

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

MARCOS AMAURI BEZERRA MENDONÇA

INTERFERÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA
EM ÁREA DE CAATINGA SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS

FORTALEZA

2014

MARCOS AMAURI BEZERRA MENDONÇA

INTERFERÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM
ÁREA DE CAATINGA SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas no Semiárido.

Orientador: Prof^ª. Ph.D Eunice Maia de Andrade

FORTALEZA – CE

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- M496i Mendonça, Marcos Amauri Bezerra.
Interferência da precipitação na produção de serrapilheira em área de caatinga submetida a diferentes manejos. – 2014.
65 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas no Semiárido.
Orientação: Profa. Dra. Eunice Maia de Andrade.
Coorientação: Profa. Dra. Helba Queiroz de Araújo Palácio.
1. Caatinga. 2. Precipitação (Meteorologia). 3. Biomassa. Título.

MARCOS AMAURI BEZERRA MENDONÇA

INTERFERÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM
ÁREA DE CAATINGA SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas no Semiárido.

Aprovada em: ____ de _____ de 2014 .

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Ph.D Eunice Maia de Andrade (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof^a. Dra. Helba Queiroz de Araújo Palácio (Co-orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE – Campus Iguatu

Prof^a. Dra. Aiala Vieira Amorim (Conselheira)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira- UNILAB

Aos meus pais Amarilo de Gois Mendonça e Maria Socorro Bezerra Mendonça, pelo constante esforço e dedicação para minha melhor formação. Aos meus irmãos Marta Simone e Mário Sérgio pelo constante incentivo. A minha noiva Michelle, que pela compreensão nos momentos de ausências. Às queridas sobrinhas Lays e Lívia. Dedico também a todos os meus Tios, primos e amigos.

AGRADECIMENTOS

À DEUS pelo conforto bem presente na angústia e pelas bênçãos derramadas durante esse tempo de caminhada.

Aos meus pais, irmãos, sobrinhos, tios, primos, cunhados pela força de me deram durante essa caminhada.

À minha esposa Michelle Monteiro e sua família pelo apoio durante o curso.

Aos amigos Marcos de Paula e Hildecarlos pelas ajudas durante a realização da pesquisa.

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, IFCE-Campus Iguatu – CE pela estrutura fornecida para o desempenho desse trabalho, em especial para o Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais.

À UFC, em especial ao Centro de Ciências Agrárias (CCA).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro da pesquisa e pela bolsa do mestrado.

Ao grupo MASSA na pessoa da professora Eunice Maia de Andrade, que me orientou durante 4 anos do curso de graduação e mais 2 anos do mestrado, pelo incentivo a compreensão dos processos em recursos naturais e ao professor Omar pela ajuda quando necessitei.

A todos os professores do PPGA pelos ensinamentos repassados.

À professora Helba Araújo de Queiroz Palácio, do IFCE, apoio durante a condução do trabalho.

A todos os colegas da turma 2011.2, e dos outros semestres que tive a oportunidade de conhecê-los.

Aos amigos José Wellington e Marcos Neves pela amizade e convivência e ensinamentos durante todo o curso.

Aos amigos Alan Sombra, Ricardo, Wener e Everton pela boa convivência no decorrer do curso.

A todos os orientados da professora Eunice: Fernando, Helba, Eveline, Márcio, Lécio, Cleiton, Júlio Cesar, Zé Ribeiro (Júnior), Nayara, Meire, Meilla e Jário e Levi;

Aos colegas do grupo MASSA em Iguatu: Ailton, Adriana, Cleene, Cleisce, Naiara, Josivânia, Jardenia, Gean, Samuel e Paulilo que participaram diretamente na execução da pesquisa que originou esse trabalho.

**“Aplica o teu coração à instrução e os teus ouvidos
às palavras do conhecimento”**

Provérbios 23:12

RESUMO

MENDONÇA, Marcos Amauri Bezerra. Universidade Federal do Ceará, Agosto de 2013. **Interferência da precipitação na produção de serapilheira em área de Caatinga submetida a diferentes manejos.** Orientadora: Eunice Maia de Andrade. Co-orientadora: Helba Queiroz de Araújo Palácio. Conselheira: Aiala Vieira Amorim.

Palavras-chave: Veranico. Precipitação. Sazonalidade. Caatinga- raleamento.

A Caatinga é o bioma menos estudado e protegido entre todos os biomas brasileiros e nos últimos anos vem sofrendo alterações pela ação antrópica. Estudar o comportamento de variáveis que possibilita a manutenção natural do bioma é de grande valia, tendo em vista que a deposição da serapilheira em ambientes florestais é a principal via de transferência no fluxo de nutrientes. Objetivou-se nesse estudo avaliar e identificar as relações existentes entre o regime pluviométrico e os veranicos que ocorrem no semiárido e a produção de serapilheira no tempo para o bioma Caatinga, em função do manejo aplicado a cobertura vegetal em microbacias do semiárido. O estudo foi desenvolvido em quatro microbacias localizadas no município de Iguatu, Ceará, Brasil. Coletou-se mensalmente (de janeiro de 2008 a dezembro de 2012) a serapilheira depositada em 20 caixas de 1 m² dispostas nas proximidades do curso principal das microbacias. O material coletado foi acondicionado em sacos de papel e levado ao Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais do IFCE-Iguatu para a separação nas frações: folhas, galhos, estruturas reprodutivas e miscelânea; a massa seca de serapilheira foi obtida através de uma estufa de circulação forçada numa temperatura de 70 °C até que se obtivesse peso constante, sendo em seguida, pesados em balança de precisão de 0,01 g. Na microbacia RAL o manejo aplicado foi o raleamento retirando todas as árvores com diâmetro maior que 10 cm deixando os restos vegetais na área; Na microbacia VN (vegetação nativa) não houve nenhum tratamento permanecendo intacta; Na bacia PAS (Broca_Queima_Pastagem) foi retirada toda a vegetação e posteriormente realizada a queimada a microbacia ENL, realizou-se o corte da vegetação deixando os restos enleirados em curva de nível na bacia. O ano com maior precipitação total, 2011, apresentou eventos de precipitações isoladas durante o período seco em um total de 220 mm. Tais resultados mostram que tanto nos secos como chuvosos, os outliers se fazem presentes sempre nos extremos superiores, bem como nos anos de menor precipitação, a altura pluviométrica é composta por eventos isolados e discrepantes. Em relação aos veranicos, o maior número de ocorrência destes para a série em estudo foi registrado na classe de 5 a 10 dias (246 eventos), e os mesmos se fazem presente ao longo de toda a estação chuvosa. Ao longo do período estudado observa-se um comportamento cíclico da produção de serapilheira, com produtividades máximas entre os meses de junho e julho e produtividade mínima no período nov-dez. Tal fato expressa a forte relação existente entre as espécies caducifólias que compõem a Caatinga e a quadra chuvosa. Observa-se que a microbacia RAL microbacia (RAL) foi superior a de 2008 embora o total precipitado em 2009 tenha sido inferior ao de 2008, no ano (2009-2010) a fração folha contribuiu com 80,14% da serapilheira total. Diante do exposto conclui-se que: Os manejos empregados na área alteraram a produção de serapilheira; o total precipitado e a duração do período chuvoso influenciaram na produção de serapilheira e a produção apresentou caráter sazonal independente do manejo aplicado.

ABSTRACT

The Caatinga is the least studied and protected across all biomes and in recent years has been changing by human action biome. Studying the behavior of variables that allows the maintenance of natural biome is of great value, considering that the deposition of litter in forest environments is the main route of transfer in the flow of nutrients. The objective of this study assess Identify the relationships between rainfall and dry spells that occur in semiarid and litter production in time for the Caatinga biome, due to management applied to vegetation in semi-arid watersheds. The study was conducted in four watersheds located in the municipality of Iguatu, Ceará, Brazil. We collected monthly (from January 2008 to December 2012) the litter boxes placed in 20 1 m² arranged in the vicinity of the main watersheds, travel. The collected material was placed in paper bags and taken to the Laboratory of Soil Science and Plant Tissue IFCE-Iguatu for the separation into fractions: leaves, branches, reproductive structures and miscellaneous; the dry mass of litter was obtained from a forced circulation oven at a temperature of 70 ° C until achieving constant weight, and then weighed in a precision of 0.01 g. RAL in the watershed management was applied thinning removing all trees with diameter greater than 10 cm leaving the plant remains in the area ; The watershed VN (native vegetation) had no treatment remained intact ; SBP (Broca_Queima_Pastagem) basin was removed all vegetation and subsequently held the burned watershed ENL , there was the cutting of vegetation leaving the remains enleirados in contour in the basin . The year with the highest total rainfall 2011 , had isolated rainfall events during the dry period in a total of 220 mm . These results show that both dry and rainy outliers are present always in upper ends and lower rainfall years in the high rainfall comprises isolated and disparate events. Regarding veranicos , the highest number of occurrences in the series for these studies was recorded in class 5 to 10 days (event 246) , and if they are present throughout the rainy season. Throughout the study period there is a cyclic behavior of litter production , with maximum yields between the months of June and July and the minimum yield from November to December period. This fact expresses the strong relationship between the deciduous species that make up the savanna and the rainy season . It is observed that the watershed watershed RAL (RAL) was higher than 2008 although the total rainfall in 2009 was lower than in 2008 , the year (2009-2010) the leaf fraction contributed 80.14 % of total litter . Given the above it is concluded that : The management employees in the area changed the litter production ; the rainfall amount and duration of the rainy season influenced the litter production and independent production was seasonal nature of management applied.

Key words: Dry speel. Seasonality. Precipitation. Caatinga- thinning

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área em estudo no Estado do Ceará, Brasil.....	24
Figura 2 – Precipitação mensal média do período de 1974 a 2010 do município de Iguatu, Ceará.....	26
Figura 3 – Solo pedregoso na superfície e o perfil do solo utilizado para classificação em áreas do IFCE – campus Iguatu-CE.....	27
Figura 4 – Fendas no solo formadas na época seca do ano em áreas do IFCE – campus Iguatu-CE.....	27
Figura 5 – Visão parcial das condições de vegetação na microbacia intacta no período chuvoso (A) e no período seco (B) em áreas do IFCE – Campus Iguatu-CE	29
Figura 6 – Visão parcial das condições de vegetação na microbacia raleada antes (A) e depois da aplicação de tratamento (B) no período chuvoso em áreas do IFCE – campus Iguatu-CE.....	29
Figura 7 – Visão parcial da retirada da vegetação na microbacia PAS antes (A) e no período seco (B) em áreas do IFCE - Campus Iguatu-CE.....	30
Figura 8 – Plantio do capim <i>Andropogon gayanus</i> na microbacia B3 em áreas do IFCE – campus Iguatu-CE	30
Figura 9 – Pluviógrafo do tipo Báscula (a) e pluviômetro Ville de Paris (b) instalados na área de estudo, Iguatu-CE.....	32
Figura 10 – Caixa coletora instalada na área de estudo, Iguatu-CE.....	33
Figura 11 – Separação da serapilheira nas frações folhas, estruturas reprodutivas, galhos e miscelânea (A), pesagem das frações na balança (B).....	33
Figura 12 – Série histórica (1911- 2013) da precipitação total anual para a estação de Iguatu, Ceará.....	35
Figura 13 – Distribuição mensal da série histórica (1961-2012) da precipitação anual para o posto de Iguatu.....	35
Figura 14 – Distribuição dos eventos-24 horas para os cinco anos de estudo.....	38
Figura 15 – Distribuição dos veranicos nos meses de janeiro a junho para a série histórica de 1961-2012	42
Figura 16 – Ocorrência de veranicos nas estações chuvosas dos anos de 2008 a 2009 e a precipitação acumulada de janeiro a maio	43

