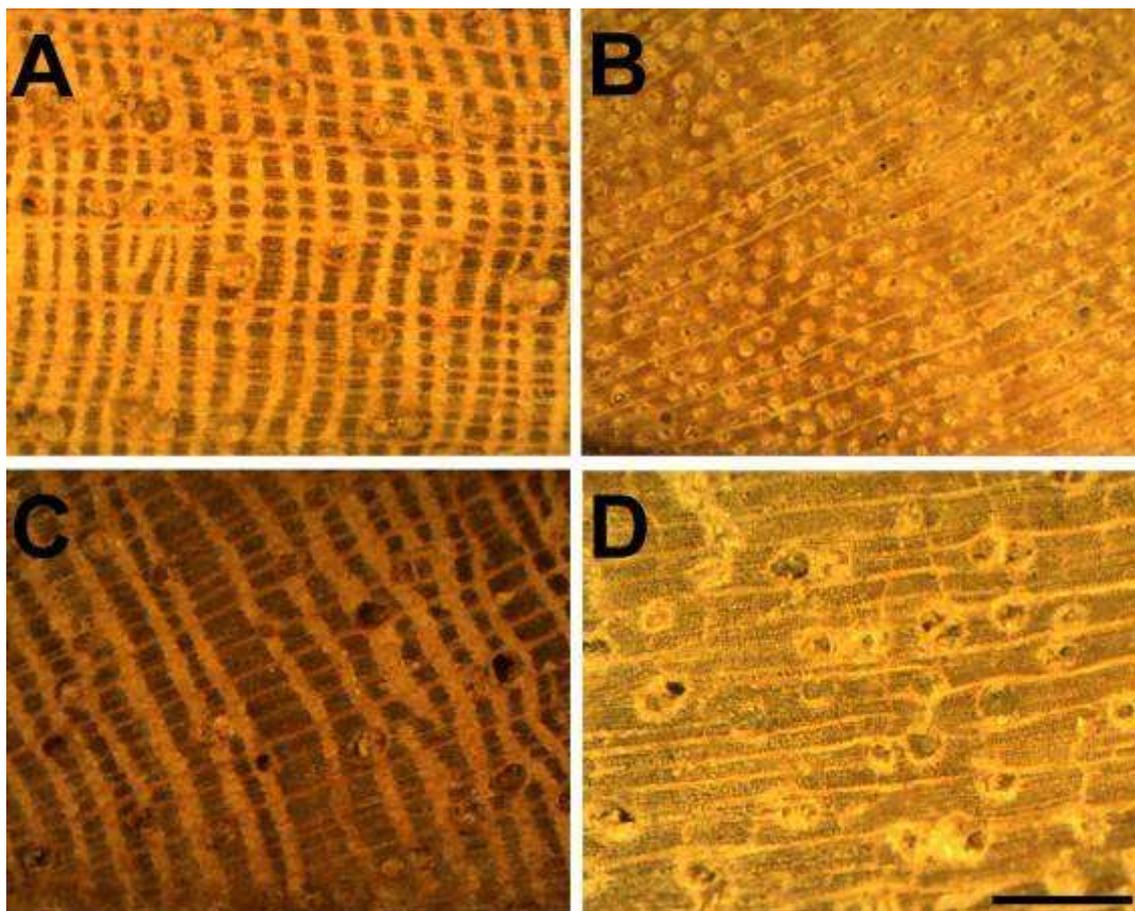


Figura 3.1.2. Imagens macroscópicas de cortes transversais do xilema secundário de (A) Bignoniaceae, *Handroanthus impetiginosus* Mart. ex DC. Mattos (Pau-d'arco); (B) Leguminosae (Mimosaceae), *Mimosa hostilis* (Mart.) Benth (Jurema-branca); (C) Nyctaginaceae, *Pisonia tomentosa* Casar. (Bandola) e (D) Leguminosae (Papilinoideae), *Amburana cearensis* (Allem.) A. C. Smith (Umburana), coletadas na Serra dos Macacos, SE. Aumento de 20x. Barra (—) = 1,0 mm.

Diante desta amostragem, as espécies que se mostraram mais favoráveis para os estudos dendrocronológicos foram a *Anadenanthera colubrina* (Angico) e o *Pseudobombax marginatum* (Peroba ou Embiraçu) com bom número de indivíduos e camadas de crescimento distintas com facilidade após o preparo da superfície transversal das amostras. A facilidade de coleta de amostras com trado de incremento, bem como os maiores diâmetros das árvores de *P. marginatum*, fizeram com que esta tenha sido a espécie selecionada para os trabalhos de datação cruzada e desenvolvimento de uma cronologia a ser testada com relação ao clima e as condições ambientais do “Canyon” Toca do Onça na Serra dos Macacos, SE.

Segundo MAIA (2004) a espécie *Pseudobombax marginatum* (A. St. Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns, pertence à família Malvaceae (Bombacaceae) e seu nome popular

(Embiraçu, Emburuçu (BA), Peroba (SE)) refere-se às fibras resistentes da casca, que dão excelentes cordas.

A família Malvaceae compreende cerca de 4.000 espécies predominantemente distribuídas nas regiões tropicais. No Brasil ocorrem cerca de 1.000 espécies habitando em todas as formações vegetais do país. Trata-se de uma família importante economicamente, para alimentação, ornamentação, medicina popular e na produção de fibras utilizadas na cordoaria e na aniagem (RIBEIRO *et al.*, 1999; SOUZA & LORENZI, 2008; JUDD *et al.*, 2009). Estudos florísticos indicam que a Malvaceae está representada na flora de Sergipe por 5 subfamílias e cerca de 22 gêneros: Byttnerioideae (*Ayenia*, *Byttneria*, *Guazuma*, *Waltheria* e *Melochia*); Helicterioideae (*Helicteres*); Grewioideae (*Apeiba* e *Triumfetta*); Malvoideae (*Gaya*, *Malvastrum*, *Sida*, *Sidastrum*, *Wissadula*, *Abutilon*, *Pseudabutilon*, *Herissantia*, *Hibiscus*, *Pavonia*, *Gossypium* e *Urena*) e Bombacoideae (*Pseudobombax* e *Eriotheca*) (NOGUEIRA JÚNIOR *et al.*, 2010).

A espécie *Pseudobombax marginatum* é uma árvore reta, de 6-14 m, com tronco de 30-40 cm de diâmetro, casca característica, lisa com listras verdes longitudinais, ou rugosa, com “rugas” verdes ou, mais tarde, de cor cinza. Folhas compostas com pecíolo comum, com 5-9 folíolos sésseis (sem pecíolo), pubescentes em ambas as faces quando novas e glabras na face superior quando velhas. Flores grandes (13-15 cm), brancas, solitárias ou em duas ou três, geralmente nas extremidades dos ramos, sobre pedúnculo longo e grosso. As flores tem pétalas compridas e estreitas, recurvadas, internamente brancas e são dotadas de muitos estames brancos e compridos (6, 5-13 cm), com ponta amarela. O fruto é uma cápsula lenhosa, de 10-16 cm de comprimento, deiscente, com cinco valvas com muitas sementes pequenas (ca. de 0,7 cm), listradas marrom-escuras, ovais, envoltas em fibras esbranquiçadas ou douradas, parecidas com algodão (MAIA, 2004).

Sua ocorrência e amplitude ecológica são descritas no Ceará, na caatinga arbórea e encostas de serras, podendo ser encontrada até em solos rasos e pedregosos. Ocorre também em outros Estados do Nordeste, na caatinga e ocasionalmente sobre serras, na vegetação de transição entre a caatinga e floresta Montana. No Brasil, além da região Nordeste, também é encontrada em Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Além do Brasil, ocorre na Bolívia, Paraguai e Peru, neste último país, em áreas com cerca de 1000 m de altitude (MAIA, 2004). Para Siqueira Filho *et al.*, (2009), ocorre nos Estados brasileiros de MT, MS, GO, DF, TO, MA, PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA, MG e nos países da

Bolívia, Paraguai e Peru. É típica de Florestas Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Caatinga e Cerrado.

As sementes são comidas por preás, pumares, mocós, ratos e outros animais silvestres. Quanto a sua fenologia perde as folhas na estação seca. Sua floração se dá na primeira metade da estação seca (maio a setembro). Frutificação na segunda metade da estação seca (julho-novembro). Apresenta propagação por sementes (MAIA, 2004). Para Siqueira Filho *et al.*, (2009) é uma espécie decídua, heliófita, secundária. Possui flores polinizadas por esfingídeos e morcegos e no final da antese são visitadas por abelhas solitárias. Floresce entre os meses de maio e agosto e frutifica entre agosto e novembro. A dispersão de suas sementes se dá pelo vento (anemocoria).

3.2. Registros climáticos e anéis de crescimento

As plantas, em especial aquelas que produzem anéis de crescimento anuais em seus troncos, registram nestas estruturas as alterações climáticas do seu redor, pela simples produção dos anéis de crescimento (período intra-anual) como também pela espessura dos anéis de crescimento (período de crescimento de alguns meses), ou seja, as plantas são sensíveis às variações climáticas. Em floresta de terra firme, onde o déficit hídrico durante o período de baixa pluviosidade é o principal limitante sazonal da atividade do câmbio, a variação inter-anual da largura de anéis de crescimento está diretamente relacionada à precipitação, durante o início da estação de crescimento corrente (BRIENEN & ZUIDEMA, 2005). Certamente outros fatores sejam exógenos como vento, fogo, ataque de insetos, desmoronamentos, etc, sejam endógenos como o metabolismo, a genética, entre outros, favorecem ou não a formação dos anéis de crescimento. A respeito desta variabilidade na dinâmica de atividade cambial, os estudos realizados permitem distinguir três grandes fatores ambientais relacionados à formação de anéis de crescimento anuais em biomas brasileiros: inundação, precipitação e temperatura (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Fritts (1976) o princípio de fatores limitantes é importante para dendrocronologia. Estabelece que o crescimento de uma árvore é sempre controlado por determinados fatores externos (água, temperatura, luz, CO₂, O₂, minerais, etc.) e internos (enzimas, fatores de crescimento, etc.). Dessa forma, o ritmo dos processos biológicos, como o crescimento em altura e diâmetro das árvores, é controlado pela disponibilidade desses fatores. Se a precipitação é o principal fator limitante para o crescimento em

diâmetro do tronco de uma árvore, a atividade cambial anual será o reflexo da quantidade total de chuvas desse ano considerado. As árvores recebem os “sinais ambientais” e algumas partes reagem aos mesmos. Deste modo, essa habilidade de integração é refletida em inúmeras características das árvores, como a distribuição geográfica, forma da copa, formação dos anéis de crescimento, etc. Durante o longo processo evolutivo, as árvores se desenvolveram em diferentes sítios, sendo, nesse caso, melhor adaptadas para as condições específicas de cada local. As árvores têm mostrado uma reação às variáveis ambientais (temperatura, precipitação, etc.) que afetam seus inúmeros processos fisiológicos (respiração, fluxo de seiva, transpiração, etc.) refletindo na atividade cambial e na formação dos anéis de crescimento. Portanto, as variáveis ambientais que afetam as árvores são registradas nos seus anéis de crescimento, que expressam os eventos ocorridos no passado e no corrente (TOMAZELLO FILHO *et al.*, 2001).

A espécie em estudo *Pseudobombax marginatum* apresentou nos troncos das árvores estudadas camadas de crescimento que se formaram influenciados pela variação climática entre outros fatores. A análise das condições climáticas do local de estudo permitiu verificar que a precipitação exerce importante papel para a produção destas camadas de crescimento.

O Estado de Sergipe apresenta uma estação seca entre a primavera-verão e outra chuvosa entre o outono-inverso e que é bastante acentuada na Serra dos Macacos. Períodos anuais entre outubro-janeiro apresentam elevadas temperaturas e níveis de precipitação bastante reduzidos o que potencializa a queda foliar da maior parte das espécies que compõem o bosque de sua mata ripária. Nos meses entre março e junho os níveis pluviométricos são bastante superiores aos do período seco, favorecendo a fotossíntese e a atividade do câmbio. Provavelmente é neste período de maior umidade que o metabolismo vegetal encontra-se em plena atividade e as células do câmbio vascular sofrem mitoses originando novas células que compõem os anéis de crescimento, visto que durante o período seco, esta atividade deve diminuir consideravelmente ou mesmo cessar.

Ciclos anuais de dormência cambial (ou redução drástica do crescimento) em espécies tropicais estão principalmente relacionados a regimes estacionais de seca ou inundação (VETTER & BOTOSSO, 1989). A formação dos anéis de crescimento em árvores resulta da alteração na atividade cambial e são influenciados pela temperatura, fotoperíodo, precipitação e reguladores endógenos que controlam o ritmo de crescimento (FAHN *et al.*, 1981).

Como delinear os anéis das árvores das regiões tropicais é uma tarefa difícil, qualquer tentativa de discernir a periodicidade da formação do xilema secundário é uma valiosa contribuição para o conhecimento da dinâmica e ecologia dessas florestas (ROIG, 2000).

Em florestas da África e da Guiana Francesa ocorre interrupção do crescimento em circunferência das árvores por 0,5 a 3 meses e por até 6 a 12 meses em árvores moderadamente vigorosas e fracas/suprimidas, respectivamente. Isso demonstra a relação da atividade cambial com a espécie, condições climáticas, vigor da árvore, incluindo sua idade e posição social no povoamento (DÉTIENNE, 1989).

Para Botosso *et al.* (2001) em estudos de crescimento em circunferência do tronco em árvores de espécies tropicais, os valores de precipitação de três países africanos, com diferentes regimes de chuvas, demonstraram que o período de maior atividade cambial ou de formação da madeira correspondeu à fase mais longa de permanência das folhas nas árvores, sendo que, no Congo e na Costa do Marfim, a estação seca coincidiu com a queda das folhas e dormência cambial. O ritmo da atividade cambial parece ser estabelecido geneticamente, sendo possível o conhecimento da sazonalidade do câmbio, do comportamento fenológico e da periodicidade de formação de anéis de crescimento anuais (MARIAUX, 1970).

A largura dos anéis de crescimento é correlacionada aos dados climáticos, tornando possível a reconstrução da curva de precipitação pluviométrica e a indicação das variações climáticas ocorridas em épocas passadas (BOTOSSO *et al.*, 2001). Segundo Roig (2000) em clima tropical com larga e severa condição de seca, a estacionalidade da precipitação constitui o fator determinante para a fenologia de árvores decíduas. No semi-árido do nordeste do Brasil, a maioria das plantas manifestam queda das folhas e diminuição do seu ritmo de crescimento durante o período de seca. Em bosques decíduos da Caatinga, o desenvolvimento vegetativo de diversas espécies (especialmente leguminosas) é inversamente proporcional a variação do déficit anual de chuva (TSUCHIYA, 1990). Segundo Roig (2000) isso prova que o crescimento está regulado pela intensidade dos períodos de seca na região do sertão brasileiro.

Estudos realizados por Botosso *et al.*, 2001 demonstraram que o crescimento do tronco das árvores das matas mesófilas semidecíduas do Sudeste do Estado de São Paulo revelaram uma estreita relação com a disponibilidade de água (balanço hídrico) na estação chuvosa, ocorrendo a redução e/ou cessação da atividade cambial das árvores na estação seca (inverno). Estudos fenológicos podem ser usados para interpretar a ocorrência de

fatores biológicos repetitivos em árvores e sua relação com os fatores bióticos e abióticos (MATTHES, 1980). Estratégias de crescimento e suas relações para a formação do anel de crescimento em espécies arbóreas podem ser interpretadas através da comparação dos estágios fenológicos em conjunto com o clima sazonal (ROIG, 2000).

Estudo realizado com *Pseudobombax septenatum*, demonstrou que a precipitação (durante a estação seca) teve mais influência que a temperatura na formação dos anéis de crescimento. No entanto, a temperatura mínima foi o fator limitante. Quando a chuva é positivamente correlacionada com a largura do anel, a seca aparece para ser um fator limitante do crescimento. Quando a temperatura máxima está negativamente correlacionada com o crescimento, o mecanismo pode também ser a seca atenuada pela chuva, desde que a estação seca apresente altas temperaturas (DEVALL *et al.*, 1995). Para a *Pseudobombax marginatum* observou-se que a formação dos anéis de crescimento correlacionou-se negativamente com as temperaturas máximas que ocorrem no período seco, sendo fator determinante para a queda foliar nesse período, e afetando a formação do anel no ano seguinte. Deste modo, as altas temperaturas observadas no período seco provocaram a queda foliar, gerando redução em sua atividade fotossintética e potencializando a formação de novo anel de crescimento no período chuvoso.

A taxa anual radial de crescimento pode ser influenciada por condições ambientais locais (topografia, disponibilidade de nutrientes, e a concorrência entre as árvores e cipós), sendo que a disponibilidade de água pode ser o principal fator limitante. Isso é possível através da diminuição da atividade do câmbio vascular durante os períodos de baixa precipitação que ocorrem no período seco. A diminuição da atividade do câmbio é também acompanhada por alterações no tipo e morfologia das células do lenho tardio, resultando em limites distintos entre anéis anuais para a maioria das espécies arbóreas (LISI *et al.*, 2008). Estes resultados foram similares a muitas espécies estudadas (PRÉVOST & PUIG, 1981; DÉTIENNE 1989; WORBES 1989; MARIA 2002; FERREIRA-FEDELE *et al.* 2004; BOTOSSO *et al.*, 2005).

Muitas pesquisas relacionadas à ecologia, produção florestal, paleoclima, e conservação na região Neotropical dependem da disponibilidade de dados sensíveis a dendrocronologia em função das variações ambientais derivadas anatomicamente dos anéis de crescimento anual (ROIG, 2000). Segundo Villalba *et al.* 1998, estudos dendrocronológicos geram informações valiosas sobre as variações climáticas de médio a longo prazo. O potencial de *P. marginatum* para estudos dendrocronológicos documentado

neste trabalho promove a possibilidade para futuros estudos de relação entre o clima, vegetação e mudanças no uso dos solos em áreas de Caatinga.

Diversos estudos têm procurado demonstrar as espécies promissoras e mais aplicadas a dendrocronologia (WORBES, 1989; BONINSEGNA *et al.* 1989; TOMAZELLO *et al.*, 2000). Os primeiros estudos dendrocronológicos realizados no Brasil foram na Amazônia e Mata Atlântica (VETTER 2000; BOTOSSO 2000; TOMAZELLO *et al.* 2000; CALLADO *et al.* 2001; FERREIRA 2002; MARIA, 2002). Estes mesmos autores sugerem uma abordagem baseada na resposta anual dos anéis de crescimento em função da sua formação estar relacionada às variáveis climáticas.

O Estado de Sergipe está localizado nas coordenadas geográficas 9°31' a 11°33' S e 36°25' a 38°14' W, na faixa tropical e possui como problema climático a irregularidade espacial e temporal da distribuição da precipitação pluviométrica, sendo decrescente do Litoral em direção ao Semi-árido. No Litoral Leste são observadas isoietas superiores a 1600 mm, enquanto que no Semi-árido a precipitação anual é inferior a 800 mm, decaindo para menos de 500 mm. No Estado como um todo o período chuvoso se concentra entre os meses de abril a agosto, com o máximo nos meses de maio e junho (COSTA & SOUZA, 2004). Demonstrando condições climáticas regionais.

A região de Tobias Barreto em especial a Serra dos Macacos apresenta um regime de transição climática entre o semi-árido e o megatérmico-seco-subúmido que está a leste. O regime pluviométrico esta sujeito a atuação dos sistemas de chuvas do leste do Nordeste (sistemas frontais, ondas de leste, linhas de instabilidade e por vezes o vórtice ciclônico de altos níveis) (COSTA & SOUZA, 2004). Apresenta uma característica própria que é o retorno do ciclo hidrológico que se dá em novembro em função dos regimes de chuvas do Brasil central e por conta do regime de chuva do sudoeste do Nordeste que trazem as chuvas de novembro a março antecipando as chuvas de verão, todavia de forma irregular (Figura 3.2.1). O regime de temperatura se comporta como região megatérmica onde as mínimas oscilam entre 16°C a 18°C e a máxima entre 32°C a 34°C graus a depender da atuação de massas frias de junho a agosto as temperaturas podem chegar a menos de 16°C (VER CAPÍTULO 1).

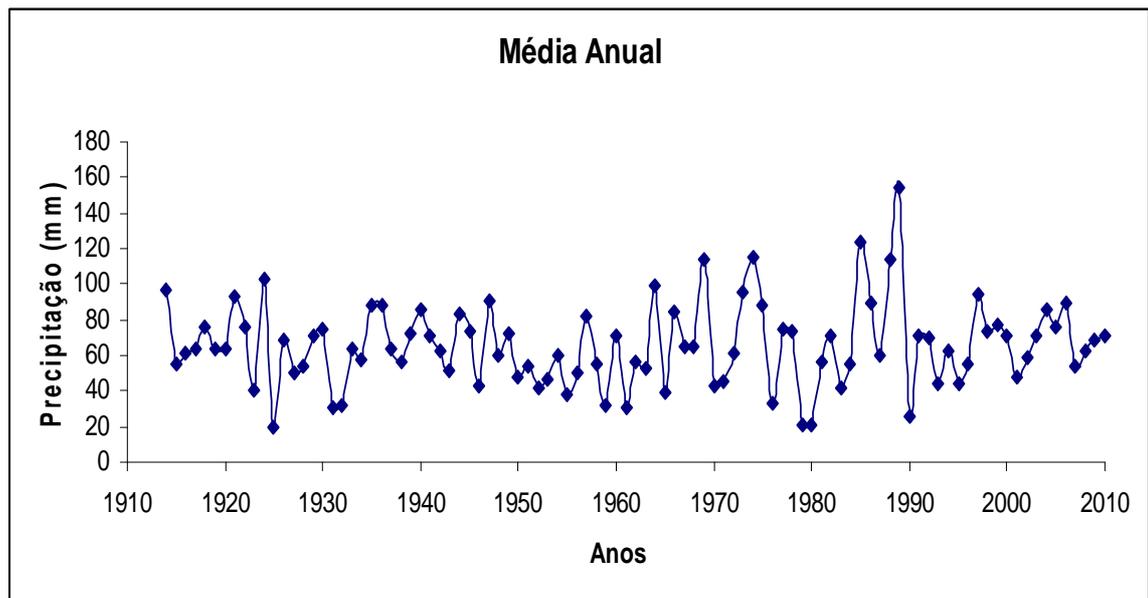


Figura 3.2.1. Representação das médias de chuvas anuais no Povoado Samabaia, a 9,5 Km do “Canyon” da Toca da Onça, Tobias Barreto, SE. Período de 1914 a 2010. (SEMARH-SE).

Os anos de maiores chuvas consideradas para o “Canyon” da Toca da Onça foram: 1914 (1164 mm); 1921 (1112 mm); 1924 (1224 mm); 1935 (1051 mm); 1936 (1052 mm); 1940 (1032 mm); 1944 (1004 mm); 1947 (1082 mm); 1964 (1188 mm); 1966 (1020 mm); 1969 (1364 mm); 1985 (1481 mm); 1986 (1075 mm); 1988 (1360 mm); 1989 (1853 mm); 1997 (1125 mm); 2004 (1026 mm); 2006 (1068 mm), que ultrapassaram os 1000 mm anuais. Os anos de menor precipitação foram: 1923 (492 mm); 1925 (228 mm); 1931 (365 mm); 1932 (380 mm); 1952 (498 mm); 1955 (457 mm); 1959 (384 mm); 1961 (362 mm); 1965 (465 mm); 1976 (403 mm); 1979 (244 mm); 1980 (250 mm); 1990 (310 mm), que foram menores que os 500 mm anuais (Figura 1.4.2). Estas informações foram disponibilizadas pela SEMARH (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Sergipe) e referem-se a uma estação meteorológica localizada no povoado Samambaia (**10°56’00’’ S, 38°03’00’’ W e altitude 230 m**), distante 9,5 Km da Serra dos Macacos (**10°52’00’’ S, 37°59’00’’ W e altitude entre 400-600 m**), no município de Tobias Barreto (SE).

A sazonalidade das chuvas (variabilidade intra-anual), como inconstância temporal, também é mais pronunciada com a continentalidade. A estação seca é mais severa à medida que se interioriza o território sergipano. Por princípio, a avaliação temporal, involuntária, tem primazia sobre o fluxo espacial, nas questões ligadas à pluviosidade, no que se reporta ao regime ou ao ritmo climático (PINTO, 2001).

Os regimes pluviométricos do município de Tobias Barreto (SE) entre 1914 a 2010 são caracterizados pela ocorrência de menor concentração de chuvas no trimestre de outubro-novembro-dezembro (Figura 3.2.2) com uma precipitação média trimestral de 24,02 mm, correspondendo a 13% da precipitação anual do município em estudo. O período trimestral mais chuvoso está compreendido em maio-junho-julho, com precipitação média trimestral de 91,20 mm, correspondendo a 43% das chuvas anuais. No acumulado do período (1914 a 2010) a soma das médias de precipitações mensais no município de Tobias Barreto correspondem a 765 mm/anuais (Figura 2.1.5).

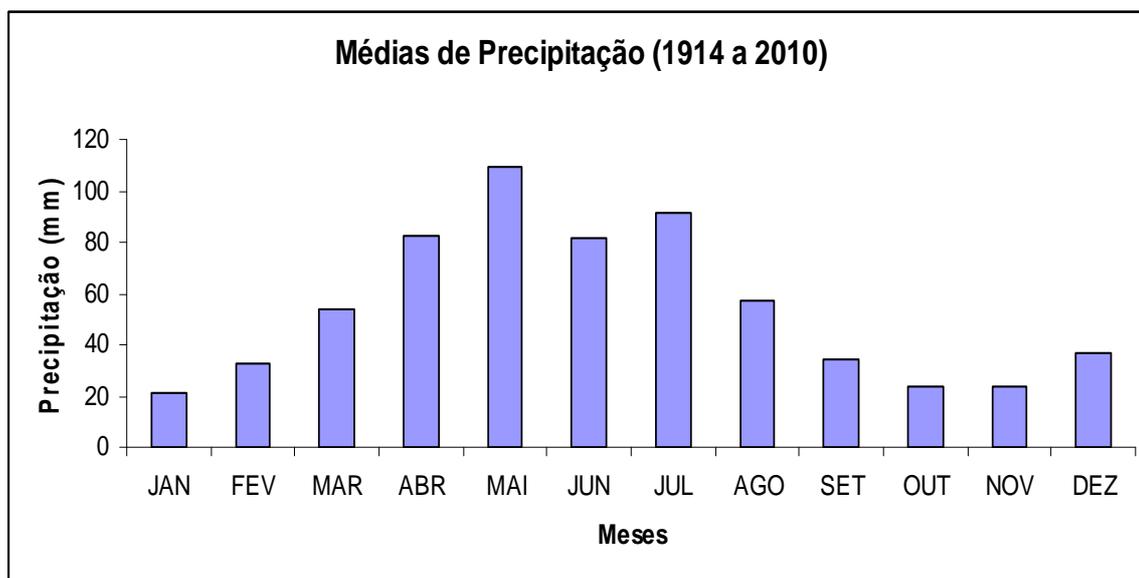


Figura 3.2.2. Distribuição das médias mensais de precipitação na Serra dos Macacos entre os anos de 1914 a 2010 (Fonte: Estação Meteorológica da Samambaia, a 9,5 km da Serra dos Macacos: SEMARH-SE).

Os estudos realizados nas áreas tropicais demonstraram a formação de anéis anuais em resposta à precipitação sazonal (WORBES, 1989; BOTOSSO *et al.*, 2000), em função das mudanças climáticas sazonais (ROIG, 2000; BRIENEN & ZUIDEMA, 2005) e através de gradientes de precipitação anuais e sazonais de chuva que provocam impacto fisiológico na árvore, incluindo a queda de folhas, o crescimento das árvores e a formação de anéis de crescimento (ROIG *et al.*, 2005).

A variação de temperaturas na micro-região a qual a Serra dos Macacos está inserida apresentou entre os períodos de 1963 até 2007 (alguns anos não apresentam dados: 1971 a 1976; 1981 a 1985; 1990 a 1991) séries de temperaturas mínimas e máximas bastante ajustadas com a sua média. Esses dados revelaram que há uma tendência bastante significativa quanto ao aumento das temperaturas mínimas e máximas, para esse período.

Observa-se um maior ajustamento das temperaturas mínimas em relação à média. As temperaturas mínimas apresentam maior tendência de aproximação com as temperaturas máximas (Figura 3.2.3).

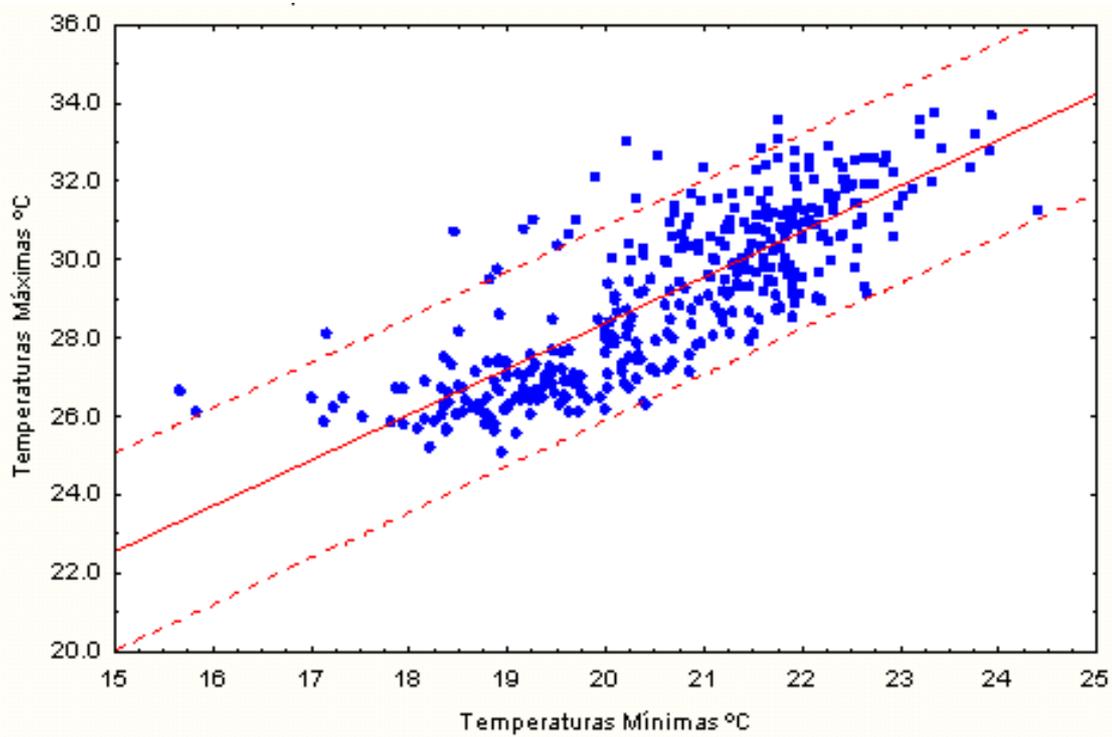


Figura 3.2.3. Regressão linear da distribuição entre temperaturas mínimas e máximas entre o período de 1963 a 2007 para a micro-região da Serra dos Macacos (INMET/SEMARH-SE). Estatística: $r^2 = 0.6543$; $r = 0.8089$, $p = 00.0000$; $y = 4.998 + 1.1696*x$.

A variação de temperatura na região da Serra dos Macacos nestes quase 50 anos demonstrou uma marcante sazonalidade, onde os períodos mais quentes foram representados pelos meses de dezembro a março, e os meses de menor temperatura ocorreram entre junho a setembro (Figura 3.2.4), sendo que a amplitude entre os valores mínimos e máximos ficaram compreendidos entre 16°C (meses de menores temperaturas) a 36°C (meses de maiores temperaturas) entre os anos de 1960 a 2007. Essa sazonalidade na temperatura demonstra a importância dessa variável climática na fisiologia vegetal, o que constatamos ocorrer com o bosque e sub-bosque, quando a diferença na cobertura do dossel entre os períodos de chuva e de seca. A temperatura na região da Serra dos Macacos também demonstra ser um fator indutor de formação de anéis de crescimento, já que as altas temperaturas provocam a abscisão foliar na maioria das espécies que compõem o

bosque e o sub-bosque da mata ripária no “Canyon” da Toca da Onça, na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE).