Figura 17 – Box Plot da produção de serapilheira pela vegetação submetidas aos quatro manejos durante os cinco anos de estudo	44
Figura 18 – Deposição média mensal da serapilheira total da Caatinga no município de Iguatu - CE.....	46
Figura 19 – Deposição média mensal para a fração folha na serapilheira da Caatinga no município de Iguatu - CE.....	49
Figura 20 – Deposição média mensal para a fração estruturas reprodutivas na serapilheira da Caatinga no município de Iguatu - CE.....	50
Figura 21 – Deposição média mensal para a fração galhos na serapilheira da Caatinga no município de Iguatu - CE.....	51
Figura 22 – Deposição média mensal para a fração miscelânea na serapilheira da Caatinga no município de Iguatu - CE	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis climatológicas para a região de Iguatu, Ceará, Brasil	26
Tabela 2 – Atributos físicos do solo das microbacias vegetação nativa e raleada no IFCE-Iguatu	28
Tabela 3 – Atributos químicos do solo das microbacias vegetação nativa e raleada no IFCE-Iguatu	28
Tabela 4 – Classes do Índice de Umidade (IU) proposto por Navarro Hevia (2002)	32
Tabela 5 – Limites das classes do Índice de Umidade (Iu) e distribuição dos anos/classe	37
Tabela 6 – Precipitação mensal, anual e classificação dos anos de estudo quanto ao índice de umidade	38
Tabela 7 – Número de eventos ocorridos por classe de veranico na série histórica de 1961-2012	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	HIPÓTESE E OBJETIVOS	15
2.1.	Hipótese	15
2.2.	Objetivos	15
2.2.1.	<i>Geral</i>	15
2.2.2.	<i>Específicos</i>	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1.	Caatinga	16
3.2.	Regime pluviométrico do Semiárido	18
3.3.	Ocorrência de veranicos na região semiárida	19
3.4.	Aspectos gerais e nutricionais da serapilheira	22
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1.	Descrições da área experimental	24
4.2.	Clima	25
4.3.	Solos	26
4.4.	Manejos adotados nas microbacias	28
4.5.	Precipitação	30
4.6.	Veranicos	32
4.7.	Coleta de serapilheira	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1.	Precipitação	34
5.2.	Veranicos	39
5.3.	Produção de serapilheira em diferentes coberturas vegetais na Caatinga	42
5.4.	Deposição da fração folha	47
5.4.	Deposição da estrutura reprodutiva	48
5.4.	Deposição da fração galho	49
5.4.	Deposição da fração miscelânea	51
6	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Embora o Nordeste do Brasil esteja totalmente localizado na faixa tropical equatorial, faixa esta caracterizada por elevados índices pluviométricos (latitudes entre 2 e 15 °C), o mesmo se caracteriza por precipitações irregulares. Pode-se dizer o normal para esta região é uma composição cíclica de anos secos alternados por anos de cheias. Os eventos pluviométricos apresentam uma alta variabilidade no tempo e no espaço (ANDRADE et al., 2010). Este regime pluviométrico definiu um bioma endógeno, conhecido como Caatinga, que está condicionado ao clima tropical (SANTANA, 2005). É um dos biomas brasileiros menos protegido e estudado, com um percentual de apenas 2% de sua área protegida como unidades de conservação integral (TABARELLI et al., 2000).

A produção de biomassa por este bioma apresenta estreita relação com a distribuição da precipitação pluviométrica (LOPES et al., 2009) e a exploração extrativista do mesmo tem submetido o referido bioma a pressões superiores a sua capacidade de suporte. Assim, a Caatinga já apresenta fortes indícios de desertificação em vários pontos, devido, principalmente, à descontrolada substituição da vegetação natural por culturas de ciclo curto, realizada normalmente através de queimadas (GARDA, 1996). Esse problema ocorre devido a pressão demográfica no semiárido do Nordeste do Brasil que tem exigido uma demanda crescente de produtos agrícolas e florestais, condicionando um rápido incremento da produção agrícola, o qual tem sido feito às custas do desmatamento indiscriminado da Caatinga, com consequente degradação do solo (ALBUQUERQUE et al., 2002).

Essa prática, utilizada para a formação de novas lavouras, aliadas à retirada de madeira para benfeitorias, lenha e carvão, olarias e às queimadas sucessivas com manejo inadequado do solo tem contribuído, juntamente com o regime pluviométrico, chuvas concentradas de alta intensidade ou estiagens prolongadas, para comprometer o frágil equilíbrio do ambiente da região.

Apesar da importância sócio-econômica, a Caatinga é pouco conhecida e mal utilizada, e em inúmeras áreas do conhecimento inexistem resultados de pesquisas. No aspecto da nutrição mineral de plantas da região as pesquisas são com exceção das poucas espécies cultivadas comercialmente. O pouco interesse pela nutrição mineral das plantas nativas deve-se a uma conjugação de fatores: o conhecimento do assunto na região é limitado; poucas espécies nativas são exploradas em plantios comerciais e estudos sobre o aproveitamento de espécies com bom potencial de uso são quase inexistentes; o manejo da nutrição nas formações vegetais nativas não é desejável e nem economicamente viável (SAMPAIO e SILVA 1996; SANTANA, 2005).

O material resultante da queda das folhas no final da estação chuvosa (serapilheira) tem importância fundamental para o bioma da Caatinga, seja como alimento para os animais (PARENTE et al., 2012); seja como cobertura do solo ao processo erosivo(GONZÁLEZ-BOTELLO; BULLOCK, 2012); seja como aporte de nutrientes ao solo (FREITAS et al., 2013 .

Das variáveis climáticas, a precipitação e a temperatura são as que exercem maior influência na formação da serapilheira. Assim, pode-se concluir que o tipo de vegetação e as condições ambientais são fatores determinantes da quantidade e qualidade do material que cai no solo, (CORREIA; ANDRADE, 1999; MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). A maior parte do total pluviométrico anual observado no semiárido nordestino concentra-se em quatro meses do ano, fevereiro, março, abril, maio, os quais compreendem a estação chuvosa, principalmente no setor setentrional dessa região, nesses meses observam-se valores em torno de 40% a 60% na parte sul do semiárido, enquanto, no setor centro-norte, os percentuais variam entre 60% a 85% em relação ao total precipitado (SOUZA et al., 1999).

No entanto, acredita-se que devido a alta variabilidade espacial e temporal das chuvas, o regime pluviométrico da região e suas relações com a produção de serapilheira deve ser investigado em uma escala temporal menor, onde se possa identificar a presença de dias consecutivos secos com conseqüente melhor caracterização do regime pluviométrico local.

2 HIPÓTESE E OBJETIVOS

2.1. Hipótese

A produção de serapilheira na Caatinga é dependente da distribuição temporal dos eventos pluviométricos.

2.2. Objetivos

2.2.1 Geral

Identificar as relações existentes entre o regime pluviométrico e os veranicos que ocorrem no semiárido e a produção de serapilheira no tempo para o bioma Caatinga, em função do manejo aplicado a cobertura vegetal em microbacias do semiárido.

2.2.2 Específicos

- Investigar a distribuição temporal dos eventos pluviométricos;
- Investigar a variabilidade em escala mensal das precipitações no período de estudo;
- Identificar se os veranicos interferem para o período de máxima produtividade de serapilheira;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Caatinga

A Caatinga ocupa uma área de aproximadamente 750.000 km² sob as latitudes sub-equatorial compreendidas entre 2° 45' e 17° 21' Latitude Sul e engloba partes dos territórios pertencentes aos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais. Sua área corresponde a 54% da Região Nordeste e a 11% do território brasileiro e constitui o chamado Polígono das Secas (ALVES et al., 2009). A temperatura média anual na região é de 27,5 °C (ALVES et al., 2011; TRENTIN et al., 2011). A umidade relativa do ar mantém-se em torno de 60% na época chuvosa e cai para 40% na época da estiagem (ARAÚJO, 2007). Este ecossistema é caracterizado por uma forte sazonalidade, refletindo um período de seca que varia de sete a nove meses e um total de precipitação anual que varia entre 250 e 1200 mm ano⁻¹ com 80% da precipitação ocorrendo durante a estação chuvosa (SAMPAIO, 1995; ARAÚJO, 2005; ARAÚJO et al., 2007; LOPES et al., 2012).

O bioma Caatinga é considerado uma das 37 grandes regiões geográficas do planeta, possuindo a vegetação mais heterogênea dentre os biomas brasileiros (FABRICANTE; ANDRADE 2007). Apesar disso, o mesmo é vislumbrado pela sociedade humana como sendo possuidor de uma paisagem monótona e pouco diversificada (FERREIRA et al., 2007). O termo “Caatinga” é de origem Tupi e significa “mata branca”, referindo-se ao aspecto da vegetação, que se caracteriza por ser um mosaico de arbustos espinhosos, densos, baixos, retorcidos, leitoso, de aspecto seco, de folhas pequenas e caducifólias e florestas sazonalmente secas e decíduas (ALVES, 2007). Quanto a sua classificação Lopes et al. (2009) relatam que é mais prático considerar basicamente duas fitofisionomias: Caatinga arbórea e caatinga arbustiva, entretanto as descrições pormenorizadas e cuidadosas devem ficar a cargo de cada pesquisador, quando as peculiaridades dos locais estudados assim o exigirem. A Caatinga arbórea está restrita às manchas de solos ricos em nutrientes.

A Caatinga pode ser caracterizada, em geral, como uma floresta de porte baixo, compreendendo principalmente árvores e arbustos que geralmente apresentam espinhos e microfilia, com presença de plantas suculentas e um estrato herbáceo efêmero, presente

somente durante a curta estação chuvosa. Algumas famílias, como Leguminosae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae e Cactaceae são muito importantes por representarem a maior parte da diversidade florística (CARDOSO; QUEIROZ, 2007). De acordo com Rodal et al. (2008), a vegetação de Caatinga apresenta diversas fisionomias e conjuntos florísticos, cuja distribuição é determinada, em grande parte, pelo clima, relevo e embasamento geológico que, em suas múltiplas interrelações, resultam em ambientes ecológicos bastante distintos.

Esse tipo de vegetação tem como característica apresentar espécies xerófitas que possuem adaptabilidade para a redução da transpiração com a queda das folhas na estação seca, nessa época a Caatinga mostra os troncos esbranquiçados e brilhantes que dominam a paisagem (PRADO, 2003; MEDEIROS et al., 2009). Segundo Castelletti et al. (2003); Andrade et al. (2008), a Caatinga é uma ecorregião semiárida única no mundo, provavelmente é o bioma brasileiro mais ameaçado e transformado pela ação humana.

Sua paisagem natural originada pela auto organização da biosfera, praticamente tem perdido suas características geocológicas primárias em função do uso inapropriado destas atividades socioeconômicas. Nas últimas décadas vem-se observando um cenário extremamente modificado pela intensa ação degradadora do ser humano, manifestada principalmente no surgimento e/ou intensificação dos processos biofísicos tais como erosão e aumento do deficit hídrico dos solos, contribuindo para a alteração microclimática e para a expansão da desertificação afetando, conseqüentemente, a biodiversidade (TRIGUEIRO et al., 2009).

Dentre os principais agravantes que culminam com o empobrecimento ambiental, em larga escala, da Caatinga, Leal et al. (2005) citam a atividade humana não sustentável, como a agricultura de corte e queima que converte anualmente, remanescentes de vegetação em culturas de ciclo curto, o corte de madeira para lenha, a caça de animais e a contínua remoção da vegetação para a criação de bovinos e caprinos. Estima-se que 54% dos recursos florestais recolhidos em todo o mundo estão sendo utilizado como lenha, o que indica a importância de madeira no balanço energético mundial e destacando a potencial significativo e direto desta atividade sobre a perda de floresta (BROUWER; FALCÃO, 2001; BHATT; SACHAN, 2004; BRITO; CINTRA, 2004). A madeira tradicionalmente foi a fonte mais importante de biomassa, a ser utilizado em a forma de um carvão vegetal ou lenha em cerca de 70% da população em países subdesenvolvidos, com uma utilização média per capita estimada em 700 kg ano⁻¹ (MAHAPATRA; MITCHELL 1999; RAMOS; ALBUQUERQUE 2012). No Brasil, a lenha ainda é muito utilizado pelas pessoas mais pobres da sociedade (TABUTI et al., 2003). Como as florestas nativas são as principais fontes dos

biocombustíveis, a colheita de lenha aumentou o problemas de desmatamento no país (RAMOS et al., 2008).