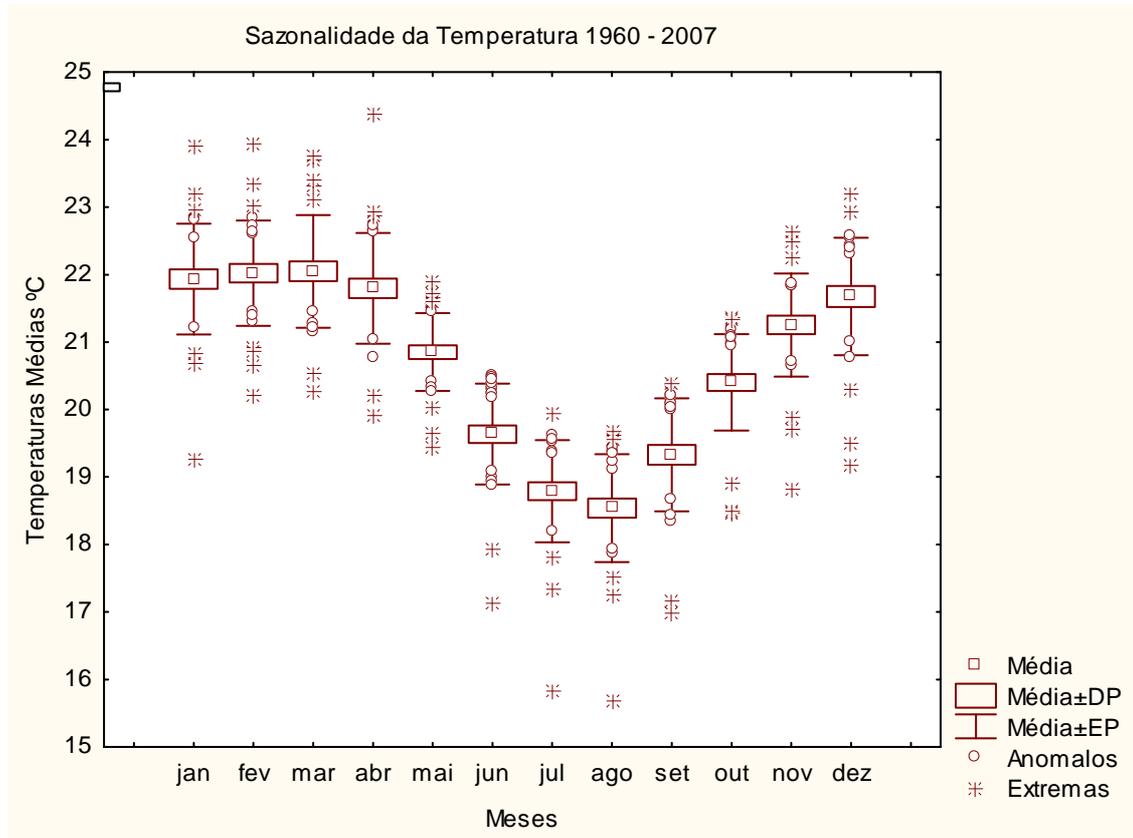


Figura 3.2.4. Sazonalidade nas condições climáticas em função das temperaturas médias verificadas no período de 1963 a 2007 na micro-região da Serra dos Macacos, em Tobias Barreto-SE (INMET/SEMARH-SE). Estatística da distribuição das temperaturas médias mensais Teste de independência entre as médias mensais **Kruskal – Wallis $H(11,384) < 286,686$: $p = 00,000$, Anova ($F = 11.372$) $< 90,556$ $p = 00,000$.**

3.3. Queda Foliar (abertura do dossel) e atividade cambial.

Segundo Ribeiro (1998) as matas ciliares ocupam áreas restritas ao longo de cursos d’água de médio e grande porte e ocorrem em todos os domínios fitogeográficos e morfoclimáticos do Brasil. Para Bertani (2001) esse tipo de formação vegetacional é caracterizado pela grande heterogeneidade ambiental, gerada por fatores bióticos e abióticos, sendo que os principais fatores abióticos são a quantidade de luz e a qualidade da luz. A abertura e reconstrução do dossel fornecem uma dinâmica espacial dentro da floresta com alterações na quantidade de luz e suas variáveis associadas o que tem como consequência o recrutamento e desempenho de muitas espécies vegetais (GÓMEZ, 2004).

Além disso, a estrutura do dossel pode variar bastante, tanto espacialmente quanto temporalmente (WIRTH, 2001), contribuindo para a heterogeneidade de radiação no sub-bosque e no solo das matas.

Toneli (2009) cita Daudet (1993) onde este considera que a fotossíntese no dossel como um passo determinante no processo da formação da copa, controlado pela planta e fatores ambientais, representando uma variável dendrométrica de grande importância. Para Sanches *et al.* (2008) o índice de área foliar (IAF) é uma importante variável biofísica da vegetação usada em vários modelos de produção primária de escalas e modelos globais de clima, hidrologia, biogeoquímica e ecologia.

Para Roig (2000) devemos explorar as relações entre o processo de queda foliar, atividade cambial e fatores climáticos, a fim de compreender melhor o comportamento do crescimento de cada espécie arbórea tropical, incluindo o ritmo da atividade cambial e a formação dos anéis de crescimento anuais.

Em estudo dendrocronológico realizado em árvores no Estado de São Paulo Lise *et al.*, (2008) constatou que considerando a análise dos dados fenológicos, geralmente podemos concluir que, para as espécies estudadas, perdem suas folhas na estação seca. Para Roig (2000) estes resultados indicam que o estresse provocado por períodos de seca severa foi o fator-chave para iniciar a queda das folhas das espécies das florestas semidecíduas do Brasil. Esta fase fenológica ocorre quando o câmbio vascular é menos ativo. Esse comportamento é considerado típico para a época em função das condições climáticas das florestas semi-decíduas (LISE *et al.*, 2008). Embora a seca pareça ser o principal fator que influencia a fenologia foliar, outros fatores como a duração do dia, a temperatura ou mesmo variações genéticas também podem estar envolvidos (MORELLATO *et al.*, 1989). Muitos autores afirmam que menor precipitação durante o inverno, reduz fortemente a taxa de crescimento radial em muitas espécies de árvores na região neotropical (PRÉVOST & PUIG, 1981; DÉTIENNE, 1989). Os resultados da taxa reduzida de incremento para o crescimento durante novembro a fevereiro (estação seca) e uma taxa mais rápida durante março a junho (começo da estação chuvosa), confirmam estes resultados, para a *Pseudobombax marginatum* presente no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

Considerando dados Fitossociológicos, a densidade, frequência e dominância das espécies são determinadas pelas variações topográficas, tipo de solo e pluviosidade. Temos como uma das mais importantes características observadas em árvores da Caatinga, o fato

de que suas folhas e flores são produzidas em um curto período de chuvas enquanto o ecossistema permanece relativamente dormente durante a maior parte do ano. A vegetação herbácea também cresce somente durante as chuvas curtas e esparsas (RIZZINI *et al.*, 1988).

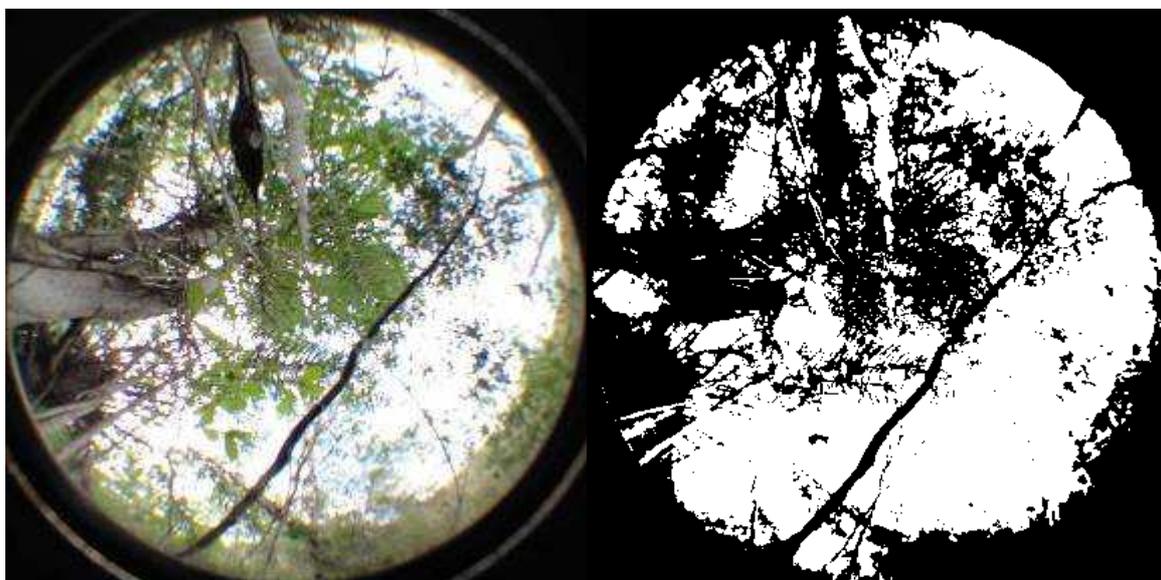


Figura 3.3.1. Foto hemisférica + “*Threshold*” GLA, para análise da cobertura do dossel em fevereiro de 2010 no “*Canyon*” da Toca da Onça em Tobias Barreto-SE.



Figura 3.3.2. Foto hemisférica + “*Threshold*” GLA, para análise da cobertura do dossel em Setembro de 2010 no “*Canyon*” da Toca da Onça em Tobias Barreto-SE.

No “*Canyon*” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE para fevereiro (verão) e setembro (inverno) de 2010 a vegetação arbórea-arbustiva demonstrou significativamente comportamento fenológico de queda das folhas. Em fevereiro (final do período seco) observamos grande queda foliar (Figura 3.3.1), uma resposta fisiológica ao aumento de temperatura e redução do volume hídrico nesse período do ano (outubro-março). Em setembro (final do período chuvoso), ou seja, após os meses de maior regime hídrico e menores temperaturas (abril-setembro), há um incremento foliar bastante significativo na vegetação (Figura 3.3.2). Esse registro reforça que há na Caatinga o que Rizzini (1988) havia descrito que as plantas crescem em determinado período do ano e permanecem dormentes no restante. Secas sazonais severas controlam a periodicidade de crescimento endógena de árvores tropicais pelo aumento da abscisão das folhas ou causando ecodormência (URQUIZA, 2008).

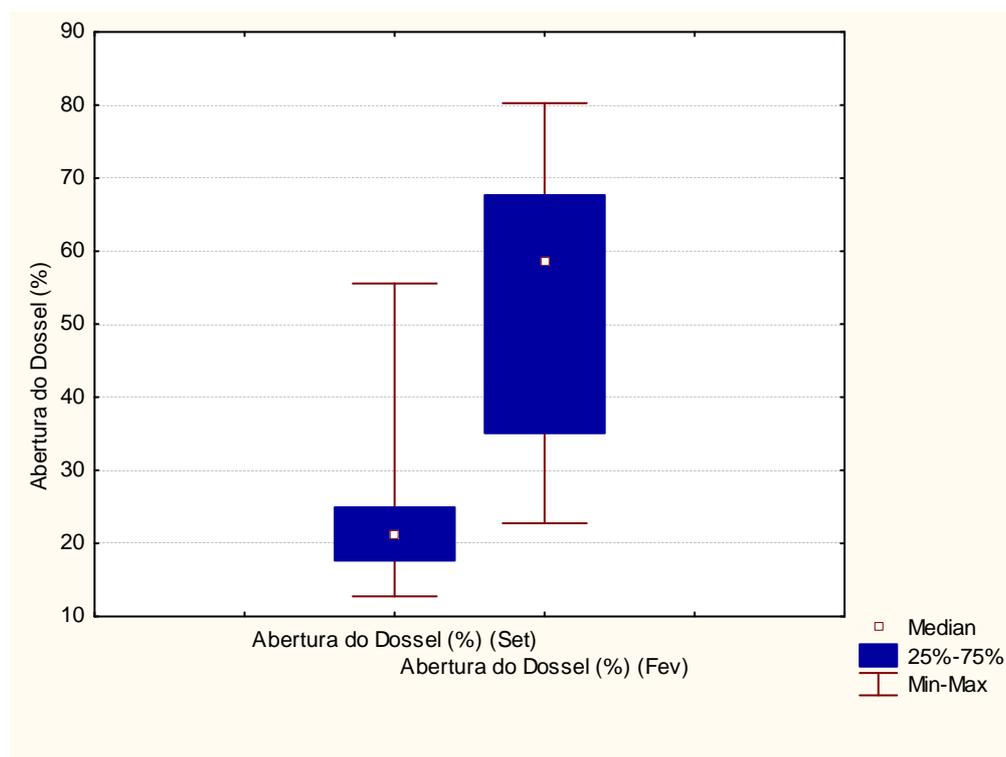


Figura 3.3.3. Abertura do Dossel entre os períodos de setembro e fevereiro de 2010 no “*Canyon*” da Toca da Onça. Serra dos Macacos em Tobias Barreto – SE.

Para a frequência de abertura no dossel entre os meses de fevereiro e setembro de 2010, no “*Canyon*” da Toca da Onça, verificou-se significativa diferença entre os períodos (Figuras 3.3.3 e 3.3.4). Isso demonstrou que há variação na cobertura do Dossel entre o período seco (fevereiro) e chuvoso (setembro) e que existe diferença entre a intensidade

luminosa e a insolação diária que a comunidade vegetal presente no “Canyon” da Toca da Onça recebe entre esses períodos (fevereiro e setembro). Deste modo, a luz incidente apresenta maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, que é favorável ao desenvolvimento das plantas (LIMA, 2005), no período seco e menor no período chuvoso. Isso demonstra que as plantas respondem de modo diferente quanto à disponibilidade de luz e água. Durante o período de maior intensidade luminosa há grande contribuição para o maior recrutamento de plântulas e formação dos anéis de crescimento. Observou-se que a maior cobertura foliar em setembro (em função do menor espalhamento da abertura da copa), representa a resposta fisiológica dada pelas plantas em função do período de chuva que se inicia em março e segue até agosto na Serra dos Macacos (Tobias Barreto-SE) (Figura 3.3.4).

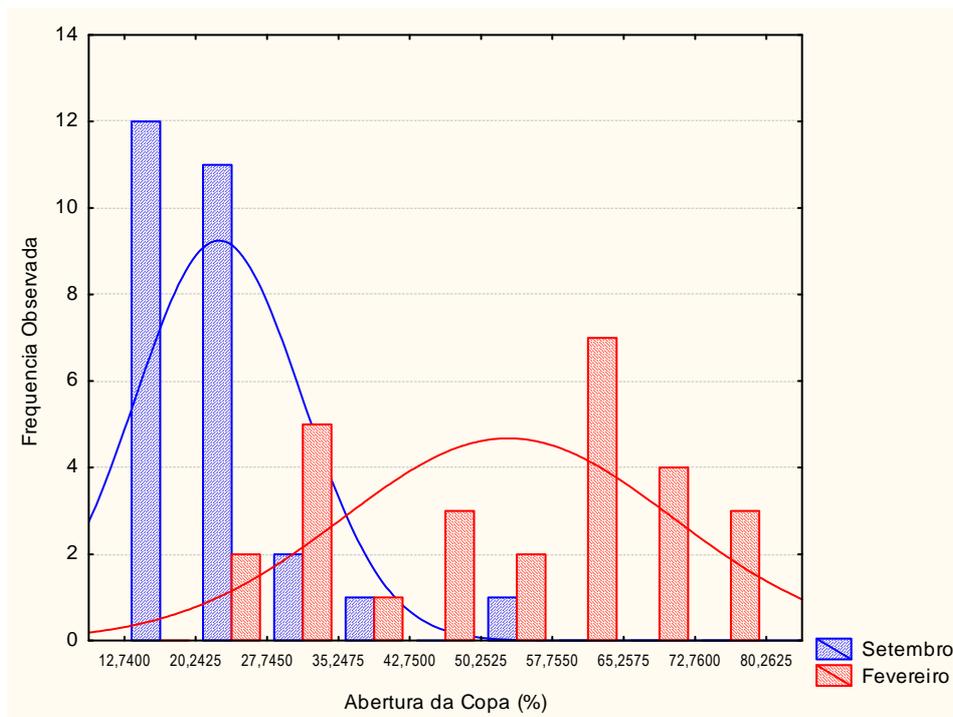


Figura 3.3.4. Frequência de abertura do dossel (n = 24 pontos de amostragem) nos meses de fevereiro e setembro de 2010 no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto – SE.

No mês de setembro a copa foliar apresenta-se bastante fechada e está com 23% a 28% de sua abertura foliar percentual, respectivamente para o lado direito e esquerdo do “Canyon” da Toca da Onça. Essa característica demonstra a semideciduidade da vegetal presente na “Canyon”. Para fevereiro verificamos uma abertura foliar percentual 61% e 60%, para o lado direito e lado esquerdo, respectivamente. Para o centro das parcelas

observamos que há uma relativa manutenção da cobertura foliar percentual, apresentando 35,5% de abertura para fevereiro. No mês de setembro a abertura foliar manteve-se em torno de 19%. A análise da variância demonstrou que o canal central ou ripário tem efeito significativo na cobertura foliar do dossel. No entanto, ao contrário do que se previa há uma abertura menor no dossel no mês de fevereiro, demonstrando que as pequenas lagoas que se formam ao longo do riacho Macacos, mesmo com pouca água (água bastante salina no período seco) influenciam na cobertura do dossel.

No sub-bosque e no dossel tanto do lado direito quanto do lado esquerdo há incremento foliar no bosque quando comparado com o do sub-bosque. Observamos um aumento de 3 a 5 vezes maior em sua área foliar, quando comparado os períodos seco (fevereiro) ao pós-chuvoso (setembro). Já no centro (CE), onde há o canal do Riacho Macacos, há uma manutenção da cobertura da copa numa razão entre 1.7 a 2.2 (para o sub-bosque e bosque), aproximadamente duas vezes menor do que quando comparado aos lados direito e esquerdo (VER CAPÍTULO 2).

3.4 Cronologia de *Pseudobombax marginatum* e relação com o clima

Os resultados deste estudo indicaram que *P. marginatum* apresentou anéis de crescimento anuais claramente demarcados anatomicamente e que as variações das larguras radiais dos anéis são fortemente controladas pelas características climáticas durante a estação anual de crescimento. Tanto a precipitação como a temperatura, correlacionaram-se significativamente com a formação dos anéis de crescimento. A precipitação (balanço hídrico) é o fator principal que induziu a atividade cambial e a formação dos anéis de crescimento, visto que as novas células formaram-se entre março-abril a julho-agosto de cada ano, quando as plantas tinham maior disponibilidade de água e estavam metabolicamente ativas com a copa formada. No entanto, as temperaturas crescentes entre setembro e dezembro, contribuíram para estimular a queda foliar, a diminuição do metabolismo e da atividade do cambio vascular (formação do lenho tardio). Segundo Morales *et al.* (2001) temperaturas muito elevadas durante a estação de crescimento atuam aumentando a evapotranspiração e reduzindo a disponibilidade de água no solo. Deste modo, se há relação negativa entre temperatura e precipitação, há relação inversa entre temperaturas de verão e crescimento radial.

Este trabalho representa a primeira cronologia para anéis de crescimento desenvolvida com *Pseudobombax marginatum*, como também, é o primeiro registro dendrocronológico para a Caatinga e Estado de Sergipe. A cronologia obtida excedeu a apenas 60 anos devido às idades das plantas coletadas, porém na região pode existir populações desta espécie mais antigas e que poderão proporcionar outras cronologias maiores no tempo. Para o Nordeste foram feitos apenas dois trabalhos que retratam anéis de crescimento em árvores do bioma Caatinga, no entanto, nenhum destes trabalhos resultou em cronologia (TSUCHIYA, 1990; LAZARO-SILVA, 2006).

A cronologia de *P. marginatum* conta com um número significativo de indivíduos (51) e de séries (83), com valores de intercorrelação de 0,449 e sensibilidade média de 0,522 (Figuras 3.4.1 e 3.4.2). Considerando que foram amostrados 57 indivíduos e foram utilizados 51 na montagem da cronologia, verificou-se uma porcentagem de sucesso de datação cruzada de 98,5%. Considerando a quantidade de raios amostrados, 99, e utilizados na cronologia, 83 (Figura 3.4.3), a porcentagem de sucesso diminuiu para 83,8%. Estes números demonstram que a *P. marginatum* estudada na Serra dos Macacos - SE é passível de datação cruzada e que a maioria dos indivíduos retêm um sinal comum da população.

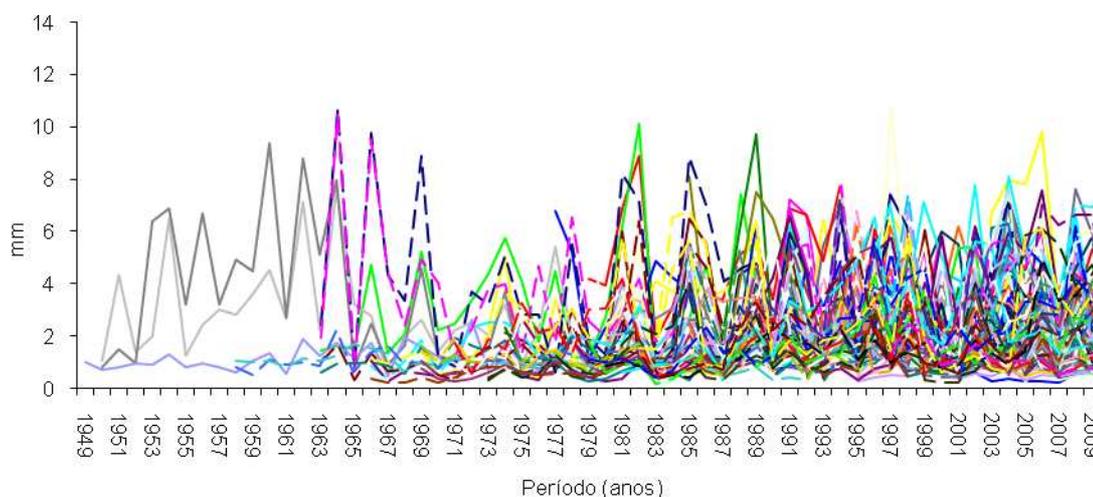


Figura 3.4.1. Séries radiais em medidas originais (mm), de *Pseudobombax marginatum* após o procedimento de datação cruzada e que compuseram a cronologia do crescimento.

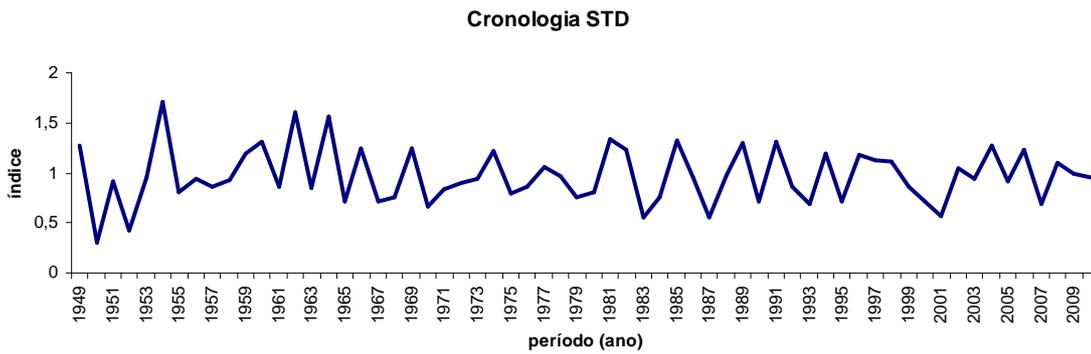


Figura 3.4.2. Cronologia Standard de *Pseudobombax marginatum* do “Canyon” Toca da Onça, Serra dos Macacos, SE.

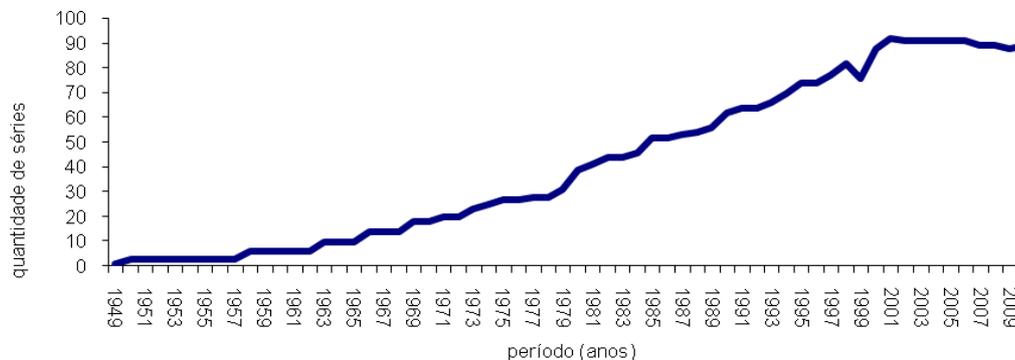


Figura 3.4.3. Quantidade de séries que compuseram a cronologia de *Pseudobombax marginatum* ao longo do período de 62 anos (1949-2010) analisados.

Na cronologia de *Pseudobombax marginatum* obtida, foram testados 2353 anéis de crescimento de um total de 2354 anéis nas séries. Ao final do processo analítico com o programa COFECHA, verificou-se que muitas séries apresentaram valores de intercorrelação superiores a 0,70, alcançando valores de até 0,84. No entanto, verificou-se também que ao final deste processo de datação cruzada, 151 segmentos de 20 anos (visto que foi selecionado um segmento de 20 anos com janela de 10 anos no programa COFECHA) ainda apresentaram problemas, sendo que as melhores correlações foram inferiores a valor de significância de 0,5155 porém sem possibilidade de ajustes (erros tipo A) ou com indicações de possíveis ajustes (erros tipo B) muito difíceis de serem solucionados. Mesmo assim, os valores de inter-correlação entre as séries que compuseram esta cronologia foi em média de 0,449, com mínimo de 0,210 e máximo de 0,716, demonstrando ser boa a correlação entre as séries. Além disso, a porcentagem de anéis ausentes foi inferior a 3,0%. Isso indicou os bons resultados do processo de datação

cruzada e possibilidades de melhoria da qualidade da cronologia, ou mesmo, por uma nova amostragem, a possibilidade de desenvolver cronologias de mais alta qualidade.

Neste texto foram também apresentadas as cronologias Residual e Arstan (Figuras 3.4.4. e 3.4.5.) a fim de demonstrar a pouca diferença entre estas e a cronologia Standard (Figura 3.4.2). Uma vez co-datadas as séries de anéis de crescimento pela datação cruzada utilizando o programa COFECHA, a cronologia dos anéis de crescimento é obtida através do programa ARSTAN (COOK & HOLMES, 19984). Segundo Lara *et al.*, (2000), este programa realiza estandarizações com as séries individuais de cada árvore, existindo a opção de ajustar as diferentes curvas teóricas (retas, exponencial negativa, horizontal etc.), as quais tratam de reproduzir as tendências biológicas do crescimento. Medições mais rígidas para ajuste das curvas preservam um maior percentual da variação de baixa frequência. Neste caso, o programa ajusta a curva a uma exponencial negativa, ou em seu desfecho, a uma regressão linear, a qual assegura a eliminação do efeito do cambio na taxa de crescimento da árvore devido a sua idade e preserva a variância de baixa frequência. Em análises de componentes principais com a finalidade de comparar as variações do crescimento em longo prazo, como o crescimento inter-anual, aplica-se as cronologia Arstan e Residual.

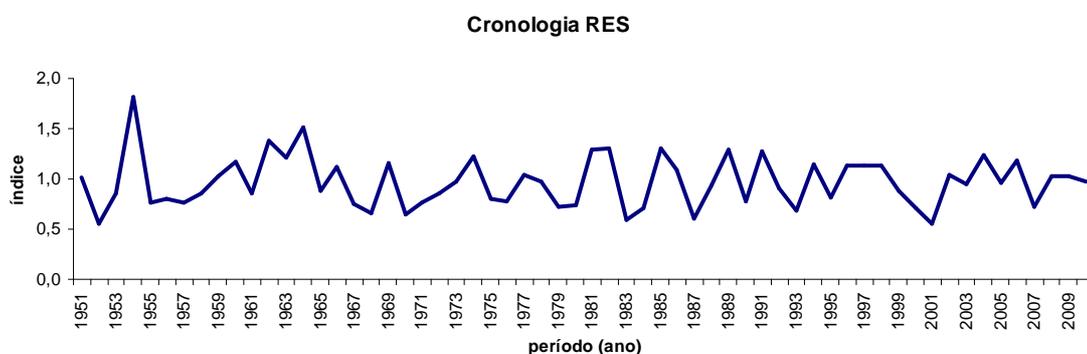


Figura 3.4.4. Cronologia Residual de *Pseudobombax marginatum* do “Canyon” Toca do Onça, Serra dos Macacos, SE.

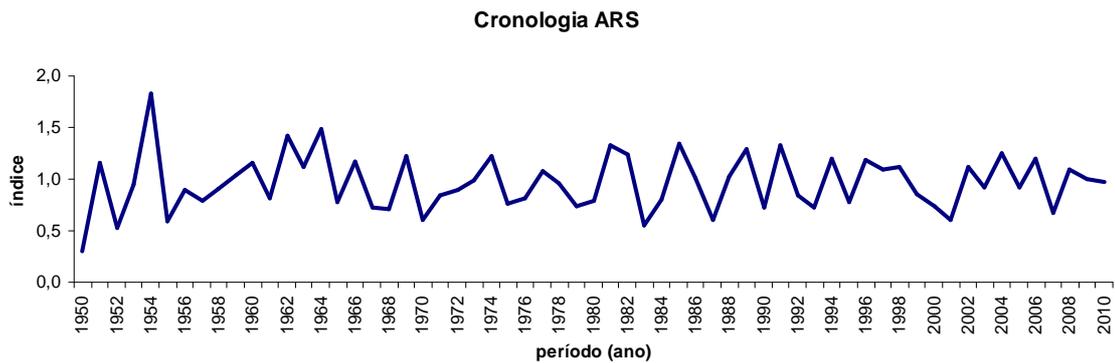


Figura 3.4.5. Cronologia Arstam de *Pseudobombax marginatum* do “Canyon” Toca do Onça, Serra dos Macacos, SE.

A análise dos componentes principais indicou que os primeiros componentes das cronologias Arstan e Residual explicaram respectivamente 64,58% e 61,23% da variância total no crescimento anual dos anéis nos últimos 62 anos. Isso indica que os incrementos radiais anuais respondem em primeiro lugar a um macro-ambiental regional que é o clima. Devido à alta similaridade entre as variâncias anuais do crescimento radial, todas as cronologias Arstan e Residual tem significado positivo para os primeiros componentes (LARA, *et al.*, 2000).

Esta cronologia comparada com os registros de clima (precipitação de 1914 a 2010 e temperatura de 1948 a 2010), considerando um período comum com toda a cronologia que iniciou em 1949 e terminou em 2010 (Figura 3.4.6). Esta análise indicou que a precipitação foi um fator climático importante para o crescimento das plantas e a produção de anéis de crescimento em *Pseudobombax marginatum*. Os resultados indicaram que a precipitação do período de março a junho do ano corrente foi significativo ($p < 0,05$). A temperatura dos meses de setembro a novembro do ano anterior, também mostrou uma correlação significativa ($p < 0,05$).