3.2. Regime pluviométrico do Semiárido

A região Nordeste do Brasil possui como clima predominante, o BSw'h' – semiárido quente com alta variabilidade espacial e temporal das chuvas determinadas pela alternância entre as massas continentais, secas, e as oceânicas úmidas. O Nordeste é conhecido por apresentar grande variabilidade temporal da precipitação, ou seja, anos com secas severas ou com chuvas excessivas, (SILVA et al., 2011). Na porção semiárida desta região, a precipitação é a variável climatológica de maior importância, de modo que mesmo pequenas alterações desta podem influenciar consideravelmente a disponibilidade de água e, assim, a vegetação, a gestão da água, agricultura, indústria e, finalmente, a sociedade como um todo (WERNER; GERSTENGARBE, 2003).

Na região Nordeste, durante os meses de março-abril-maio (período coincidente com a estação chuvosa no semiárido nordestino), o modo de variabilidade oceano-atmosférica de grande escala dominante sobre a bacia do Atlântico tropical é o conhecido como dipolo de anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) (NOBRE; SHUKLA, 1996; WAGNER, 1996; UVO et al., 1998; SOUZA et al., 1999). Esses dipolos são caracterizados pela manifestação simultânea de anomalias positivas e negativas de TSM. Quando o dipolo está na fase positiva, verificam-se anomalias positiva ou negativa de TSM respectivamente nas bacias Norte ou Sul do atlântico, na fase negativa do dipolo, as anomalias ocorrem de forma inversa. Esse padrão térmico inverso gera o aparecimento de um gradiente térmico meridional e inter-hemisférico sobre o Atlântico equatorial, o qual exerce influências no deslocamento norte-sul da ZCIT (NOBRE; SHUKLA, 1996, SOUZA, 1999), essa zona se constitui no principal sistema meteorológico indutor de chuvas da região semiárida do nordeste brasileiro nos meses da estação chuvosa (SOUZA, 1999). As anomalias positivas ou negativas de TSM estão associadas respectivamente com o enfraquecimento ou fortalecimento dos ventos à superfície (SOUZA, 1999; NOBRE; SHUKLA, 1996). Quando a fase do dipolo de TSM está negativa, costuma-se associar a um fortalecimento da componente meridional dos alísios de nordeste, principalmente junto a costa nordestina, favorecendo a descida da ZCIT ao sul do equador fazendo com que a pressão fique mais baixa e com isso

amente o transporte de umidade e favorece a precipitação (MOLION; BERNARDO, 2002; REBOITA et al., 2010). No período em que a fase do dipolo está positiva o fenômeno inverso ocorre, ou seja, a componente meridional de sul encontra-se forte e, em consequência, a ZCIT fica impedida de descer abaixo do equador (SOUZA, 1999).

O regime pluviométrico do semiárido nordestino apresenta precipitações concentradas em um curto período de tempo. É comum, em único mês o total precipitado ser superior a 70% da média da região, essa característica da pluviometria na região semiárida apresenta uma distribuição unimodal com as máximas registradas nos meses de março e abril (ANDRADE, 2010). Esse fenômeno se justifica devido à migração da ZCIT para o Hemisfério Sul. A ZCIT se localiza no oceano Atlântico nas estações de verão e outono a uma latitude aproximada de 4°S e no inverno a aproximadamente 10°N (REBOITA et al., 2010).

Outra característica do regime pluviométrico da região é a presença de chuvas intensas durante o período chuvoso. As formações cúmulo-nimbo associadas à ZCIT são responsáveis por chuvas intensas sobre muitas regiões tropicais, tais como no Brasil, na região nordeste esse fenômeno ocorre exatamente naqueles anos em que a ZCIT sobre o atlântico intertropical incursiona até posições extremas mais ao norte ou mais ao sul da linha do equador (XAVIER et al., 2000). Moscati e Gan (2007) investigaram os mecanismos responsáveis pela ocorrência de eventos extremos de precipitação no Sertão nordestino, e verificaram que estes podem ser modulados pela justaposição simultânea de dois ou mais sistemas de escala sinótica (por exemplo, sistemas frontais, Zona de Convergência do Atlântico Sul, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, ZCIT, entre outros). Muitos dos eventos de forte precipitação registrados foram associados com sistemas frontais que penetraram até 13°S (Salvador, BA) ou alcançaram latitudes mais ao norte. Moscati e Gan (2007) também verificaram que quando os ventos de leste e sul em 850 hPa intensificam, a precipitação diminui no Sertão nordestino. Apesar de serem irregulares e mal distribuídas, as chuvas chegam a totalizar uma lâmina média de 0,7 m sobre a área total (969.589,4 km²) do semiárido da região Nordeste do Brasil, o que resulta em 678,7 bilhões de m³ de água por ano (ANDRADE, 2010).

3.3. Ocorrência de veranicos na região semiárida

A região semiárida apresenta um regime de chuvas irregulares, com flutuações interanuais e intrasazonais muito elevadas, o que traz como consequências, secas severas ou

chuvas em excesso em anos diferentes, chegando algumas secas a durarem dois ou mais anos (DINIZ, 2006). O que caracteriza a semiaridez dessa região, além das secas periódicas, não é o total de precipitação anual, mas sim sua distribuição, que em geral é irregular (SILVA et al., 2009; DUQUE, 1980). A ocorrência de períodos anormalmente secos e úmidos causa, por vezes, impactos significativos na sociedade como um todo (SLEIMAN, 2012).

No semiárido nordestino, além de anos secos e dos baixos totais pluviométricos anuais, a distribuição intra-anual da chuva também é adversa, já que concentra mais de 70% do total em apenas quatro meses. Além dos eventuais anos secos e da curta duração da estação chuvosa, a região ainda tem outra adversidade climática no tocante à exploração agrícola que é a ocorrência de períodos multidiários com pouquíssima ou nenhuma chuva durante a estação chuvosa, conhecidos como veranicos (SILVA e RAO, 2002). Do ponto de vista meteorológico, o termo veranico é utilizado para descrever a ocorrência de situações decorrentes da união de fatores meteorológicos, ocasionando, em plena estação chuvosa, períodos sem precipitação, sendo um dos principais fatores que afetam a produção final da cultura, causando a quebra nas safras, isto tendo em vista o estresse hídrico sofrido pela cultura (ANJOS, 2010). Segundo Brito (2006), o estresse hídrico não afeta apenas as culturas agrícolas, também causa problema em áreas florestais, pois o veranico pode comprometer a germinação e estabelecimento de árvores novas. Desta forma estudos desta natureza podem auxiliar no planejamento de plantio das árvores e manejo da cultura (Souza et al., 2005).

Os veranicos representam um agravante importante na determinação da aridez desse ambiente, pois sua ocorrência faz com que os dias de chuva sejam intercalados por alguns, ou vários, dias sem chuva, normalmente com forte insolação e, conseqüentemente, altas taxas de evapotranspiração, o que prejudica o aproveitamento hídrico das plantas e das culturas, principalmente as de sequeiro (SILVA; RAO, 2002; FIDELIS FILHO et al., 1998). Segundo Castro Neto; Vilela (1986); Antunes (1986); Soares e Nóbrega (2010), o veranico é entendido como “um problema de seca no período chuvoso” e inclui o veranico no grupo das secas invisíveis, que ocorre sempre que o fornecimento diário de água pela precipitação for insuficiente para as necessidades diárias das plantas. De acordo com Diniz et al. (2005), os veranicos se constituem num problema sério, pois quando passam de aproximadamente dez dias e caso ocorra em um dos estádios fenológicos de emergência da plântula, floração e fase inicial da colheita (frutificação), podem causar prejuízo parcial ou total da safra, caracterizando um evento denominado de “seca verde”.

Em estudo sobre a probabilidade de ocorrência de veranicos no estado do Ceará, Silva; Rao (2002) verificou que a probabilidade de ocorrência de veranicos decendiais no

semi-árido cearense é, respectivamente, de 51, 39 e 25% em janeiro; de 20, 18 e 21% em fevereiro; de 10, 7 e 6% em março; de 9, 10 e 11% em abril; de 25, 25 e 28% em maio; e de 38, 43 e 51% em junho. Este mesmo autor observou que a probabilidade média de ocorrência de precipitação total decendial menor ou igual 5 mm, no semi-árido cearense é, respectivamente, de 78, 73 e 52% em janeiro; de 45, 43 e 43% em fevereiro; de 30, 23 e 18% em março; de 24, 29 e 26% em abril; de 55, 55 e 56% em maio; e de 67, 74 e 79% em junho.

Soares; Nóbrega (2010) em estudo realizado sobre a ocorrência de veranicos no sertão de Pernambuco observaram que em média o tamanho dos veranicos os postos pluviométricos que se destacaram pelos maiores índices foram Cabrobó (Murici), com 18 dias, Santa Filomena e Tuparetama (Jardim), ambos com 17 dias. Já os menores índices ficaram com Araripina (CHESF) e Triunfo, com nove dias cada, seguidos de Custódia, Exu e Tacaratu (Sítio Gameleira), todos com 10 dias. Na porção litorânea do Estado de Alagoas, Silveira et. al. (2003) identificaram que para os municípios de Penedo e São Miguel os registros apontam a ocorrência de veranicos de, no máximo, 15-17 e 18-20 dias.

No estado do Ceará, a frequência de ocorrência do veranico é intensa sobre o estado, em 90 postos estudados por Oliveira (2013) 54,4% destes apresentaram acima de 150 eventos do fenômeno em um período de 40 anos. O veranico de cinco a dez dias foi o mais frequentes dos três tipos avaliados, em 47 dos postos ocorreu mais de 100 eventos do fenômeno no período avaliado. O veranico de onze a quinze dia ocorreu em todos os postos estudados. Para os veranicos com duração maior de 16 dias, foi detectados em praticamente todos os postos, apenas o posto de Guaramiranga não foi detectado sua ocorrência, sendo estes de todos os postos avaliados o menos vulnerável a ocorrência do fenômeno.

3.4. Aspectos gerais e nutricionais da serapilheira

A serapilheira é um importante componente do ecossistema florestal (ANDRADE et al., 2008), pois atua na superfície do solo como um sistema de entrada e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com matéria orgânica e nutrientes, sendo essencial na restauração da fertilidade do solo em áreas em início de sucessão ecológica (EWEL, 1976; ANDRADE et al., 2008). A produção e a decomposição da serapilheira são os dois principais processos que proporcionam a principal entrada de matéria orgânica no solo (SINGH et al., 1999; WELTZIN et al., 2005; PANDEY et

al., 2007), sendo assim uma importante via de transferência de elementos da vegetação para o solo (XU; HIRATA, 2002). A serapilheira e o seu processo de decomposição mantêm os nutrientes no solo, influenciam a produção primária e regulam o fluxo de energia e os ciclos de nutrientes em ecossistemas florestais (WARING; SCHLESINGER, 1985, SANCHES et al., 2009).

A serapilheira é formada pela deposição de material vegetal sobre o solo, o qual é composto por folhas, cascas, ramos, troncos, gravetos, flores, inflorescências, frutos, sementes e fragmentos vegetais não identificáveis, este último denominado miscelânea (LOPES, 2008). A quantidade de serapilheira e de nutrientes que são depositados ao solo irão refletir na sua capacidade produtiva e no seu potencial de recuperação ambiental, tendo em vista as modificações que irão ocorrer nas características químicas, biológicas e físicas do solo e, conseqüentemente, na cadeia alimentar resultante do material orgânico adicionado ao solo (SCHUMACHER et al., 2004; KÖNIG et al., 2002; COSTA et al., 2010).

Quando a camada de serapilheira se acumulada sobre o solo, contribui, juntamente com os diversos compartimentos florestais, para a interceptação das gotas de chuva, promove a dissipação da energia cinética das mesmas e minimiza os efeitos erosivos da chuva. É também um compartimento de armazenamento de água e funciona como um isolante térmico, contribuindo para a redução da evaporação e manutenção de microclima estável na superfície do solo (KINDEL, 2001; FIGUEIRÓ, 2005; ISCORIZA, 2009). Quando muito espessa, a serapilheira pode atuar como barreira física ao estabelecimento inicial de determinadas espécies, dificultando a penetração de sementes, impossibilitando a radícula de atingir o solo ou impedindo que plântulas consigam emergir após a germinação (CHAMBERS; MACMAHON 1994).