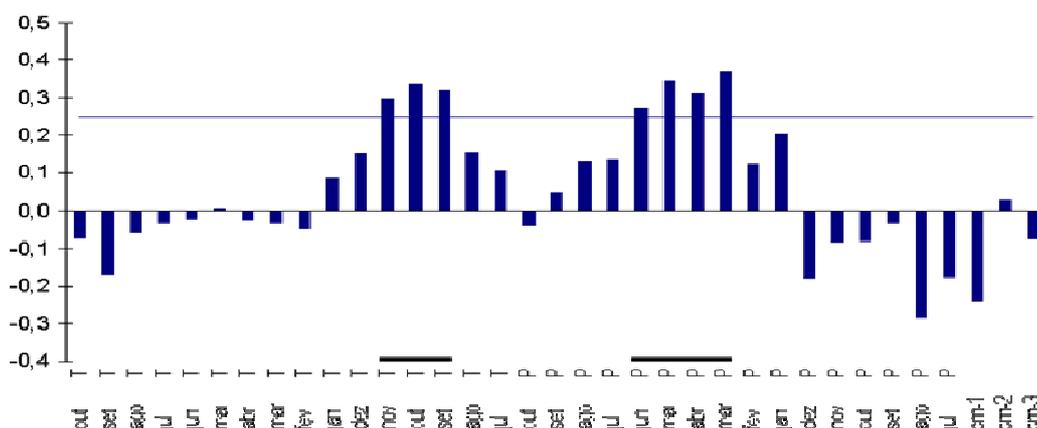


Figura 3.4.6. Correlograma entre a cronologia e as variáveis climáticas das séries de temperatura e precipitação registradas para a superfície do mar na altura de Sergipe-Brasil (NOAA) e, a estação meteorológica da Samambaia-SE (SEMARH-SE), respectivamente.

O período de precipitação na região sudoeste de Sergipe (março a julho), com as maiores taxas de precipitação pluviométrica, coincidiu com os resultados de análises de correlação, indicando ser este fator o mais significativo para a ativação do metabolismo e da atividade do câmbio na formação dos anéis de crescimento. A temperatura durante o período do outono também diminuiu historicamente em 5°C e aumentou rapidamente a partir de setembro alcançando os maiores valores até dezembro. Dessa forma, a temperatura foi significativa para a redução ou inativação da atividade cambial no ano anterior. Entende-se, portanto, que a temperatura foi importante fator para a formação do lenho tardio e do limite final do anel de crescimento, enquanto que a precipitação foi o fator responsável pela retomada da atividade cambial e produção do lenho inicial persistindo até o início do lenho tardio. Estes resultados coincidiram com as observações realizadas pelas fotos hemisféricas registradas entre os períodos de fevereiro (estação seca) e setembro (estação pós-chuvosa) onde ocorreu diferença significativa entre a queda e a produção de folhas, respectivamente.

3.5 Dendroecologia de *Pseudobombax marginatum* e conservação da mata ripária do “Canyon” Toca do Onça

Os resultados anatômicos juntamente com sua correlação com os aspectos climáticos sazonais de temperatura e precipitação da região de Tobias Barreto, SE, também com o

período anual claramente marcado de perda de folhas e diminuição do metabolismo do *Pseudobombax marginatum* no período da seca e por fim da cronologia obtida para esta espécie e sua correlação com o clima regional, permitiu inferir a característica de que esta espécie produz anéis de crescimento anuais em seu tronco. Para Worbes (1990) o ritmo de crescimento pode responder a estações secas de no mínimo dois ou três meses com menos de 60 mm de chuva por mês. Deste modo, as condições do ambiente favorecem a produção de uma camada de crescimento por ano, o que ajuda a explicar porque as espécies estudadas têm ritmo de crescimento anual. Desta forma foi possível classificar as plantas que compuseram a cronologia em categorias de idades conforme mostra a Figura 3.5.1.

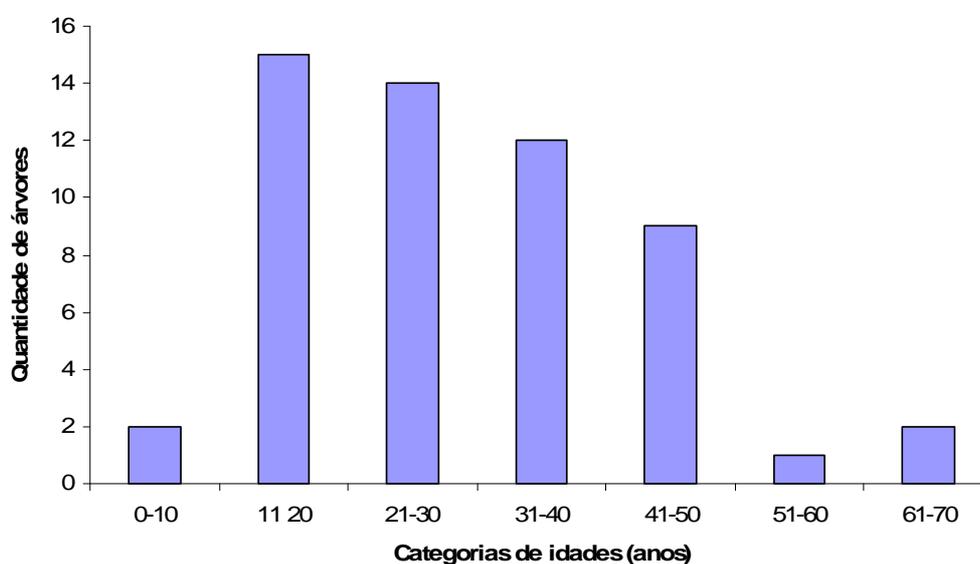


Figura 3.5.1. Categorias de idades das plantas de *Pseudobombax marginatum* do “Canyon” Toda da Onça, Tobias Barreto, SE.

A maior idade encontrada para as árvores de *Pseudobombax marginatum* foi 62 anos. A maioria das plantas apresentaram idades entre 11 e 50 anos (Figura 3.5.1.). Desta forma, a *P. marginatum* foi classificada como espécie pioneira e/ou secundária inicial, considerando o papel desta espécie no ambiente de estudo. Além disso, a presença de outras espécies consideradas secundária a clímax como *Schinopsis brasiliensis* (braúna), *Anadenanthera colubrina* (angico) e *Handroanthus impetiginosus* (pau-d’arco) fortaleceu a classificação atribuída ao *P. marginatum*. Deve-se ainda considerar que estas espécies secundárias e/ou clímax não foram estudadas quanto à produção de cronologias e assim não foi possível até o momento determinar as idades destas plantas na região.

Urquiza (2008) relata que pesquisas têm revelado as idades de árvores tropicais, onde, algumas investigações têm divulgado idades máximas que não chegam a 200 anos (GAMMAD, 1989 (73 anos); WORBES, 1989 (110 anos); ISHII, 1998 (151 anos); TROUET *et al.*, 2001 (70 anos); DEZZEO *et al.*, 2002 (76 anos); MENEZES *et al.*, 2002 (111 anos); DÜNISCH *et al.*, 2003 (170 anos); URQUIZA 2004 (161 anos); COURALET *et al.*, 2005 (168 anos); LÓPEZ *et al.*, 2006 (96 anos); SANTOS JR., 2006 (114 anos)). Outros autores relataram idades máximas superiores a 200 anos para espécies tropicais (WORBES, 1990 (400 anos); VETTER & BOTOSSO, 1993) (480 anos); SCHÖNGART *et al.*, 2000 (230 anos); FICHTLER *et al.*, 2001 (530 anos); WORBES *et al.*, 2003 (220 anos); BRIENEN & ZUIDEMA, 2006 (427 anos); SCHÖNGART *et al.*, 2006 (340 anos).

Árvores de dossel e emergentes apresentam valores mais altos de taxa de crescimento quando adultos, já que, indivíduos grandes possuem a copa mais exposta à luz do que árvores pequenas do sub-bosque (WORBES *et al.*, 2003). A determinação da idade de árvores tropicais requer a aplicação de vários métodos independentes de pesquisa, dentre eles, investigações macroscópicas e anatômicas da madeira (WORBES, 1989b).

Para Damasceno Jr. (2005) a estrutura mais alta em áreas intermediárias pode estar relacionada a fatores como a declividade do terreno, que é bastante acentuada nas áreas a 800 m, a pequena profundidade dos solos em relação às áreas a 800 m, a baixa profundidade dos solos em relação às áreas de 400 m e 600 m e a ação do vento, que é menos intensa em áreas de 400 m e 600 m. Para Urquiza (2008) os fatores responsáveis pela diminuição da altura do dossel a 800 m de altitude podem ser responsáveis por regular a mortalidade de árvores mais velhas que atingem tamanhos maiores na mata. Com isso, a floresta passa por contínuo recrutamento de indivíduos jovens, o que explica a escassez de indivíduos com idades maiores do que 200 anos e a predominância de árvores mais jovens na população estudada.

Segundo Borchert (2000) espécies decíduas têm sistema radicular superficial e quando a superfície do solo perde umidade no início da estação seca, o potencial hídrico da folha e caule declina a valores muito baixos e ocorre a abscisão das folhas e ramos. A quebra da dormência dos ramos ocorre após as primeiras chuvas terem restaurado a umidade do solo superficial. Segundo Schüngart *et al.*, (2000) na Amazônia central árvores que crescem mais lentamente quando jovens possuem madeira mais densa, como foi verificado com a espécie pioneira *Pseudobombax munguba* e a climácica *Piranhea trifoliolata*.

O comportamento de crescimento das árvores de *Pseudobombax marginatum* estudadas mostrou variações significativas (Figura 3.5.2). A taxa média anual de incremento das plantas estudadas foi de 2,15 mm/ano (máxima 11,78 mm/ano e mínima 0,16 mm/ano), sendo que a população apresentou média de idade de 27 anos.

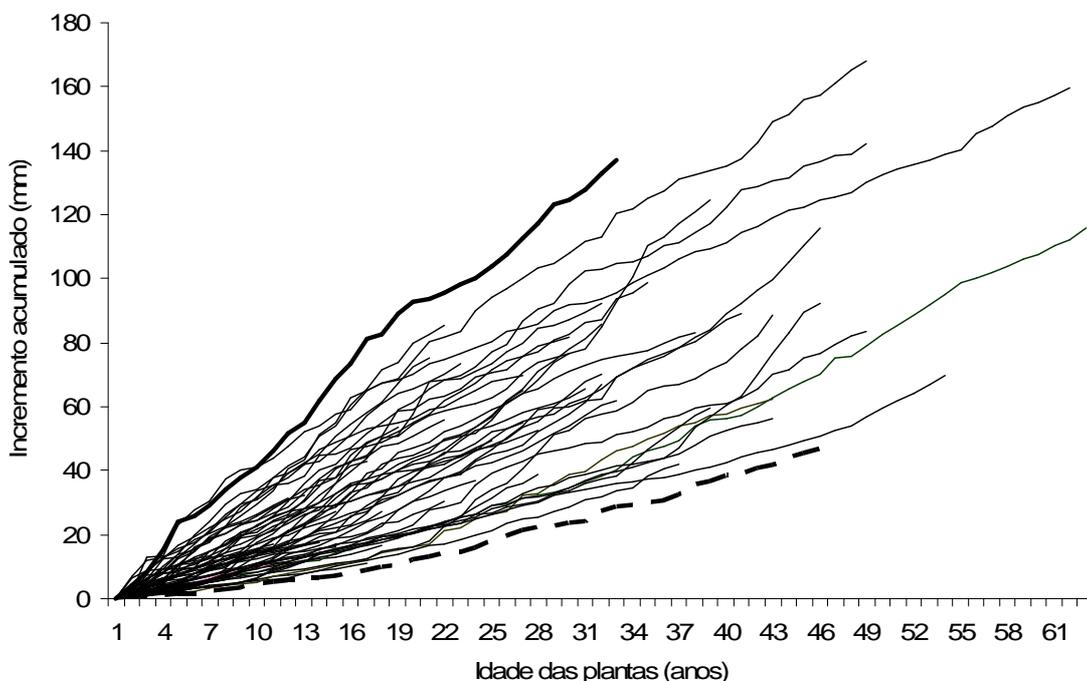


Figura 3.5.2. Incrementos acumulados dos troncos das árvores de *Pseudobombax marginatum* no “Canyon” da Toca da Onça, Tobias Barreto-SE. A linha espessa e contínua mostra um exemplo de planta com maiores taxas de incremento do tronco. A linha espessa e pontilhada mostra aquela com as menores taxas de incremento.

Segundo Urquiza (2008) a possibilidade de se determinar as taxas de crescimento e idade das árvores é de grande importância, tanto para Ciências Florestais como para a Ecologia. A determinação de ciclos de corte, regimes de desbastes e a estimativa dos cortes e volumes admissíveis são baseados nesses conhecimentos. Constituem informação fundamental para estudos sobre poluição e impactos ambientais, manejo de florestas sobre o ponto de vista exploratório como recursos renováveis, bem como para estabelecimento de estratégias de ação e proteção de florestas ameaçadas de extinção (ISHII, 1998).

Pela Figura 3.5.2, verificou-se que as árvores de *Pseudobombax marginatum* tiveram taxas de crescimento variáveis no início da sua vida que se mantiveram ao longo dela. As plantas que apresentaram as maiores taxas de incremento acumulado do tronco no início da vida (representada pelo exemplo da planta com linha mais espessa e contínua na Figura

3.5.2) conseguiram manter este crescimento até os dias atuais. Por outro lado, as plantas que cresceram menos no início de sua vida, mantiveram taxas de crescimento menores ao longo da mesma (como mostra o exemplo indicado na Figura 3.5.2 com linha espessa e pontilhada). Mudanças de ritmos que crescimento devido a aberturas de dossel por queda de árvores vizinhas ou deslizamentos de terra e rochas, também não se verificou através das análises realizadas. Aprofundando os estudos com análises matemáticas específicas, as plantas sujeitas a tais distúrbios locais poderão ser identificadas.

Na determinação precisa da idade de cada planta estudada deve-se considerar todos os anéis de crescimento formados no tronco, ou seja, como as amostras foram coletadas a 1,30 m de altura, não seria possível contar os anéis formados abaixo desta medida. A determinação da idade pode ser então estimada considerando as taxas de crescimento de cada planta para acrescentar uma quantidade de anéis que provavelmente foram formados até a altura do CAP, seguindo convenção internacional. Mas deve ser realizada com cautela. Considerando os primeiros anéis de crescimento medidos nas séries das plantas estudadas (não a idade exata delas) como o início das taxas de incremento, obtiveram-se os anos mais próximos ao nascimento das plantas. Assim, as taxas de incremento acumulado nos troncos das plantas foram plotados na Figura 3.5.3. As linhas espessas e contínuas apresentadas na Figura 3.5.3, mostram dois exemplos de planta com altas taxas de incremento do tronco no início de suas vidas e com diminuição destas taxas após aproximadamente 10 anos (modelo de crescimento 01). As linhas espessas e pontilhadas mostraram dois exemplos de plantas que tiveram baixas taxas de crescimento nos primeiros anos de vida e que mantiveram estas taxas, com leve aumento, ao longo da vida (modelo de crescimento 02). Observou-se que estas plantas foram as mais velhas encontradas nas parcelas de estudo e que as demais plantas, mais jovens, seguiram estes dois modelos de crescimento. Possivelmente estes resultados indicam que a posição fitossociológica que cada planta ocupa na floresta e que as taxas de crescimento são influenciadas pela disponibilidade de água, luz e nutrientes disponíveis.

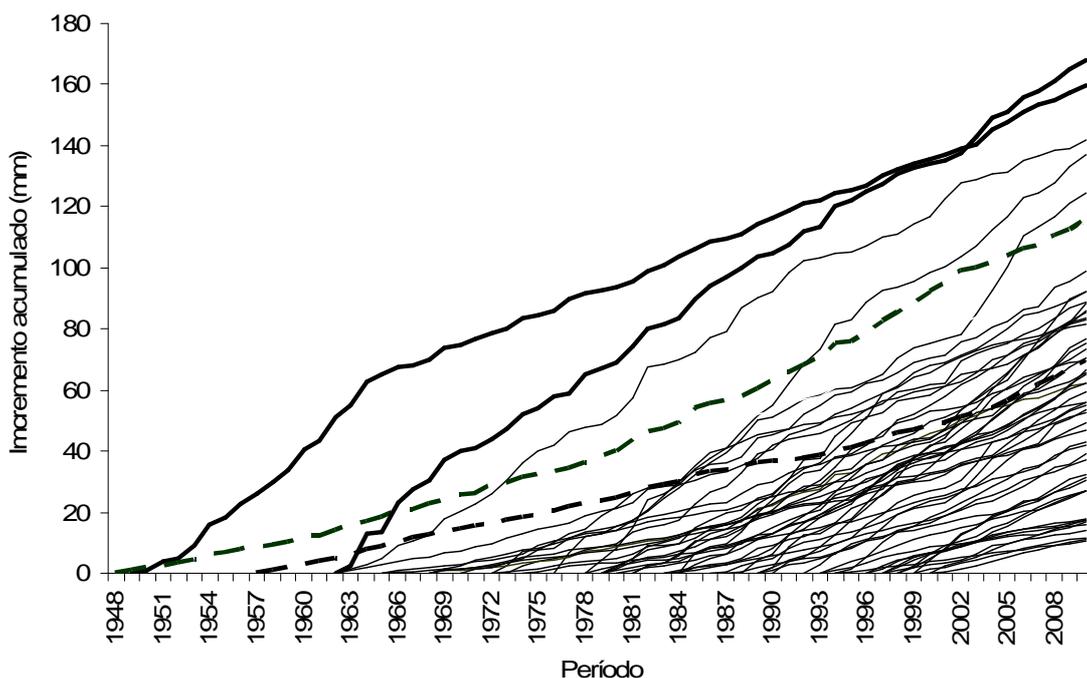


Figura 3.5.3. Incremento acumulado do tronco de *Pseudobombax marginatum* em função do ano mais próximo ao nascimento das plantas. Modelo de crescimento 01 (linhas espessas e contínuas). Modelo de crescimento 02 (linhas espessas e pontilhadas).

Verificou-se também, pelos resultados das taxas de incremento radial das plantas estudadas que não existe uma tendência a estabilização do crescimento das plantas em função da idade, indicando provavelmente, que a mata ripária do “Canyon” Toca da Onça esta em sucessão com o desenvolvimento de espécies mais longevas (secundárias e clímax) ou mesmo em processo de regeneração.

Na análise da composição arbórea, quatro espécies destacaram-se pelo seu IVI, o calumbi, *Peptadenia stipulacea*, dicurizeiro *Syagrus coronata*, Angico *Anadenanthera columbrina* e a Peroba *Pseudobombax marginatum*. Ou seja, estas espécies tem importância ecológica e ampla distribuição no “Canyon”. Avaliando o padrão de distribuição espacial e a abundância de três dessas espécies observou-se a forte dependência do canal ripário (Figura 3.5.4). O Angico que apresenta ampla distribuição e ocorrência nas Caatingas, florestas decíduas altas, a Mata Atlântica, o Cerrado, o Pantanal Mato-Grossense e campos rupestres ou de altitude, no gradiente de umidade ocorre nas margens do “Canyon”, enquanto que a palmeira Dicurizeiro independe das condições e distância do riacho, tendo distribuição aleatório. A Peroba tem distribuição agregada indicando dependência da distância da água. Esses grupos de plantas desempenham papel

ecológico fundamental dentro da comunidade estabelecida no “*Canyon*” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

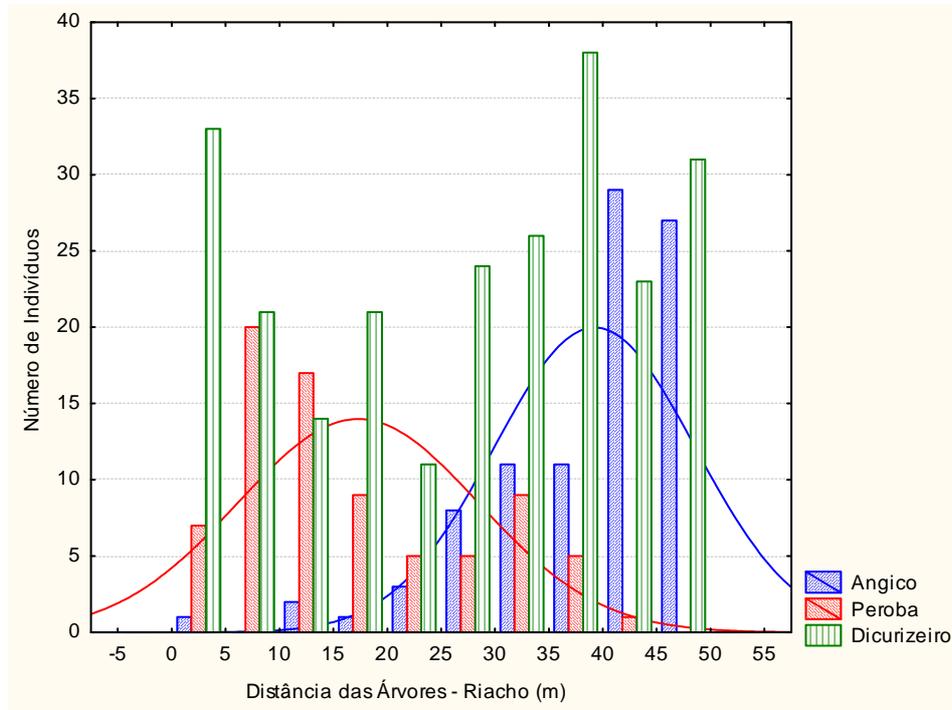


Figura 3.5.4. Distribuição espacial do número de indivíduos em função da distância ao Riacho Macacos no “*Canyon*” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

As árvores com CAP superior a 100 cm distribuem-se de forma independente da distância do riacho no “*Canyon*” da Toca da Onça (Figura 3.5.5). No entanto, sugere que as árvores que possuem CAP > 100 cm apresentam distribuição média entre 5 a 25 m de distância do riacho, tanto do lado direito quanto esquerdo. O teste F (ANOVA) demonstrou que a variância esperada é menor que a observada, em função desse grupo árvores que está bem acima da média, as árvores com CAP >100 cm. Em função deste resultado podemos dizer que essas árvores são determinantes importantes na manutenção do sistema ecológico, quanto às condições ambientais tais como, sombreamento, luminosidade, umidade, temperatura e distribuição de nutrientes, etc. As árvores menores que 100 cm distribuem-se aleatoriamente entre 15 e 30 metros do riacho. Quanto mais próximo do riacho maior foi o CAP e quanto mais distante do riacho a variação dos diâmetros das plantas foi maior. A estrutura da vegetação arbórea–arbustiva maior que 6 cm de CAP teve distribuição em “J” invertido (Figura 3.5.5) (para um n = 1886 indivíduos) o que é típico

de floresta madura com estruturada estável, tipo clímax, com muito indivíduos jovens e poucos adultos (NUNES, 1999).

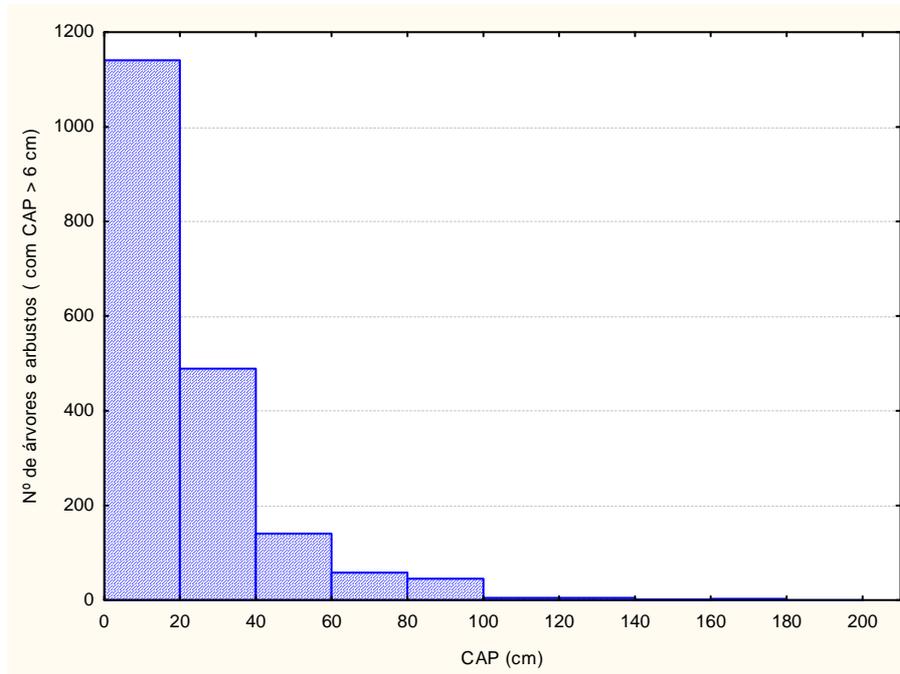


Figura 3.5.5. Distribuição do J invertido de árvores e arbustos das árvores com CAP > 6 cm no “Canyon” da Toca da Onça na Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

A distribuição e abundância de 8 espécies de bromélias com predominância das *Aechmea multiflora* (Puxa), cujo fruto de 2 kg é item alimentar de mamíferos tais como o macaco guigó *Callicebus barbarabrownae* Hershkovitz. Analisando a relação entre a estrutura vertical, altura e CAP das árvores, verificou-se que não há relação significativa. No entanto, a distribuição das maiores “manchas” de bromélias ocorreram a partir dos 25 m de distância do Riacho Macacos, assim como as maiores concentrações de bromélias ocorreram entre os indivíduos que apresentaram altura da copa próxima aos 12 m (Figura 3.5.6). Assim, a distribuição das bromélias terrestres não é aleatória, ou seja, tende a agrega-se mais no lado direito do que no esquerdo, onde a inclinação do terreno do “Canyon” é de aproximadamente 34° a 39°, o que explica a compensação ao epifitismo e tendência das árvores serem muito baixas (Figura 3.5.6). Isso está de acordo com a cobertura arbórea e resultado LAI. Esse resultado ocorre possivelmente pela diferença de inclinação entre o lado direito e esquerdo do “Canyon”.

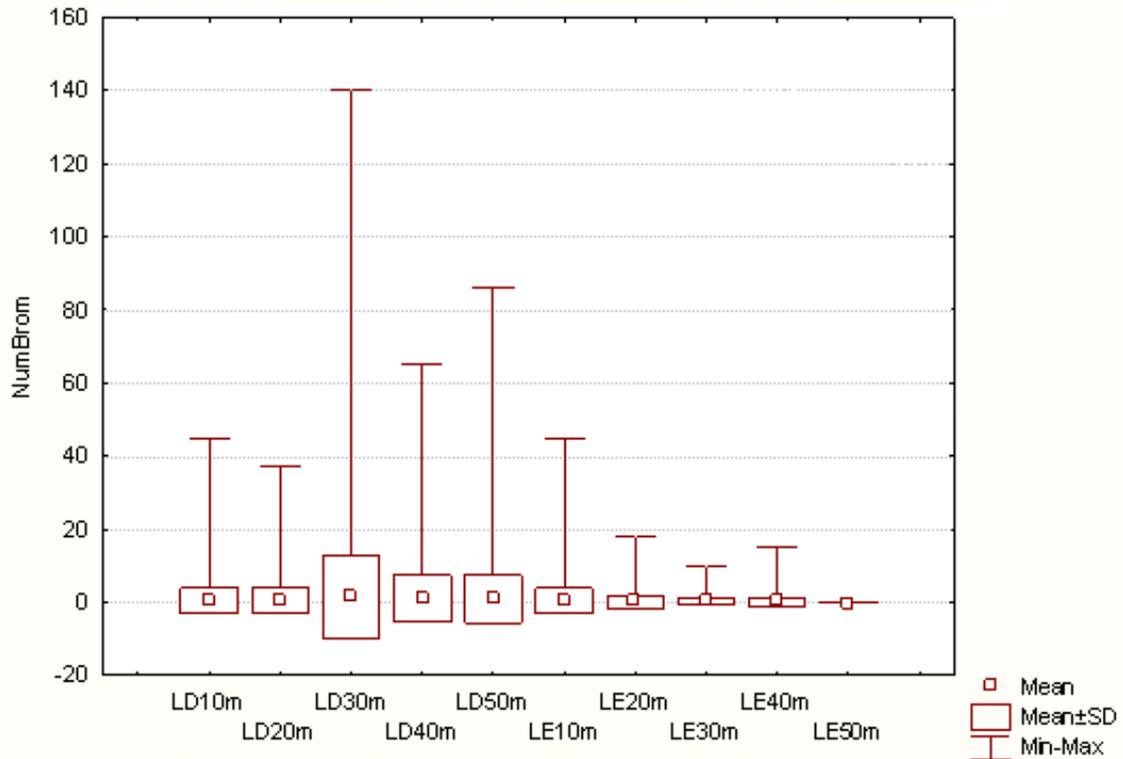


Figura 3.5.6. Distribuição espacial do número de bromélias em função dos lados direito (LD) e esquerdo (LE) no “Canyon” da Toca da Onça em Tobias Barreto-SE. **Estatística: KW-H(9,2128) = 16,396, p = 0,0591; F(9,2118) = 1,9687, p = 0,0392.**

Essa agregação é, provavelmente, resultado do maior aporte de nutrientes existentes nas encostas do “Canyon” em função da dinâmica natural do solo afetado pelas condições climáticas a qual a Serra dos Macacos está submetida. Estudos recentes têm demonstrado a importância da topografia e dos mecanismos que ocorrem em áreas com relevo declivoso, como por exemplo, o fluxo de água e nutrientes do topo para a base e sua influência nas propriedades químicas e físicas do solo (NEARY *et al.*, 2009), que em interação com a vegetação e a incidência de luz, podem determinar diferenças na composição e distribuição de muitas espécies arbóreas (ELLUM *et al.*, 2010).

Constatou-se que o incremento de indivíduos jovens da *P. marginatum* principalmente nos últimos 20 anos pode indicar um regime sucessional presente na área de estudo, o que potencializa a necessidade de conservação desse ecossistema. Visto que a nascente do riacho Macacos está em franco processo de desmatamento para formação de pastagem de gado o que foi verificado pelos resultados de cobertura do dossel na parcela 3 (VER CAPÍTULO 2), a comunidade arbórea-arbustiva presente no “Canyon” da Toca da Onça está seriamente ameaçada em função do comprometimento de seu principal recurso, o

riacho Macacos, já que a mata ciliar atua como protetora natural da nascente. Apesar de sua inegável importância ambiental tais florestas vêm sendo erradicadas em várias partes do Brasil (BERG & OLIVEIRA-FILHO, 2000).

Segundo Petts (1990) a mata ripária é uma estrutura determinante da paisagem e um componente essencial dos ecossistemas fluviais. Muito mais do que um mero componente florístico, a mata ripária desempenha funções fundamentais no ecossistema, nomeadamente representa a interface ativa entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, com diversas funções: fornece habitats únicos para a biota, fomenta a diversidade e produtividade biológica, contribui com matéria para alimentar o sistema, retém e inativa os nutrientes de fontes agrícolas, influencia o movimento e migração de aves e de mamíferos, atua como bioindicador de mudanças hidroclimáticas e cria zonas de grande valor paisagístico. Segundo Redford & Fonseca (1986), tais florestas são também essenciais para a sobrevivência da fauna de mamíferos das regiões do cerrado e da caatinga, provendo refúgio, água e alimento.

Mudanças na dinâmica e estrutura do dossel dos fragmentos remanescentes, alterando a produtividade, evapotranspiração, temperatura foliar, penetração de luz interceptação da chuva e temperatura do solo, podem levar à redução de biodiversidade e a mudanças na distribuição e abundância dos organismos (PAULA & LEMOS-FILHO, 2001). Para Vidal *et al.*, (2002), em estudo realizado na Amazônia oriental do Brasil, durante um período de três anos, determinou que a perturbação causada por uma exploração sem manejo controlado provocou danos e alterações biofísicas, resultando, assim, numa diminuição no crescimento das árvores remanescentes. Com esta perspectiva e agora sabendo as idades das plantas de *P. marginatum* que compõem a estrutura da mata ripária do “Canyon” da Toca da Onça, pode-se entender mais claramente a necessidade de conservação deste ambiente.

Os processos que tem um efeito sobre a estrutura local de comunidade podem afetar a persistência de populações ao nível de paisagem, influenciando o seu funcionamento (BELL *et al.*, 1993). Florestas ripárias, por alojarem-se no fundo dos vales, são sistemas particularmente frágeis em relação à erosão, sedimentação dos cursos d’água e outros impactos causados pelo homem nas bacias hidrográficas. Além disso, como o fundo dos vales comumente contém os solos mais férteis de uma bacia, estas florestas são as mais propensas a serem derrubadas para fins agrícolas (BERG & OLIVEIRA-FILHO, 2000). O efeito do desmatamento na Serra dos Macacos esta sendo sentido principalmente junto da

nascente do Riacho Macacos e nos topos de morros. Isso indica que a mata ripária tem sofrido danos com a movimentação do solo das encostas para o fundo do vale, prejudicando populações arbóreas como de angico e favorecendo outras como de peroba, que apresentou grande número de indivíduos entre 10 e 40 anos.