O acúmulo de serapilheira no solo está diretamente relacionado com a atividade de decomposição dos microrganismos, que ao serem afetados em seu processo metabólico diminuem sua atividade e ocasionam uma diminuição na decomposição (SANTOS, 1997; HINKEL, 2002).

A serapilheira apresenta um comportamento sazonal quanto a sua produção anual (SOUTO, 2006; SANCHES et al., 2009). Em áreas da Caatinga, Andrade et al., (2008) verificaram a sazonalidade na produção de serapilheira durante o período de estudo (agosto de 2005 a julho de 2006), sendo a menor taxa de deposição de serapilheira registrada no mês de Dezembro de 2005. Esse comportamento era esperado, já que a maioria das espécies existentes na área são caducifólia, e nesse período, que correspondeu ao final da estação seca e início da estação chuvosa, as árvores estavam totalmente desfolhadas, reduzindo dessa

forma, a produção de serapilheira, já o maior pico de produção ocorreu no mês de Junho de 2006. Costa et al., (2010) afirmaram que a deposição da serapilheira é diretamente influenciado pelas alterações ocorridas no regime pluviométrico do bioma Caatinga. Lopes et al., (2009) alegaram existir uma forte relação entre o total precipitado e a deposição de serapilheira na Caatinga.

A produção da serapilheira na Caatinga apresenta valores inferiores quando comparados com outras regiões do País (SANTANA, 2005; SOUTO, 2006). Estudo conduzido por Costa et al. 2007 na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN constatou uma produção anual de 2.984,5 kg ha⁻¹. Andrade, 2008 estudando a Reserva Particular do Patrimônio Nacional (RPPN) na Fazenda Tamanduá em Santa Terezinha (PB) verificou uma produção de 2.283,97 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Os valores de produtividade de serapilheira na Caatinga giram em torno de 1.500 a 3.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (COSTA et al., 2007), tanto em florestas arbóreas quanto em arbustivas, sendo esses valores determinados pelas características morfológicas e fisiológicas comuns das plantas que compõem o bioma (COSTA et al., 2010).

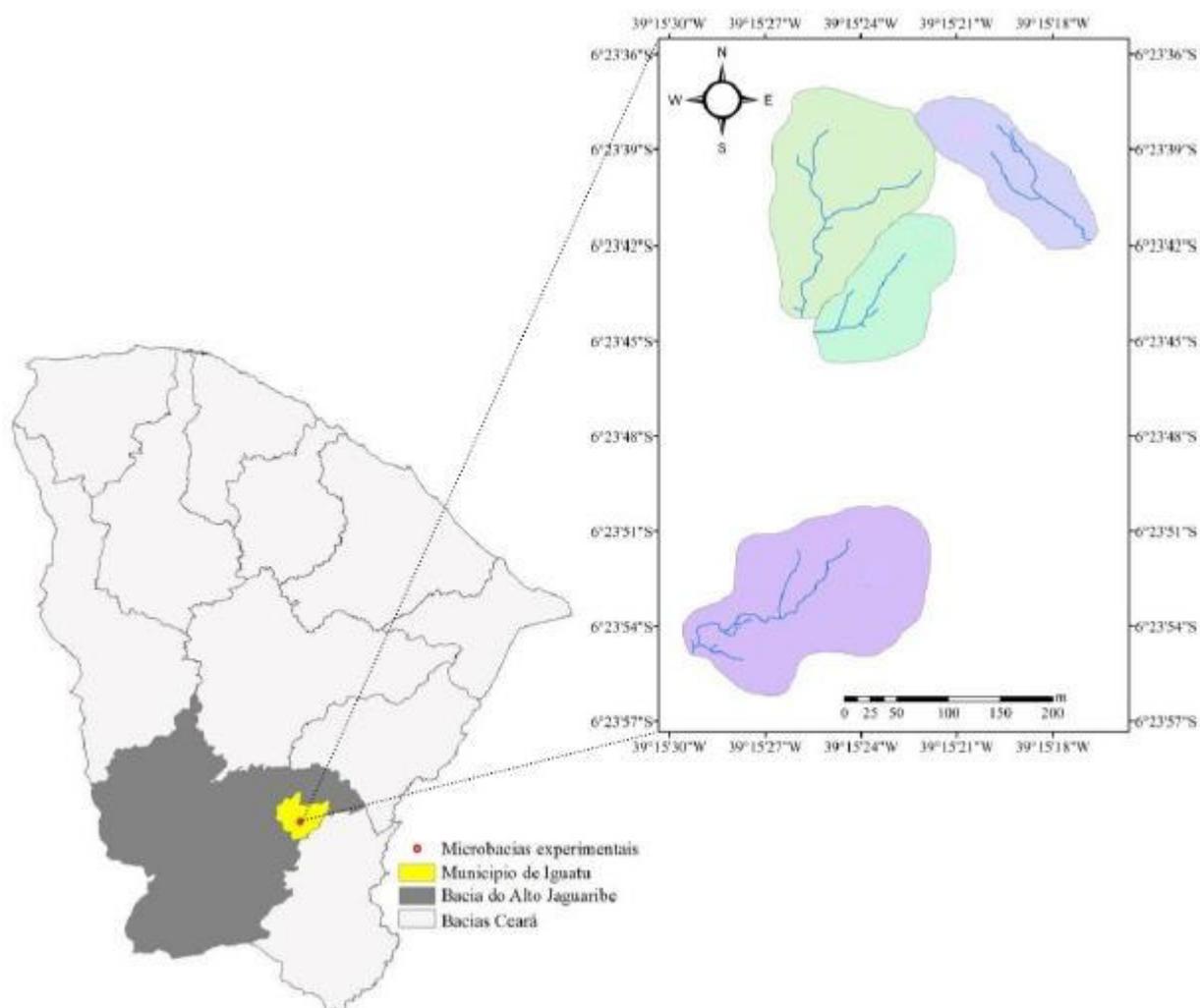
Na região norte do País, o trabalho realizado por Fernandes, et, al. (2007) em bosques de mangue na região de Furo Grande na cidade de Bragança-Pará, verificou uma produtividade média de 7.400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ no período de 4 anos com uma variação de 6.500, 5.990 e 9.850 kg ha⁻¹ ano⁻¹, para os três sítios amostrados. Em estudos desenvolvidos em vegetação de tipo Savana (Cerrado/Campos), em fragmento florestal na cidade Campo Verde (MT), Fernandes e Scaramuzza (2007), encontraram valores anuais de deposição de serapilheira que variaram de 9.038,34 kg ha⁻¹ a 6.363,56 kg ha⁻¹, para áreas de floresta nativa e capoeira, respectivamente. Silva et al. (2009) estudando a contribuição das folhas na produção de serapilheira na região de transição entre a floresta Amazônia e Cerrado em Sinop no Norte de Mato Grosso, verificou uma produção anual de 8.992,2 kg ha⁻¹ com a produção média mensal variando entre 212,9 e 1.334,1 kg.ha⁻¹.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Descrição da área experimental

A área de estudo está inserida na bacia do Alto Jaguaribe, região semiárida do Ceará, mais precisamente no município de Iguatu em área pertencente ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, IFCE-Campus Iguatu, em 4 microbacias experimentais (Figura 1). As microbacias estão localizadas entre as coordenadas geográficas 6°23'40'' a 6°23'55'' S e 39°15'20'' a 39°15'30'' W com altitude média de 217,8 m. Esse trabalho é parte integrante de um macro projeto desenvolvido nessas microbacias, numa parceria entre a Universidade Federal do Ceará e o IFCE-Campus Iguatu, financiado pelo CNPq.

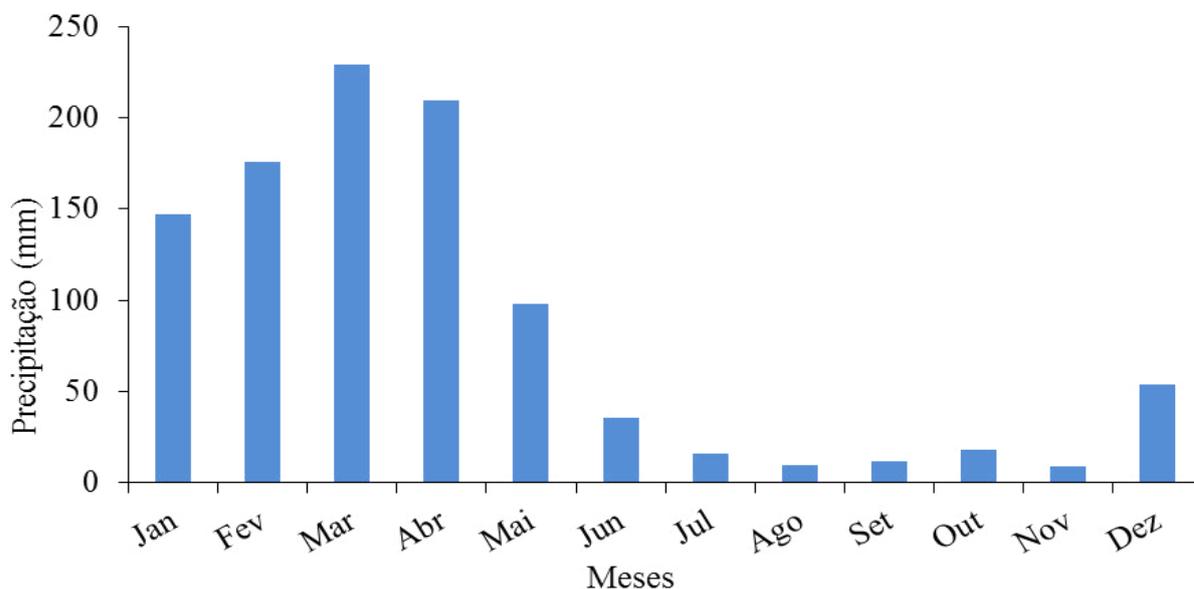
Figura 1 – Localização da área de estudo no mapa do Ceará



4.2. Clima

A região apresenta, de acordo com a classificação de Köppen, clima do tipo BSw'h', ou seja, semiárido quente com chuvas concentradas no período verão-outono com temperaturas médias sempre superior a 18 °C no mês mais frio. As maiores alturas pluviométricas ocorrem nos cinco primeiros meses do ano, sendo os maiores valores observados no mês de março (Figura 1). Mais de 84% da precipitação anual ocorre nestes meses, e, nos outros sete meses do ano ocorre uma redução drástica nas precipitações. Informações sobre outras variáveis meteorológicas para a região estudada podem ser observadas na Tabela 1.

Figura 2 – Precipitação média mensal do período de 1974 a 2012 do município de Iguatu, Ceará



FONTE: FUNCEME, (2012)

Tabela 1- Variáveis climatológicas para a região de Iguatu, Ceará, Brasil

Variável	Valor	Unidade
Temperatura máxima média	31,7	°C
Temperatura mínima média	20,3	°C
Radiação solar média anual	5,63	kWh m ⁻² dia
Insolação	2898	h ano ⁻¹
Umidade relativa do ar	61,8	%
Evaporação com tanque Classe A	1988	mm ano ⁻¹
Velocidade média anual do vento	2,1	m s ⁻¹

FONTE: Palácio, (2011)

4.3. Solos

As microbacias são partes integrantes da depressão sertaneja setentrional (IPECE, 2004). Na área de estudo o relevo é pouco acidentado, o solo é pedregoso na camada superficial (Figura 3A) e profundo e (Figura 3B). Em épocas secas o solo se contrai devido o ressecamento do mesmo e fendas surgem na camada superficial (Figura 4), porém em épocas chuvosas, devido a presença de argila 2:1 (montmorilonita e caulinita), torna-se escorregadio,

dificultando a locomoção. O solo da área é classificado como Vertissolo Ebânico Carbonático Típico. Os atributos físicos e químicos do solo estão presentes na Tabela 2 e 3.

Figura 3 – Solo pedregoso na superfície e o perfil do solo utilizado para classificação em áreas do IFCE – campus Iguatu-CE



Figura 4 – Fendas no solo formadas na época seca do ano em áreas do IFCE – campus Iguatu-CE



Tabela 2 – Atributos físicos do solo das microbacias intactas e raleadas no IFCE-Iguatu

Horizonte	Camada	Composição granulométrica		
		Areia	Silte	Argila
	cm	g kg ⁻¹		
A	0-5	141	496	187
B	5-21	205	426	300
BCv	21-31	182	348	288

Tabela 3 – Atributos químicos do solo das microbacias intactas e raleadas no IFCE-Iguatu

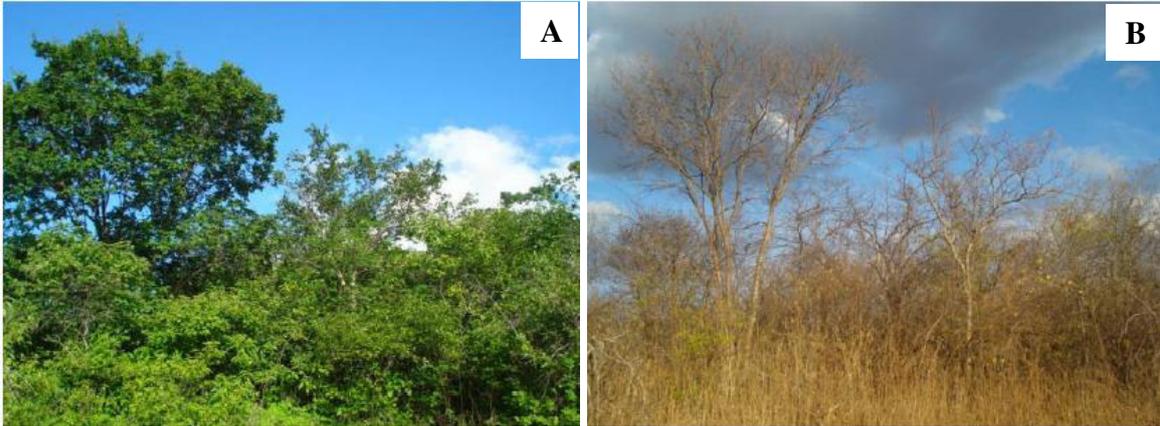
Horizonte	A	B	BCv
Profundidade (cm)	0 – 5	5 – 21	21 – 31
C (g kg ⁻¹)	24,10	13,30	10,20
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	35,00	43,00	39,00
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	12,00	10,00	8,60
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,13	0,13	0,15
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1,04	0,37	0,29
pH H ₂ O	7,60	8,20	8,20
Soma de base (S) (cmol _c kg ⁻¹)	48,00	53,00	48,00
CTC Total (T) (cmol _c kg ⁻¹)	50,00	55,00	49,00
Saturação por base (V) (cmol _c kg ⁻¹)	97,00	98,00	98,00
CaCO ₃ (g kg ⁻¹)	145,00	144,00	151,00
Condutividade elétrica (CE) (dS m ⁻¹)	0,48	0,30	0,29

4.4. Manejos adotados nas microbacias

No semiárido nordestino é muito comum a retirada das árvores para fins de produção de alimentos, pastagens e extração de lenhas. Procurando entender como se comporta a produção de serapilheira após um distúrbio na vegetação foram estabelecidos quatro tratamentos na área de estudo.

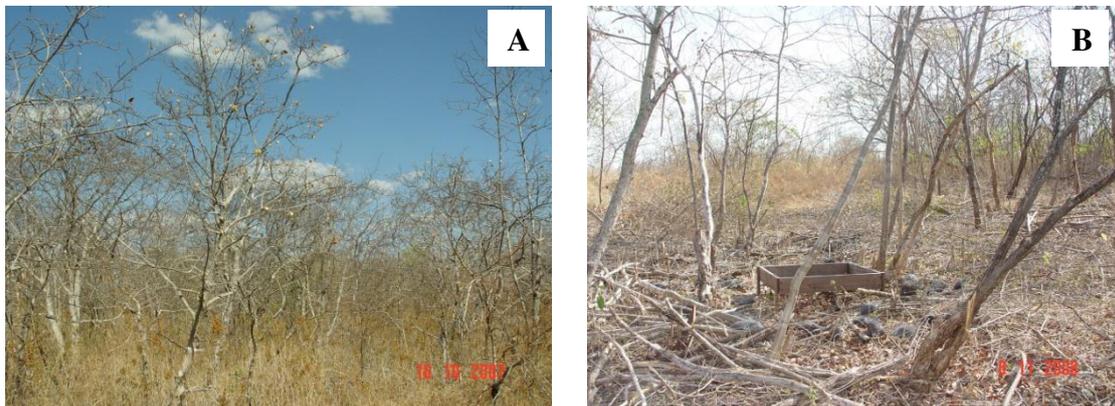
O presente estudo visa comparar quatro microbacias experimentais, a descrição das mesmas será exposta a seguir: A microbacia vegetação nativa (VN) permaneceu durante o período estudado sem nenhuma alteração, esta apresenta uma Caatinga fechada cobrindo totalmente o solo no período chuvoso, o que resulta em pouco desenvolvimento do estrato herbáceo (Figura 5).

Figura 5 – Visão parcial das condições de vegetação da microbacia intacta no período chuvoso (A) e no período seco (B) em áreas do IFCE – Campus Iguatu-CE



A microbacia raleada (RAL) foi modificada no final de 2008, o manejo adotado nesta microbacia modificou a vegetação mantendo as espécies vegetais com diâmetro igual ou maior que 10 cm, e espécies de crescimento herbáceo (Figura 6).

Figura 6 – Visão parcial das condições de vegetação na microbacia raleada antes (A) e depois da aplicação de tratamento (B) no período seco em áreas do IFCE – Campus Iguatu-CE



O segundo manejo aplicado foi à queima com pastagem (PAS), onde foi realizado a retirada de toda vegetação arbórea (Figura 7A) e arbustiva com a queimada (Figura 7B) seguida do plantio com a gramínea conhecida popularmente por capim andropogon (*Andropogon gayanus Kunt*). O desmatamento ocorreu na estação seca de 2009 e o capim foi plantado (Figura 8) antes das primeiras chuvas do ano de 2010.

Figura 7 – Visão parcial da retirada da vegetação na microbacia PAS antes (A) e depois da queimada (B) em áreas do IFCE – campus Iguatu-CE

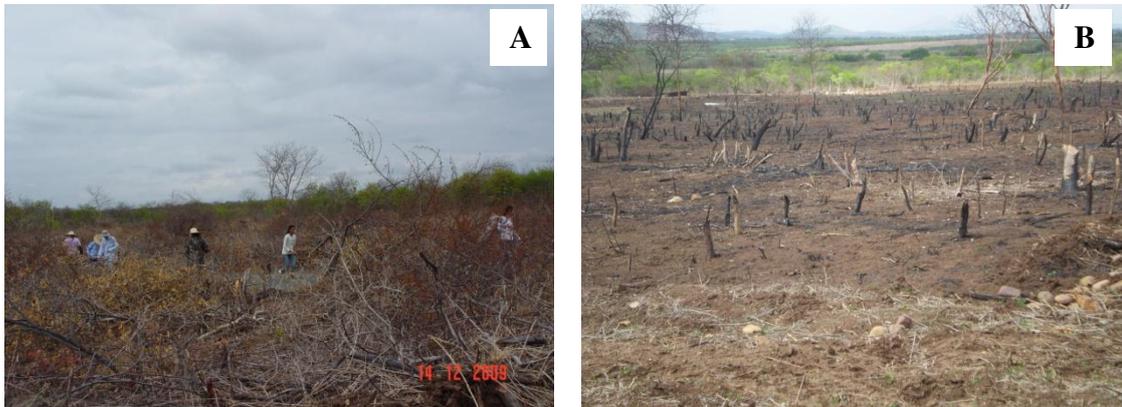


Figura 8 – Plantio do capim *Andropogon gayanus* na microbacia B3 em áreas do IFCE – campus Iguatu-CE



O terceiro manejo aplicado à vegetação, enleiramento (ENL), foi realizado em dezembro de 2010. A alteração na vegetação foi realizada através de um desmatamento da vegetação seguido de enleiramento do material vegetal em curva de nível, (troncos e galhos) e cultivo de milho entre leiras.

4.5. Precipitação

Para se ter um melhor conhecimento do regime pluviométrico da área de estudo, efetuou-se uma análise descrita da série histórica (1911 -2013) anual para o município de Iguatu, sendo a tendência da série ao longo dos 103 anos investigada pela média móvel de 5 anos. A classificação pluviométrica quanto ao total precipitado anual foi realizada empregando-se o Índice de Umidade (I_U) proposto por Navarro Hevia (2002) composto de cinco classes (Tabela 4). No cálculo do referido índice, os dados da precipitação pluviométrica total anual devem ser previamente ordenados para então determinar o Índice de Umidade (I_U) para cada ano, empregando-se a seguinte equação:

$$I_U = \frac{P}{\bar{P}}$$

Onde:

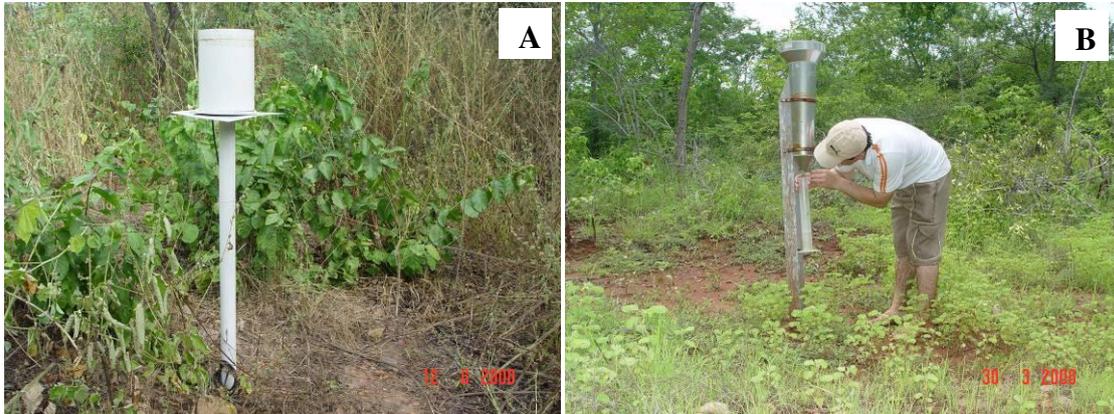
P – Precipitação anual (mm) e \bar{P} - Precipitação média anual da série histórica (mm ano⁻¹)

Tabela 4 – Classes do Índice de Umidade (I_U) proposto por Navarro Hevia (2002)

Classificação dos anos	I_U
Muito úmido	$I_U > 1,3$
Úmido	$1,1 < I_U \leq 1,3$
Normal	$0,9 < I_U < 1,1$
Seco	$0,7 \leq I_U < 0,9$
Muito seco	$I_U < 0,7$

Os dados pluviométricos durante o período de estudo foram obtidos da estação pluviográfica automatizada instaladas na área de estudo, com aquisição de dados a cada 5 minutos (Figura 11A). A microbacia intacta e a raleada foram equipadas com um pluviômetro *Ville de Paris* representativo para as duas microbacias (Figura 11B). Tendo-se por base os dados coletados desenvolveu-se um estudo de variabilidade em escala mensal empregando-se boxplot.

Figura 9 – Pluviógrafo do tipo Báscula (A) e pluviômetro *Ville de Paris* (B) instalados na área de estudo, Iguatu-CE



4.6. Veranicos

Para se conhecer o comportamento da distribuição temporal das chuvas para os quatro anos de estudo, classificou-se os veranicos em quatro classes distintas durante os cinco primeiros meses do ano (jan-mai). De posse dos dados diários de precipitação para o posto de Iguatu, os veranicos foram classificados em diferentes dias, a fim de caracterizar a severidade destes. As classes dos veranicos foram definidas da seguinte forma: (05-10) - veranicos de cinco a dez dias; (11-15) - veranicos de onze a quinze dias; (16-20) - veranicos de dezesseis a vinte dias; (21-25) - veranicos de vinte um a vinte cinco dias e (26-30) - veranicos de vinte seis a trinta dias dias.