4. CONCLUSÃO

A micro-região a qual está inserida a Serra dos Macacos apresenta características climáticas sazonais e presença de espécies dotadas de camadas de crescimento, como o Angico (*Anadenanthera colubrina*) e a Peroba (*Pseudobombax marginatum*) que foram as espécies mais promissoras para estudos dendrocronológicos.

A “Peroba” (*Pseudobombax marginatum*) apresentou anéis de crescimento anuais, onde sua formação está positivamente relacionada com a precipitação do ano corrente. O incremento da temperatura no ano anterior a sua formação é fator determinante para o início da inativação cambial em função da queda foliar e abertura do dossel. A precipitação do ano corrente mostrou ser o fator indutor da formação de novo anel de crescimento.

A população de *P. marginatum* está bem estruturada e apresenta um incremento radial característico de sucessão ecológica. A distribuição etária das plantas desta espécie (“J” invertido) caracteriza este ambiente como importante local para estudos futuros em Ecologia de populações e de comunidades.

Este estudo estabelece um modelo de predição de idade de espécie arbórea que pode ser utilizado em planos de conservação ou recomposição de florestas semidecíduais na Caatinga Sergipana.

A área está sujeita a desmatamentos em sua nascente o que compromete a estabilidade da comunidade e conseqüentemente ameaça a sobrevivência do ecossistema presente no “Canyon”. Faz-se necessário a sua conservação e proteção a fim de salvo-guardar as importantes informações climáticas, ecológicas e fisiológicas presentes na vegetação arbóreo-arbustiva localizada no “Canyon”.

A região de Tobias Barreto-SE apresenta condições climáticas propícias para a formação de anéis de crescimento anuais, deste modo, torna-se ecologicamente imprescindível a conservação e proteção de toda a sua cobertura vegetal, visto que pode apresentar outras espécies arbóreas-arbustivas com potencial dendroecológico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A. de O.; MACHADO, R. BARRETO, M. C. de V. **Diagnóstico do processo de Salino-Solidificação no perímetro irrigado Jabiberi-SE.** 2006.

BELL, G.; LECHOWICZ, M. J.; APPENZELLER, A.; CHANDLER, M.; DEBLOIS, E.; JACKSON, L.; MACKENZIE, B.; PREZIOSI, R.; SCHALLENBERG, M.; TINKER, N. **The spatial structure of the physical environment.** *Oecologia* 96: p. 114-121. 1993.

BERG, E. V. D.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas.** *Revta brasil. Bot.*, São Paulo, V.23, n.3, p.231-253. 2000.

BERTANI, D. F.; RODRIGUES, R. R.; BATISTA, J. L. F.; SHEPHERD, G. J.. **Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha.** *Revista Brasileira de Botânica*, 24(1); p. 11-23. 2001.

BLASING, T. J.; SOLOMON, A. S.; DUVICK, D. N. **Response functions revisited.** *Tree-Ring Bulletin.* 44. p. 1-17. 1984.

BONINSEGNA, J. A.; VILLALBA, R.; AMARILLA, L.; OCAMPO, J. **Studies on tree rings, growth rates and age-size relationships of tropical tree species in Misiones, Argentina.** *IAWA Bull.* n.s. 10: 161-169. 1989.

BONINSEGNA, J. A.; ARGOLLO, J.; ARAVENA, J. C.; BARICHIVICH, J.; CHRISTIE, D.; FERRERO, M. E.; LARA, A.; QUESNE, C.; LUCKMAN, B. H.; MASIOKAS, M.; MORALES, M. OLIVEIRA, J. M.; ROIG, F.; SRUR, A.; VILLALBA, R. **Dendroclimatological reconstructions in South America: A review.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281: 210-228. 2009.

BORCHERT, R. **Organismic and Environmental Controls of Bud Growth in Tropical Trees** CAB International, *Dormancy in Plants.* 22p. 2000.

BOTOSSO, P. C.; VETTER, R. E.; TOMAZELLO FILHO, M. **Periodicidade e taxa de crescimento de árvores de cedro (*Cedrela odorata* L., Meliaceae), jacareuba (*Calophyllum angulare* A.C. Smith, Clusiaceae) e muirapiranga (*Eperua bijiga* Mart. ex Benth, Leg. Caesalpinioideae) de floresta de terra firme, em Manaus-AM.** In: F.A. Roig (ed.), *Dendrocronología en América Latina*: 357–380. EDIUNC, Mendoza. 2000.

BOTOSSO, P. C.; TOMAZELLO FILHO, M. **Aplicação de faixas dendométricas na dendrocronologia.** In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. *Indicadores Ambientais: conceitos e aplicações.* EDUC/COMPED/INEP. P. 117- 143. 2001.

BOTOSSO, P. C.; TOMAZELLO FILHO, M. MARIA, V. R. B.; FERREIRA-FIDELE, R. **Lês lianes et la croissance de *Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. (Papilionoideae) au Brésil.** *Bois et Forêts des Tropiques* 284: 71-75. 2005.

BRANDES, ARNO FRITZ DAS NEVES. **Anatomia do lenho e dendrocronologia de lianas da família Leguminosae ocorrentes na Mata Atlântica.** Rio de Janeiro. 94 p. Dissertação (mestrado) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica Tropical. 2007.

BRANDES, A. F. N.; LISI, C. S.; BARROS C. F. **Dendrochronology of lianas of the Leguminosae family from the Atlantic Forest, Brazil.** *Trees*. 2011.

BRÄKER, O. U. **Measuring and data processing in tree-ring research – a methodological introduction.** *Dendrochronologia* 20: 203-216. 2002

BRIENEN, R. J. W, ZUIDEMA, P. A. **Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis.** *Oecologia* 146: 1-12. 2005.

CALLADO, C. H.; NETO, S. J. S.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. **Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil.** *IAWA Journal*, vol. 22(1) 29-42. 2001a.

CALLADO, C. H.; NETO, S. J. S.; SCARANO, F. R.; COSTA, C. G. **Periodicity of growth rings in some flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil.** *Trees*, vol 15:492–497. 2001b.

CARVALHO, Paulo Ernane Ramalho. **Embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum*).** Circular Técnica 155. Embrapa Florestas. Colombo, PR. 9p. 2008.

COL, JOSÉ AUGUSTO; BUENO, MARIA IZABEL MARETTI SILVEIRA. **Emprego da fluorescência de raios X por dispersão de energia para o mapeamento de troncos de árvores em Campinas, São Paulo.** Vol.32, n.9, pp. 2407-2411. ISSN 0100-4042. 2009.

CONSERVA, Auristela dos Santos. **Germinação de sementes, emergência e recrutamento de plântulas de dez espécies das várzeas da Reserva de Desenvolvimento Amanã e Mamirauá, Amazônia Central.** Tese (Doutorado) apresentada ao Programa Integrado de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais. Manaus: INPA/UFAM. 147p. 2006.

COOK, E. & HOLMES, R. **Users manual for Program ARSTAN.** Laboratory of Tree Ring Research, University of Arizona, Tucson. 1984. In: LARA, A.; VILALBA, R.; ARAVENA, J. C.; WOŁODARSKY, A.; NEIRA, E. **Desarrollo de una red de cronologías de *Fitzroya cupressoides* (Alerce) para Chile y Argentina.** In: ROIG, F. A. (comp.) **Dendrocronologia em America Latina.** EDIUNC, Mendoza, Argentina. 2000.

COOK E. R. **A time series analysis approach to tree-ring standardization.** Tese de Doutorado. University of Arizona. Tucson. 1985.

COOK, E. R. **Decomposition of tree-ring series for environmental studies.** *Tree-ring Bulletin* 47: 37-59. 1987.

COOK, E.R.; PETERS, K. **The smoothing spline: a new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies.** *Tree-ring Bull* 41: 45-53. 1981.

COOK, E.R.; HOLMES, R.L. **User Manual for Program ARSTAN**. Chronology Series VI, University of Arizona. 1986.

COSTA, OVERLAND AMARAL; SOUZA, INAJÁ FRANCISCO; SANTOS, LUIS MARIO V; COSTA, A. G. **Sistemas atmosféricos atuantes no Nordeste do Brasil durante a estação de verão**. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza. v. 1. 2004

DAMASCENO JR, G. A.; ISHII, I. H.; MILIKEN, W.; POTT, A.; POTT, V.; RATTER, J.; YESILYURT, J. **Vegetation of the Morraria de Santa Cruz, Brazil**. Preliminary report, 40p.

DEVALL, M. S.; PARRESOL, B. R.; WRIGHT, S. J. **Dendroecological analysis of *Cordia alliodora*, *Pseudobombax septenatum* and *Annona spraguei* in Central Panama**. AWA Journ al, Vol. 16 (4): 411-424. 1995

DÉTIENNE, P. **Appearance and periodicity of growth rings in some tropical woods**. IAWA Bull. n.s. 10: 123-132. 1989.

DÜNISCH, O.; MONTÓIA, V. R.; BAUCH, J. **Dendroecological investigations on *Swietenia macrophylla* King and *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) in the central Amazon**. Trees 17: 244–250. 2003.

DÜNISCH, O. **Influence of the El-niño southern oscillation on cambial growth of *Cedrela fissilis* Vell. in tropical and subtropical Brazil**. J. Appl. Bot. Food Qual. 79: 5-11. 2005.

DRUMOND, M. A.; PIEDADE, K. L. H.; FERNANDES, L. P. C.; CAVALCANTE, O. M.; RIBEIRO, O. V.; GONZAGA, A. S.; DE SOUZA, N. C. E.; CAVALCANTI, J. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**. Documento para discussão no GT Estratégias para o Uso Sustentável. Petrolina. 23 p. 2000.

ELLMUM, D.S., ASHTON, M.S., SICCAM, T.G. **Spatial pattern in herb diversity and abundance of second growth mixed deciduous-evergreen forest of southern New England, USA.** Forest Ecology and Management 259: 1416–1426. 2010.

FAHN, A.; BURLEY, J.; LONGMAN, K.A. & MARIAUX, A. **Possible contributions of wood anatomy to the determination of the age of tropical trees.** 1981. In: LISI, C. L.; TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; ROIG, F. A.; MARIA, V. R. B.; FERREIRA-FEDELE, L.; VOIGT, A. R. A. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. IAWA Journal, Vol. 29 (2): 189–207. 2008.

FERREIRA, L. **Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de florestas estacionais semidecíduas da região sudeste do estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. USP. Piracicaba. 2002.

FERREIRA-FEDELE, L.; TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; GIANOTTI, E. **Periodicidade do crescimento de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantã) em duas áreas da região sudeste do Estado de São Paulo.** Scientia Florestalis 65: 141-149. 2004.

FOWLER, A.; BOSWIJK, G. **Chronology stripping as a tool for enhancing the statistical quality of tree-ring chronologies.** Tree-ring Research 59(2): 53-62. 2003.

FRITTS, H. C. **Tree rings and climate.** The Blackburn press, New Jersey. 1976. In: DEVALL, M. S.; PARRESOL, B. R.; WRIGHT, S. J. Dendroecological analysis of *Cordia alliodora*, *Pseudobombax septenatum* and *Annona spraguei* in Central Panama. AWA Journal, Vol. 16 (4): 411-424. 1995.

GÓMEZ, J. M.; VALLADARES, F. & PUERTA-PIÑERO, C. **Differences between structural and functional environmental heterogeneity caused by seed dispersal.** Functional Ecology. 18: 787-792. 2004.

GUIMARÃES, Rosana Cardoso. **Anatomia do lenho de *Anadenanthera Colubrina* em diferentes fitofionomias da Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro: Ilha Grande e Itatiaia.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica Tropical. Rio de Janeiro. 44p. 2009.

GRISSINO-MAYER, H. D. **Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA.** Tree-ring Research 57(2): 205-221. 2001.

HOLMES, R. L. **Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement.** Tree-Ring Bull 43: 69-78. 1983.

HOLMES, R. L. **Dendrochronology Program Library - Users manual (Updated November 1994).** Laboratory of Tree-Ring Research - University of Arizona, Tucson. 1994.

IAWA Committee (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin New Series.** v.10(3), p.219-332. 1989.

ISHII, I. H. **Estudos dendrocronológicos e determinação da idade de árvores das matas ciliares do Pantanal Sul-Matogrossense.** Tese (Doutorado) em ecologia e Recursos Naturais. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 142p. 1998.

JACOBY, G.C. **Overview of tree-ring analysis in tropical regions.** IAWA Bulletin, vol.10 (2) : 99-108. 1989.

JACOMINE, P. K. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe.** Recife, EMBRAPA, Centro Pesquisas Pedológicas. Boletim Técnico, 36. Brasil. SUDENE, DRN. Divisão de Recursos Renováveis, 6. 23 p. 1975.

JUDD, W. S. CAMPBELL, C. S. KELLOGG, E. A. STEVENS, P. F. DONOGHUE, M. J. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético.** 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed. pg 423-427. 2009.

LARA, A.; VILALBA, R.; ARAVENA, J. C.; WOLODARSKY, A.; NEIRA, E. **Desarrollo de una red de cronologías de *Fitzroya cupressoides* (Alerce) para Chile y Argentina.** In: ROIG, F. A. (comp.) **Dendrocronologia em America Latina.** EDIUNC, Mendoza, Argentina. 2000.

LAZARO-SILVA, Benedito. **Variação na estrutura da madeira de quatro espécies da Caatinga nordestina e seu potencial para o desenvolvimento sustentável.** Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Brasil. 2006.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; CARDOSO, J.M.S. **Ecologia e conservação da Caatinga.** 2ª. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 337-365 p. 2005.

LIMA, R. A. F. **Estrutura e regeneração de clareiras em Florestas Pluviais Tropicais.** Revista Brasileira de Botânica 28, 4: 651-670. 2005.

LISI C. S.; TOMAZELLO, F. M.; BOTOSSO, P. C.; ROIG, F. A.; MARIA, V. R. B.; FERREIRA-FEDELE, L.; VOIGT, A. R. A. **Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in Southeast Brazil.** IAWA J 29: 189-207. 2008.

LORIMER, C.G., DAHIR, S.E. & SINGER, M.T. **Frequency of partial and missing rings in *Acer saccharum* in relation to canopy position and growth rate.** Plant ecology 143: 189-202. 1999.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** 1. ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Edidota. p. 182-187. 2004.

MARIA, V. R. B. **Estudo da periodicidade do crescimento, fenologia e relação com a atividade cambial de espécies arbóreas tropicais de florestas estacionais semi-decíduais.** Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. USP. Piracicaba. 2002.

MARIAUX, A. La périodicité de formation des cernes dans le bois de l'Oukoume. Bois et Forêts des Tropiques, Nogent-sur-Marne, v. 131. p. 37-50. 1970. In: BOTOSSO, P. C.; TOMAZELLO FILHO, M. **Aplicação de faixas dendométricas na dendrocronologia.** In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. **Indicadores Ambientais: conceitos e aplicações.** EDUC/COMPED/INEP. P. 117- 143. 2001.

MATTHES, L. A. F. **Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque dos Jequitibás (Campinas-SP).** PhD Thesis, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil. 1980.

MAUSETH, J.D. **Plant Anatomy. Menlo Park:** Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. 1988.

MORALES, M. S.; VILLALBA, R.; GRAU, H. R.; VILLAGRA, P. E.; BONINSEGNA, J. A.; RIPALTA, A.; PAOLINI, L. **Potencialidad de Prosopis ferox Griseb (Leguminosae, subfamily: Mimosoidae) para estudos dendrocronológicos em desertos subtropicales da alta montaña.** Revista Chilena de Historia Natural. 74: p. 865-872. 2001.

MORELATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; JOLY, C. A. **Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo.** Revista Brasileira de Botânica 12: 85-98. 1989.

NEARY, D. G.; ICE, G. G.; JACKSON, C. R. **Linkages between forest soils and water quality and quantity.** Forest Ecology and Management 258: 2269-2281. 2009.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** IBGE, Rio de Janeiro, RJ. 421p. 1979.