4.5. Coleta da Serapilheira

Para a quantificação da serapilheira depositada sobre o solo da Caatinga, foram instaladas 5 caixas coletoras em cada microbacia (Figura 9) distribuídas na margem do curso principal, conforme metodologia apresentada por Souto (2006). Estas caixas foram construídas de madeira, com dimensões de 1,0 m x 1,0 m x 0,2 m, com fundo em tela de

náilon cuja malha era de 1 x 1 mm. Esta trama permite a drenagem da água da chuva, evitando assim início do processo de decomposição do material depositado. As caixas foram instaladas a uma altura de 0,20 m da superfície do solo e distribuídas numa distância de 30 m entre si e 10 m do rio principal.

Figura 10 - Caixa coletora instalada na área de estudo, Iguatu-CE



O material depositado nas caixas foi coletado mensalmente, de janeiro de 2009 a dezembro de 2012, englobando, portanto, períodos chuvosos e secos da região de estudo. O material amostrado era acondicionado em sacos de papel e levado ao Laboratório de Solos Água e Tecidos Vegetais do IFCE-Iguatu para a separação nas frações: folhas (incluindo pecíolos e folíolos), galhos (material lenhoso de todas as dimensões, além de cascas), estruturas reprodutivas (flores, frutos, restos de inflorescências e sementes) e miscelânea (materiais que não se conseguiu identificar e materiais de origem animal).

Após a separação, o material era colocado em sacos de papel devidamente identificados e levados à estufa de circulação forçada numa temperatura de 70 °C até que se obtivesse peso constante, sendo em seguida, pesados em balança de precisão de 0,01 g (Figura 10).

Figura 11 - Separação da serapilheira nas frações folhas, estruturas reprodutivas, galhos e miscelânea (A), pesagem das frações na balança (B)



De posse das quantidades médias de serapilheira encontradas nos coletores, estimou-se a produção total mensal e anual, em kg ha^{-1} , bem como a quantidade de cada constituinte (fração) da serapilheira devolvida aos solos da Caatinga.

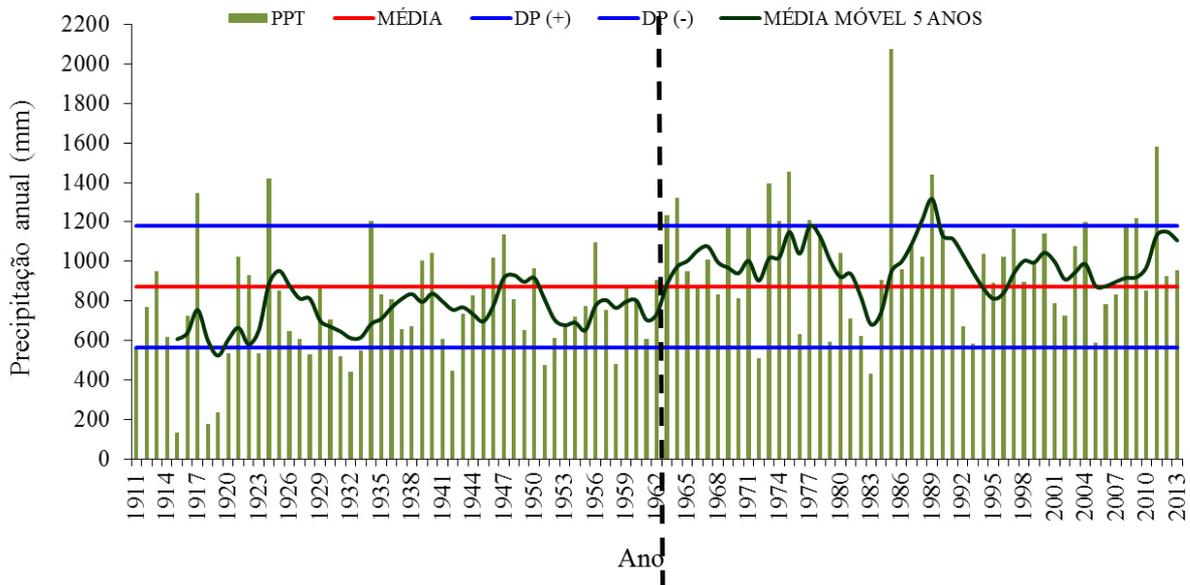
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para se ter um melhor entendimento das relações entre regime pluviométrico e a produção de serapilheira no bioma Caatinga efetuou-se a caracterização das chuvas em escala de tempo anual, mensal e de eventos diários.

5.1. Precipitação

A variabilidade da precipitação em escala anual da região em estudo se confirma ao longo da série de 103 anos (Figura 11). Observa-se precipitações totais anuais de apenas 133 mm e dois anos depois (1917) um acumulado no ano de 1348 mm. Variabilidade nesta magnitude em anos bem próximos, também, foi observada nos anos de 1983 e 1985, onde a precipitação total variou de 433 mm para 2075 mm. Tais resultados expressam a incerteza com que os eventos, mesmo em escala anual se registram no semiárido cearense (Andrade et al., 2010).

Figura 12 – Série histórica (1911- 2013) da precipitação total anual para a estação de Iguatu, Ceará.



Para a série em estudo a média móvel identifica uma tendência de aumento do total precipitado anual com o tempo. Esta afirmativa se confirma quando investigando a Figura 11 identifica-se que antes do ano de 1964, onze anos apresentaram total anual inferior a 564 mm ($\mu - \sigma$). Já para o período após 1964 somente em dois anos a precipitação total anual foi inferior a 564 mm. Em contra partida, analisando-se o limite superior do intervalo ($\mu \pm \sigma = 1178$ mm), identifica-se que antes do ano de 1964, somente três eventos foram superiores a este limite, enquanto que nos últimos 56 anos, 9 anos registraram valores do total precipitado anual superior a 1178 mm.

Do total de anos estudados, 25 foram classificados como normal, 40 como úmidos ou muito úmidos e 38 como secos ou muito secos (Tabela 5). Os resultados mostram que apesar da alta variabilidade interanual, existe uma distribuição muito similar do número de anos com precipitação anual ou superior ao normal. Tais números expressam a necessidade de estudos mais detalhados uma vez que 30% dos anos da série foram classificados como secos e muito secos enquanto que 13% como úmidos ou muito úmidos, totalizando 43% de eventos extremos e apenas 24% como normal. Tal fato expressa que secas não deveriam ser consideradas como eventos de anormalidade para a região de estudo.

Tabela 5 - Limites das classes do Índice de Umidade (Iu) e distribuição dos anos/classe

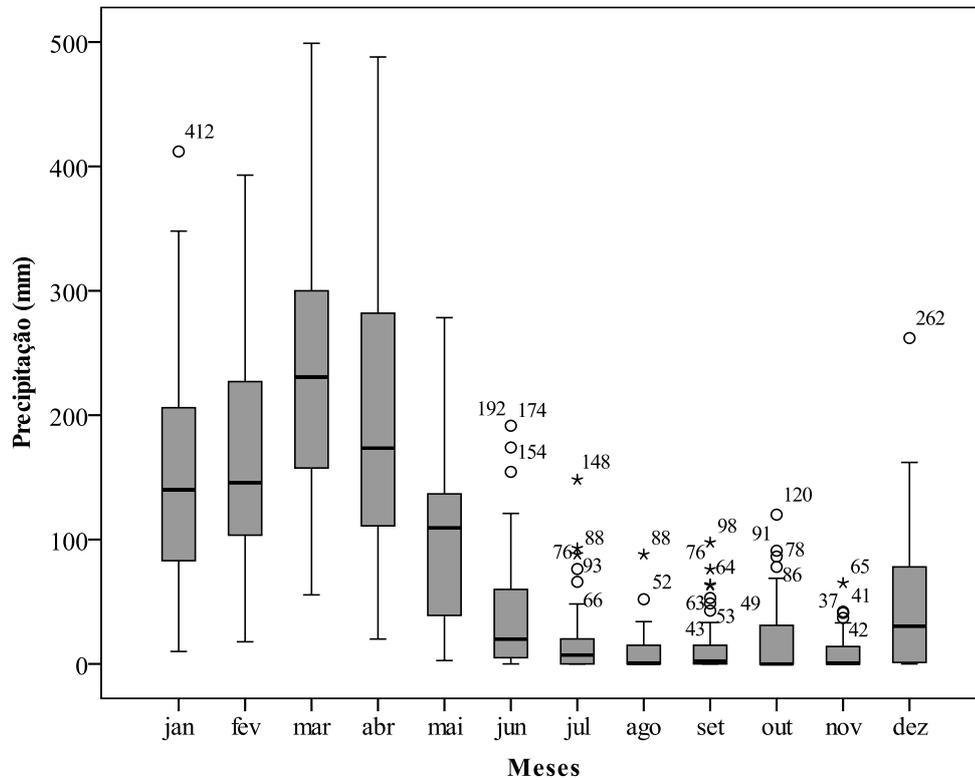
Classes	limite superior (mm/ano)	Limite inferior (mm/ano)	número de anos
Muito úmido	> 1195,74		14
Úmido	1195,74	939,51	26
Normal	939,51	768,69	25
Seco	768,69	683,28	7
Muito seco	< 683,28		31
Total de anos			103

Para um melhor entendimento de como os eventos se distribuem ao longo do ano efetuou-se uma análise mensal para uma série de 53 anos (1961-2012), a qual esta inserida na série de 103 anos. A maior série não foi empregada devido a não disponibilização de dados em escala mensal.

Analisando-se a Figura 12, identifica-se que para os meses chuvosos, janeiro-maio, somente janeiro apresenta dado discrepante, e que com exceção do mês de maio, existe uma tendência da mediana se deslocar em direção ao primeiro quartis. Tal fato demonstra que as alturas pluviométricas mensais inferiores à mediana apresentam valores próximos entre si e que os valores superiores a mediana estão dispersos, expressando a variabilidade dos eventos com tendência a eventos mensais extremos. Lima et al., (2008) estudando a Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre – ES também verificaram a ocorrência de dados discrepantes em seu estudo, porém esse fato ocorreu de forma semelhante a este estudo, onde os meses de novembro e dezembro que foram os mais chuvosos não apresentou dados discrepante. Os meses mais chuvosos são março e abril, sendo março o mês que apresenta uma distribuição mais uniforme com relação aos quartis, uma vez que a mediana se encontra centralizada entre o segundo (25%) e o terceiro (75%) quartis.

As precipitações ocorridas nos meses de março e abril, também mostram que a mediana (50%) das precipitações totais mensais é superior ao total anual em anos de secas severas (Figura 11). Ainda com relação à Figura 12, verifica-se que os meses representativos do período seco (jun-dez), apresentam a existência de eventos isolados e com elevada variabilidade espaço temporal, uma vez que em todos os meses dados discrepantes se fazem presentes. Estes “outliers” identificam a existência de eventos mensais 1,5 vezes superior ao valor do terceiro quartis (75% do evento ser menor ou igual).

Figura 13 – Distribuição mensal da série histórica (1961-2012) da precipitação anual para o posto de Iguatu.



As precipitações destes anos foram analisadas em maiores detalhes por ser o período em que as coletas sobre serapilheira foram efetuadas. Dos cinco anos estudados, o ano de menor precipitação foi o ano de 2010 com total anual de 884,6 mm e classificado como normal quanto ao índice de umidade (Tabela 6). Embora o ano de 2009 não tenha apresentado a maior altura pluviométrica anual, foi o ano em que foi registrado 10 meses consecutivos com precipitação superior a 10 mm. Outro fato interessante é a alta concentração das chuvas no ano de 2008, onde choveu um total de 1303 mm em apenas cinco meses (Jan/Mai)

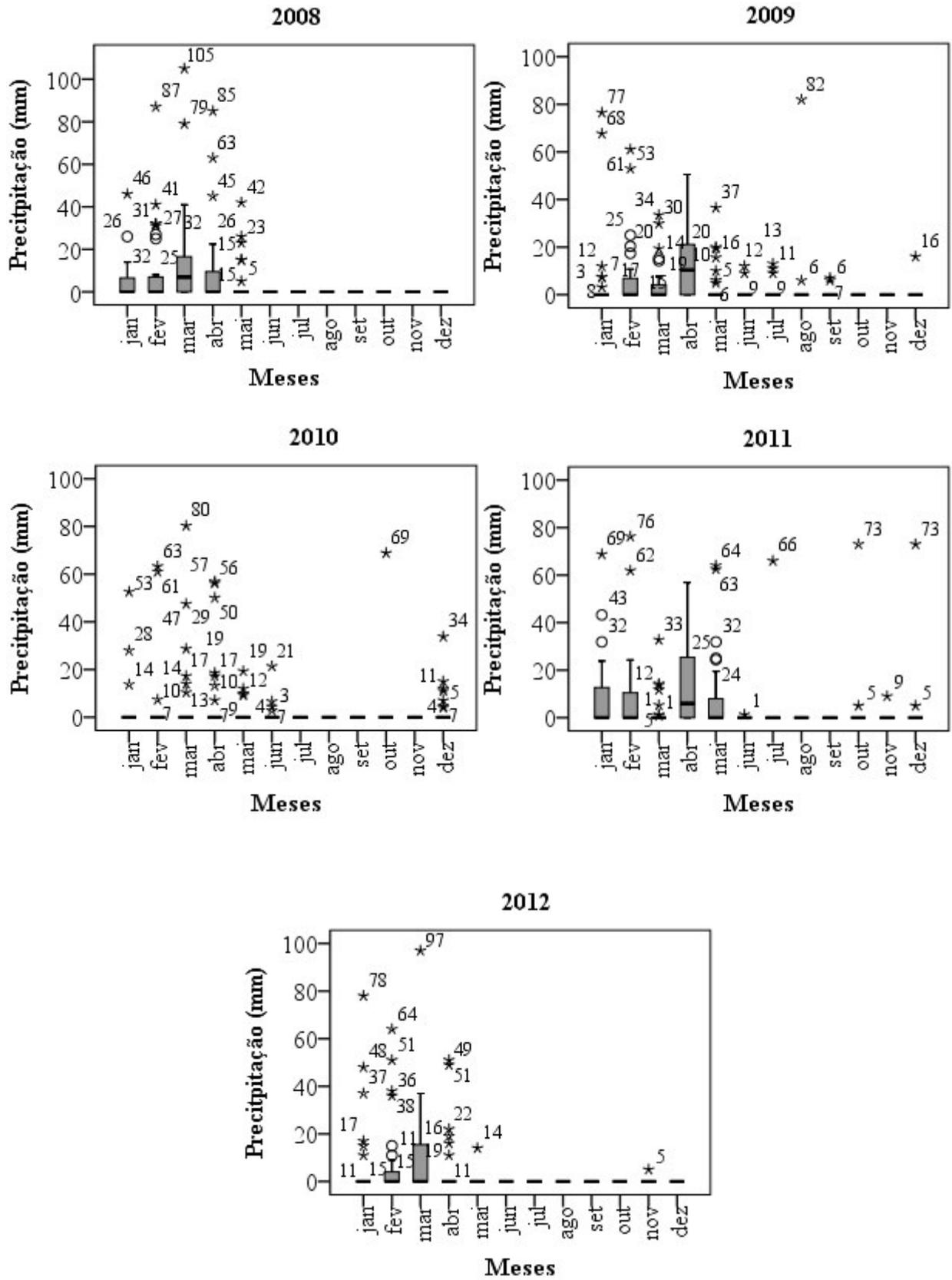
Tabela 6 – Precipitação mensal, anual e classificação dos anos de estudo quanto ao índice de umidade

Meses	2008	2009	2010	2011	2012
Jan	137,0	174,0	94,2	266,9	206,0
Fev	294,0	210,7	131,6	270,2	232,0
Mar	448,0	134,4	198,1	79,8	300,0
Abr	298,5	413,0	219,2	474,9	168,0
Mai	126,0	112,5	50,3	256,6	14,0
Jun	0,0	21,0	35,1	1,3	0,0
Jul	0,0	33,0	0,0	66,0	0,0
Ago	0,0	88,0	0,0	0,0	0,0
Set	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0
Out	0,0	0,0	68,8	78,0	0,0
Nov	0,0	0,0	0,0	9,0	5,0
Dez	0,0	16,0	87,3	78,0	0,0
Total	1303,5	1215,6	884,6	1580,5	925,0
Índice de Umidade	Úmido	Úmido	Seco	Muito Úmido	Normal Seco

Para se ter um maior conhecimento da variabilidade temporal dos eventos de precipitação, aplicou-se a técnica do bloxpot aos dados diários para os cinco anos (2008-2012) de investigação (Figura 13). Este foi o ano de maior variabilidade temporal entre os eventos e que devido a esta elevada variabilidade, a distribuição entre os quartis não foi efetuada e passou-se a ter um aglomerado de outliers (Figura 13).

Mesmo para os ano de maiores registro de precipitação anual (2008, 2009, 2011), os outliers se fazem presentes e identifca-se uma elevada dispersão dos valores superiores à mediana (50%). O ano com maior precipitação total, 2011, apresentou eventos de precipitações isoladas durante o período seco em um total de 220 mm. Tais resultados mostram que tanto nos secos como chuvosos, os outliers se fazem presentes sempre nos extremos superiores, bem como nos anos de menor precipitação, a altura pluviométrica é composta por eventos isolados e discrepantes.

Figura 14 – Distribuição dos eventos-24 horas para os cinco anos de estudo



5.2. Veranicos

A certeza da variabilidade temporal do regime pluviométrico do semiárido nordestino se expressa na presença constante de veranicos durante a estação chuvosa. O maior número de veranicos para a série em estudo foi registrado na classe de 5 a 10 dias (246 eventos), e os mesmos se fazem presente ao longo de toda a estação chuvosa (Tabela 7). Observa-se que o maior número de veranicos ocorreu nos meses de janeiro e maio. Sendo portanto estes dois meses os que apresentaram maior variabilidade temporal dos eventos pluviométricos. Carvalho et al., 2013 demonstrou que a frequência de veranicos entre 5 a 25 dias estão aumentado para as últimas décadas para a região central do Brasil.

Ainda pela Tabela 7 identifica-se que embora o mês de abril apresente veranicos somente de duas classes, o mês com menos ocorrência de veranico foi março. Estes resultados expressam que estes dois meses são os que aportam uma melhor distribuição de umidade ao vegetal. A ausência de veranicos superiores a 16 dias nos meses de março e abril se justifica por ser o período de maior inferência da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT sobre o semiárido cearense, pois neste período a ZCIT migra para o Hemisfério Sul e ocorre o aumento na precipitação (Guerreiro, et al., 2013; Hastenrath, 2012). Pesquisadores como Carvalho et al., 2013 e Silva; Rao, 2002 mostram como os veranicos podem comprometer a produção agrícola de sequeiro no semiárido brasileiro.

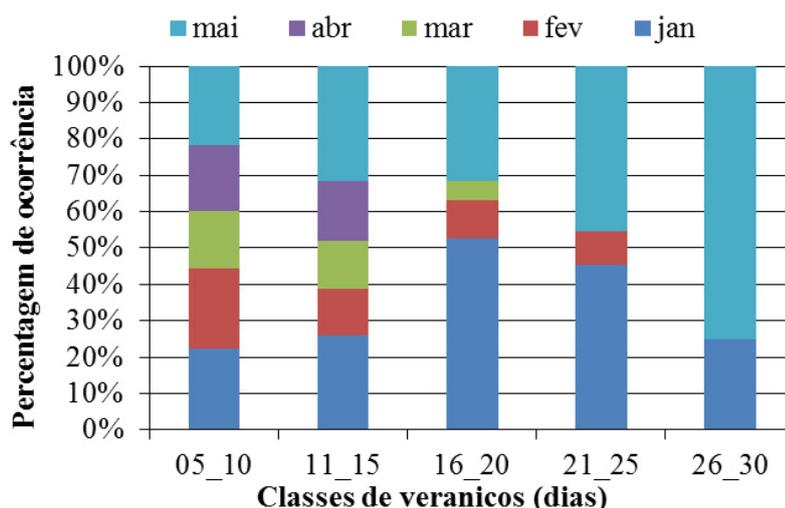
Tabela 7 – Número de eventos ocorridos por classe de veranico na série histórica de 1961-2012

Meses	Classes de veranicos (n° de dias)					Total
	05_10	11_15	16_20	21_25	26_30	
Jan	55	14	10	5	1	85
Fev	54	7	2	1	0	64
Mar	39	7	1	0	0	47
Abr	45	9	0	0	0	54
Mai	53	17	6	5	3	83
Total	246	54	19	11	4	334

A distribuição relativa dos eventos de dias consecutivos secos (5-10 dias) apresentaram uma distribuição similar entre os meses que compõem a estação chuvosa (Figura 14), onde cada mês apresenta um percentual de ocorrência próximo de 20%. Embora o mês de março apresente o menor percentual de eventos, pesquisadores como Guerreiro et al., 2013, mostraram que o número de veranicos vem crescendo para o mês de março e abril no estado do Ceará.

Ainda pela Figura 14 identifica-se que os meses de março e abril apresentaram uma melhor distribuição dos dias consecutivos úmidos, uma vez que quanto maior o número de dias secos consecutivos (veranicos) menor o percentual de ocorrência dos mesmos. Destaca-se ainda que ao longo de toda a série estudada (1961-2012) os meses de março e abril não apresentaram veranicos superiores a 16 dias. O mês de maio foi o que apresentou veranicos mais longos seguido por janeiro. Aproximadamente 50% e 45% dos eventos de 21 a 25 foram observados nos meses de maio e janeiro, respectivamente com menos de 10% de registro no mês de fevereiro. Já os veranicos com 26 a 30 dias registraram uma ocorrência de 80% no mês de maio e 20% em janeiro. Tal fato se explica, por janeiro se tratar do início da estação chuvosa e maio final da referida estação.

Figura 15 – Distribuição dos veranicos nos meses de janeiro a junho para a série histórica de 1961-2012

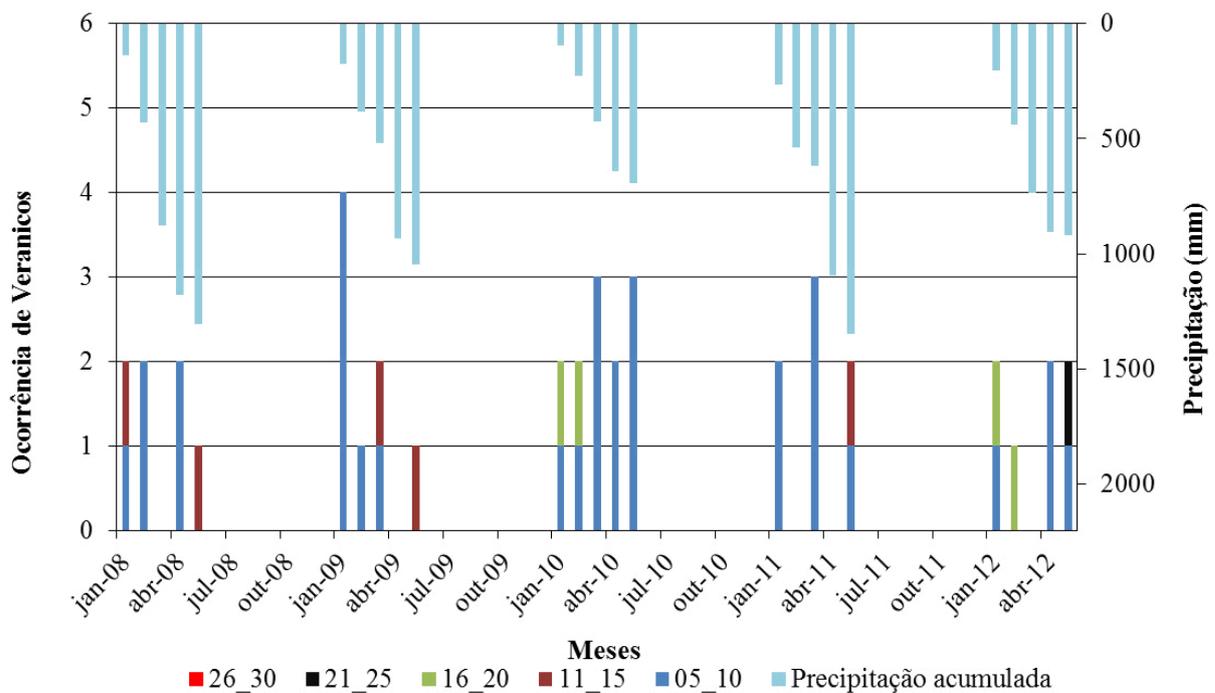


Para se identificar como os veranicos podem interferir na variabilidade temporal da produção de serapilheira bem como na produtividade anual, caracterizou-se os cinco anos

de estudo (2008-2012) quanto a presença de veranicos (Figura 15). Os eventos de veranicos ocorridos neste período expressam a mesma tendência apresentada na série de 1961-2012, ou seja, uma maior presença de veranicos de 5-10 dias. Do total de veranicos ocorridos nos cinco anos de estudo, 75% (31 eventos) foram registrados nesta nessa classe. Observa-se, que mesmo nos anos classificados como muito úmidos (Tabela 6 e Figura 15), a presença de até 15 dias consecutivos secos se faz presente.