NOGUEIRA JÚNIOR, F. C.; ESTEVES, G. L.; PRATA, A. P. N. **MALVACEAE S.L. NO ESTADO DE SERGIPE.** In. XXXIII Reunião Nordestina de Botânica, resumo expandido via digital. Aracaju. 2010.

NUNES, Yule Roberta Ferreira. **Estrutura e Dinâmica de uma população de *Cariniana estrellensis* (LECYTHIDACEAE) na área de proteção especial do Barreiro, Belo Horizonte, Minas Gerais.** Dissertação (mestrado) – UFMG, Belo Horizonte, MG. 1999.

OLIVEIRA, J. M. **Anéis de Crescimento em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze.: bases de dendrocronologia em ecossistemas subtropicais montanos no sul do Brasil.** Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre. 137p. 2007.

OLIVEIRA, J. M.; ROIG, F. A. PILLAR, V. D. **Climatic signals in tree-rings of *Araucaria angustifolia* in the southern Brazilian highlands.** Austral Ecol 35: 134–147. 2010.

PAULA, S. A.; LEMOS FILHO, J. P. **Dinâmica do dossel em mata semidecídua no perímetro urbano de Belo Horizonte, MG.** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 24, p. 543-549. 2001.

PETTS, G. E. **The role of ecotones in aquatic landscape management.** The Ecology and Mangement of Aquatic-Terrestrial Ecotones. Pathenon Publishing Group. Paris. p. 227-262. 1990.

PINTO, J. E. S. S. **Estudos climatológicos em microbacias de clima semi-árido.** In: 8°. ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, SANTIAGO. CD-ROM. p. 373-382. 2001.

PRADO, D. **As caatingas da América do Sul.** In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). Ecologia e conservação da Caatinga. pp. 3-73. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. 2003.

PRÉVOST, M. F.; PUIG, H. **Accroissement diamétral des arbres en Guyane: observations sur quelques arbres de forêt primaire et de forêt secondaire.** Bull. Natn. Hist. Nat., Paris, sér. 4, 3, Sect. B, Adansonia 2: 147-171. 1981.

REDFORD, K.H.&FONSECA, G.A.B. **The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mamalian fauna.** Biotropica 18: 126-135. 1986.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In: SANO, S.M. & ALMEIDA, SP. (Eds.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA/Cerrados. P. 89-166. 1998.

RIBEIRO, J. E. L. da S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. da S.; BRITO, J. M. de; SOUZA, M. A. D. de; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. da C.; SILVA, C. F. da; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central.** Manaus: INPA. pg 272. 1999.

RICHTER, H. G.; DALLWITZ, M. J. **Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval.** Onwards.2000. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 25th June 2009.

RIGOZO, N. R.; NORDEMANN, D. J. R.; ETHER, E.; ZANANDREA, A.; GONZALEZ, W. D. **Solar variability effects studied by tree-ring data wavelet analysis.** Adv. Space Res. 29 (12): 1985-1988. 2002.

RIGOZO, N. R.; ECHER, M. P. S.; NORDEMANN, D. J. R. PRESTES, A. SILVA, H. E. **Tratamento Interativo de Imagens Digitais de Anéis de Árvores – TIIDAA.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 INPE, p. 6083-6089. 2007.

RIZZINI, C.T., COIMBRA-FILHO, A.F. & HOUAISS A.. **Ecossistemas brasileiros/ Brazilian ecosystems.** Enge-Rio Engenharia e Consultoria, S.A., Rio de Janeiro, Brasil. 1988.

ROIG, F. A. **Dendrocronología en los bosques del Neotrópico: revisión y prospección futura**. In: F.A. ROIG (ed.). *Dendrocronología en América Latina*: p. 307-355. Mendoza. 2000.

SANCHES, L.; ANDRADE, N.L.R.; NOGUEIRA, J. S.; BIUDES, M.S.; VOURLITIS, G.L. **Índice de área foliar em floresta de transição Amazônia Cerrado em diferentes métodos de estimativa**. *Rev. Ciência e Natureza, UFSM*, 30(1): p.57-69. 2008.

SEITZ, R. S.; KANNINEN, M. **Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in southern Brazil: Preliminary results**. *IAWA Bull n.s.* 10: 170-174. 1989.

SIQUEIRA FILHO, J. A.; SANTOS, A. P. B.; NASCIMENTO, M. F. S.; SANTO, F. S. E. **Guia de Campo de Árvores da Caatinga**. Petrolina: Editora e gráfica Franciscana Ltda. p. 40-41. 2009.

SCHÖNGART, J.; JUNK, W. J.; PIEDADE.; WORBES, M. **Successional Differentiation in Structure, Floristic Composition and Wood Increment of Whitewater Floodplain Forest in Central Amazonia**. *German-Brazilian Workshop on Neotropical Ecosystems – Achievements and Prospects of Cooperative Research*. p. 589-606. 2000.

SCHÖNGART, J.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T.; AYRES, J. M.; HÜTTERMANN, A. WORBES, M. **Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains and the El Niño–Southern Oscillation effect**. *Global Change Biology* 10: 683–692. DOI 10.1111/j.1529-8817.2003.00754. 2004.

SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; JUNK, W. J.; WORBES, M. **Wood growth patterns of *Macaranga acaciifolia* (Benth.) Benth.(Fabaceae) in Amazonian black-water and white-water floodplain forests**. *Oecologia* 145: 454–461. 2005.

SANTAROSA, E.; OLIVEIRA, J. M.; ROIG, F. A. & PILLAR, V. D. **Crescimento Sazonal em *Araucaria angustifolia*: Evidências Anatômicas**. In: 57º Congresso Nacional de Botânica, resumo expandido via digital. Gramado. 2007.

SCHULER DA SILVA, Adriana. **Dinâmica de colonização de *Araucaria angustifolia* em campos de influência na expansão florestal no sul do Brasil.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: PPG-Ecologia da UFRGS. 109 p. 2009.

SCHWEINGRUBER, F.H. **Tree rings, basics and applications of dendrochronology.** Dordrecht: Reidel, 276p. 1988.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.** Nova Odessa. Ed. Plantarum. pg 460-473. 2008.

SILVA, J. M. C.; TABARELI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. **Biodiversidade da CAATINGA: áreas e ações prioritárias para a conservação.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco. 9; 25; 50 p. 2003.

SPATHELF, P; FLEIG, F. D; VACCARO, S; ESBER, L. M. **Análise dendroecológica de *Ocotea pulchella* Nees et Mart. ex Nees (*Canela lageana*) na Serra Geral de Santa Mari, RS, Brasil.** Ciência Florestal 10(1): 95-108. 2000.

STAHLE, D. W.; MUSHOVE, P. T.; CLEAVELAND, M. K.; ROIG, F.; HAYNES, G. A. **Management implications of annual growth rings in *Pterocarpus angolensis* from Zimbabwe.** Forest Ecology and Management 124: 217-229. 1999.

STOKES, M. A.; SMILEY, T. L. **An Introduction to Tree-Ring Dating.** 2nd edn. The University of Arizona Press, Arizona. 1996.

STOKEY, M.A. & SMILEY, T.L. **An introduction to tree-ring dating.** University of Chicago Press, Chicago. 1968

TSUCHIYA, A. **Hypertrophic growth of trees of the Caatinga plant community and water balance.** Latin American Studies 11: 51-70. 1990.

TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; LISI, C. S. **Potencialidade da família Meliaceae para dendrocronologia em regiões tropicais e subtropicais.** In: F.A. Roig (ed.), Dendrocronología en América Latina: 381-431. Mendoza. 2000.

TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; LISI, C. S. **Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia.** IN: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (orgs.). Indicadores Ambientais: Conceitos e Aplicações. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001.

TOMAZELLO FILHO, M.; ROIG, F. A.; POLLITO, P. A. Z. **Dendrochronology and tropical dendroecology: history and successful experiences in Latin American countries.** Ecología en Bolivia v.44 n.2 La Paz. 2009.

TONELI, C. A. Z.; VIEIRA, S. R.; FERRAZ-FILHO, A. C.; BRITO, A.; ARAUJO, E. J. G.; MARTINS, G. S.; HIGASHIKAWA, E. M.. **Análise da relação entre a estrutura do dossel a partir de fotografias hemisféricas e dados dendrométricos de inventário florestal, conduzido em um povoamento de *Eucalyptus grandis*.** In.: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, Brasil, 21-26 abril. INPE, p. 1891-1898. 2007.

TROUET, V.; HANECA, K.; COPPIN, P.; BEECKMAN, H. **Tree ring analysis of *Brachystegia spiciformis* and *Isoberlinia tomentosa*: evaluation of the ENSO-Signal in the Miombo Woodland of Eastern Africa.** IAWA Journal, vol. 22(4): 385-399. 2001.

URQUIZA, Marcus Vinícius Santiago. **Crescimento e idade de cinco espécies arbóreas do Morro Santa Cruz, Corumbá-MS.** Tese (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande-MS. 53p. 1998.

VIDAL, E.; VIANA, M.; FERREIRA BATISTA, J. **Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia oriental.** Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 61, p.133-143. 2002.

VETTER, R. E. BOTOSSO, P. C. **Remarks of age and growth rate determination of Amazonian trees.** IAWA Bulletin 10(2), 133-145. 1989.

VETTER, R. E. **Growth periodicity and age of Amazonian tree species. Methods for their determination.** In: F.A. Roig (ed.), Dendrocronología en América Latina: 135–155. Mendoza. 2000.

VILLALBA, R.; GRAU, H. R.; BONINSEGNA, J. A.; JACOBY, G. C.; RIPALTA, A. **Tree-ring evidence for long-term precipitation changes in subtropical South America.** International Journal of Climatology 18: p. 14634-1478. 1998.

WIRTH, R.; WEBER, B. & HERZ, H. M. **Spatial and temporal variability of canopy structure in a tropical moist forest.** Acta Oecologica, 22: 235-244. 2001.

WORBES, M. **Dendrochronological Studies on Tropical Trees.** Plant Research and Development, vol. 32: 86-98. 1988.

WORBES, M. **Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the neotropics.** IAWA Bulletin, Vol. 10 (2) : 109-122. 1989a.

WORBES, M. **Growth rings, increment and age of trees in inundation forest, savannas and a mountain in the Neotropics.** IAWA BULL. 10(2): p.109-122. 1989b.

WORBES, M. **Dendrochronological studies on tropical trees.** Plant Res. Develop. 32: p. 86-98. 1990.

WORBES, M. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. J Ecol 87: 391-403. 1999.

WORBES, M.; STASCHEL, R.; ROLOFF, A.; JUNK, W. M. Tree rings analysis reveals age structure, dynamics and wood production of a natural forest stand in Cameroon. Forest Ecology and Management 173: p. 105-123. 2003.

Considerações Finais

Este estudo teve como objetivo geral de contribuir com o conhecimento sobre a riqueza, diversidade do “*Canyon*” Toca da Onça na Serra dos Macacos e reconstruir as condições climáticas da região utilizando a dendrocronologia, tendo como finalidade gerar indicativos para propor futuramente uma unidade de conservação, visto que não há unidades ou status de conservação da caatinga nesta região do médio sertão sergipano.

O estudo fez comparações entre a diversidade das espécies vegetais em função da influência do riacho Macacos e a altitude do “*Canyon*”, realizou levantamentos e determinou o Índice de Valor Fitossociológico (IVF) das espécies arbustivas- arbóreas do “*Canyon*”, identificou e reconheceu espécies endêmicas e avaliou espécies arbóreas que formam camadas de crescimento com a finalidade de propor estudos dendroecológicos, verificou-se o comportamento da cobertura arbórea-arbustiva durante um ano e a distribuição e abundância das bromélias do sub-bosque.

Levantamos a seguintes hipóteses estatísticas: Ho: A distribuição e abundância das espécies arbóreas-arbustivas variam no “*Canyon*” em função da altitude? Ho: A cobertura arbórea é um fator de heterogeneidade espacial na área? Ho: As arvores da caatinga formam anéis de crescimento no “*Canyon*” demonstrando sazonalidade climática? Ho: A distribuição e abundância das espécies arbóreas variam em função da distância para o riacho Macacos? Ho: Existe relação entre a distribuição arbórea e o tamanho das manchas de bromélias?

Os resultados desta dissertação demonstraram que:

O clima no Estado de Sergipe obedece aos controles físicos comuns dos climas tropicais que incluem as correntes oceânicas ao longo de seu litoral e os efeitos topográficos minimizados pela topografia local. O regime pluviométrico do Estado de Sergipe está associado às condições atmosféricas e sistemas sinóticos que atuam nos setores Norte e Leste do Nordeste do Brasil. No entanto apresenta características próprias dos demais regimes da região do NEB. Existem condições de sazonalidade climática tanto do ponto de vista da temperatura (série de aproximadamente 50 anos), quanto da precipitação (série de 96 anos) para a região da Serra dos Macacos, marcando um período de estação seca que vai de novembro a fevereiro, e um período chuvoso que vai de abril a julho.

Existem dois padrões de cobertura da vegetação: um em fevereiro (estação seca) outro em setembro (estação pós-chuva). A abertura e fechamento do dossel nos meses de fevereiro e setembro apresentaram diferença quanto à variância e amplitude, sendo fevereiro o período com maior variância no comportamento da abertura do dossel. A vegetação é semidecídua com predomínio de leguminosas, o que não difere de outros padrões de distribuição observados na Caatinga. A metodologia do *Gap Light Analyzer* (GLA) foi fundamental no teste das hipóteses para demonstrar a semideciduidade da vegetação ocorrente no “Canyon”. A vegetação é ripária. Há uma tendência de agregação, em função da altura da Copa e CAP das árvores em função da distância para o riacho Macacos, em especial para as espécies *Peptadenia stipulacea*, *Anadenanthera colubrina*, *Syagrus coronata* e *Pseudobombax marginatum*.

Há a ocorrência de espécies endêmicas e raras, como *Brasiliopuntia brasiliensis* Berger e o macaco guigó *Callicebus barbarabrownae* Hershkovitz. As bromélias têm distribuição aleatória ao longo do riacho Macacos, porém, agregam-se mais nas partes mais altas e distantes do riacho, onde a inclinação do terreno é maior. A ocorrência no “Canyon” de espécies endêmicas e marcado comportamento decíduo, indica que a área é propícia para estudos ecofisiológicos, dinâmica da vegetação e funcionalidade das espécies nos períodos de seca e chuva (sazonalidade climática). Faz-se necessário a sua conservação e proteção a fim de salvar - guardar as importantes informações climáticas, ecológicas e fisiológicas presentes na vegetação arbórea-arbustiva localizada no Serra dos Macacos em Tobias Barreto-SE.

A região da Serra dos Macacos apresenta características climáticas sazonais e presença de espécies dotadas de camadas de crescimento, como o Angico (*Anadenanthera colubrina*) e a “Peroba” (*Pseudobombax marginatum*), sendo as espécies mais promissoras para estudos dendrocronológicos.

A *Pseudobombax marginatum* apresentou anéis de crescimento anuais, onde sua formação está positivamente relacionada com a precipitação do ano corrente. O incremento da temperatura no ano anterior a sua formação é fator determinante para o início da inativação cambial em função da queda foliar e abertura do dossel. A precipitação do ano corrente mostrou ser o fator indutor da formação de um novo anel de crescimento. A população de *P. marginatum* está bem estruturada e apresenta um incremento radial característico de sucessão ecológica.

O estudo dendrológico estabeleceu um modelo de predição de idade de espécie arbórea que pode ser utilizado em planos de conservação ou recomposição de florestas semi-decíduais na Caatinga Sergipana. A mata riparia apresenta condições ecológicas e climáticas que propiciam a formação de anéis de crescimento anuais, deste modo, tornam-se ecologicamente imprescindível a conservação e proteção de toda a sua cobertura vegetal, visto que pode apresentar outras espécies arbóreas-arbustivas com potencial dendroecológico.

Este é o primeiro estudo realizado na região do meio oeste do sertão Sergipe, o qual teve por finalidade propor futuramente a criação de uma unidade de conservação para a Serra dos Macacos. Todavia, neste domínio de caatinga existem outras serras que ainda permanecem intactas, ou parcialmente intactas, e que apresentam similaridades em sua diversidade quanto às respostas climáticas e ecológicas, assim como a ocorrência de espécies endêmicas e raras de cactáceas, com a possibilidade de ocorrência de espécies novas de plantas a exemplo das Bromélias e Orquídeas que ocorrem na região.