Para anos classificados como normais foi registrado a ocorrência de veranicos de até 25 dias secos. Analisando-se o ano de 2012 especificamente, identifica-se que mesmo com uma precipitação acumulada de 950 mm, ocorreram dois veranicos de 16_20 dias e um de 21-25 dias caracterizando a concentração dos eventos pluviométricos em poucos dias consecutivos muito chuvosos como foi discutido por Guerreiro et al., 2013. Tal fato expressa que a normalidade da nossa estação chuvosa é a incerteza de como os eventos se distribuem no tempo e que totais anuais não é um indicador real da disponibilidade hídrica para as plantas. Entende-se que estudos das series históricas de veranicos poderão expressar de forma mais realista a disponibilidade hídrica para os vegetais.

Figura 16 – Ocorrência de veranicos nas estações chuvosas dos anos de 2008 a 2009 e a precipitação acumulada de janeiro a maio



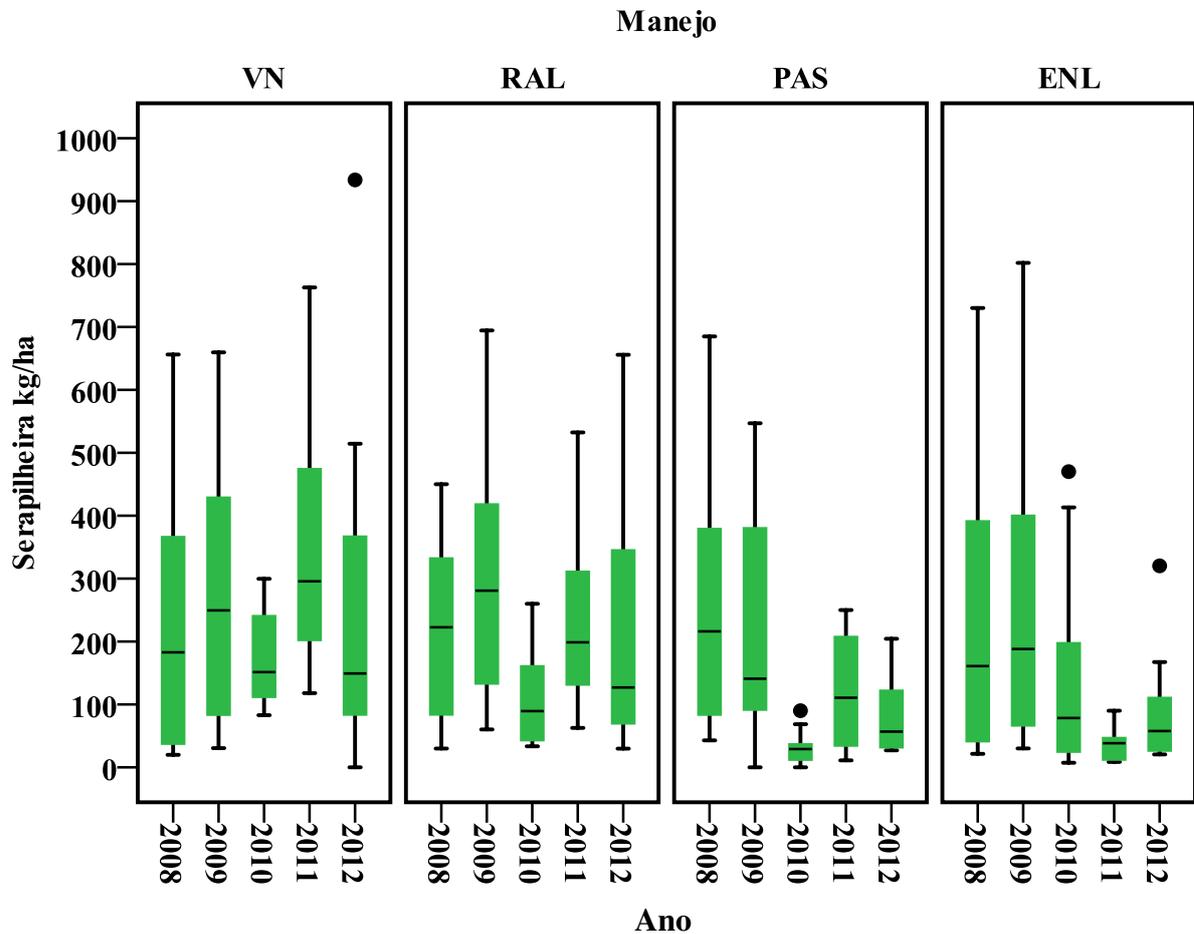
5.3. Produção de serapilheira em diferentes coberturas vegetais na Caatinga

Para se conhecer as relações entre veranicos e produção de serapilheira pela Caatinga em quatro usos da terra distintos, testou-se os seguintes manejos de cobertura vegetal: VN -Vegetação Nativa; Ral - Raleamento; PAS - Broca_Queima_Pastagem e ENL - Enleiramento. O manejo VN apresentou a máxima produtividade nos cinco anos estudados. Os quatro manejos investigados apresentaram uma mesma tendência de resposta da produção da serapilheira (Figura 16) em relação a precipitação acumulada durante a estação chuvosa (Figura 15). A menor produção em todos os manejos foi registrada no ano de 2010, ano em que ocorreu a menor precipitação acumulada no período chuvoso (Figura 15).

Destaca-se ainda pela Figura 16 que a produção de serapilheira de 2009 na microbacia (RAL) foi superior a de 2008 embora o total precipitado em 2009 tenha sido inferior ao de 2008 (Figura 15) e com uma maior presença de veranicos. Esta maior produção no ano de menor precipitação acumulada na quadra chuvosa pode esta relacionada com o arranjo de veranicos ocorridos em cada ano e não com a precipitação total. Observa-se pela Figura 15 que 50% dos veranicos registrados no ano de 2009 ocorreram no mês de janeiro, início da quadra chuvosa. Estes resultados expressam a importância do conhecimento não só da existência de veranicos, mas como a distribuição dos mesmos ocorre na quadra chuvosa.

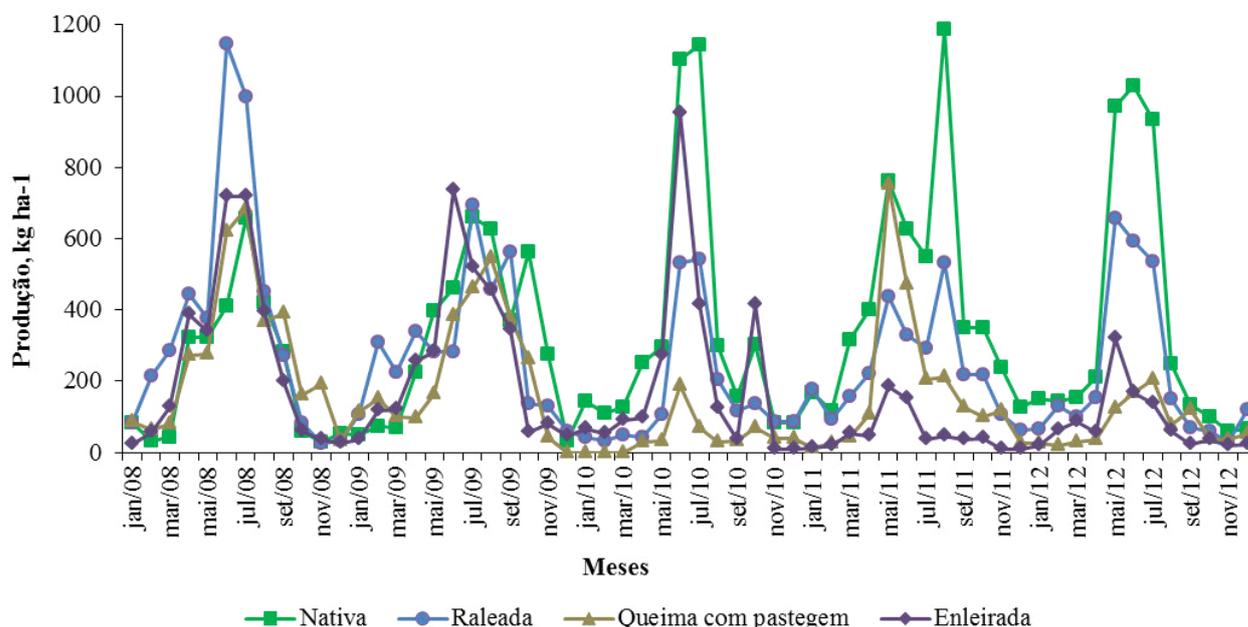
A menor produtividade por manejo foi registrada em PAS no ano de 2010. Esta baixa produtividade foi em decorrência do corte da mata nativa + queima e em seguida semeado a gramínea andropogon (*Andropogon gayanus Kunt*). A segunda menor produtividade ocorreu no ano de 2011 no manejo ENL, época em que o manejo foi aplicado, raleamento + enleiramento. Embora no ano seguinte iniciasse-se um processo de recuperação na produção de serapilheira, esta continua inferior a produtividade registrada nos anos que antecederam a aplicação do manejo. Ainda pela Figura 16, observa-se que o manejo de RAL foi o que menos afetou a produção de serapilheira, uma vez que o manejo foi aplicado ao final do ano de 2008. Estes resultados mostram que o raleamento foi um manejo que pode ser empregado na Caatinga sem alterar a produtividade de serapilheira da mesma.

Figura 17 – Box Plot da produção de serapilheira pela vegetação submetidas aos quatro manejos durante os cinco anos de estudo



Ao longo do período estudado (Figura 17) observa-se um comportamento cíclico da produção de serapilheira, com produtividades máximas entre os meses de junho e julho e produtividade mínima no período nov-dez. Tal fato expressa a forte relação existente entre as espécies caducifólias que compõem a Caatinga e a quadra chuvosa. Como a quadra chuvosa para a região em estudo estende-se até maio, nos meses de junho e julho ocorre uma grande perda de massa foliar como expressão do déficit hídrico no solo. Ao longo do período seco, o déficit hídrico torna-se cada vez mais intenso, e ao final do ano as plantas já perderam as folhas em sua totalidade o que resulta em baixíssima produtividade de serapilheira ($< 50 \text{ kg ha}^{-1}$).

Figura 18 – Deposição média mensal da serapilheira total da Caatinga no município de Iguatu - CE



Para o ano de 2008, nenhum manejo havia sido aplicado, assim os resultados expressam uma condição não alterada para as quatro microbacias. Para este ano a maior produção de serapilheira foi registrada na microbacia (RAL) como uma produção de 4522 kg ha⁻¹ com um pico de produção de 1147,00 kg ha⁻¹ registrado no mês de junho. Estes valores foram próximos aos encontrados por COSTA et al. (2010), em estudos sobre produção de serapilheira na Caatinga arbórea da floresta nacional em Açú-RN. Os referidos autores encontraram valores da ordem de 3.384 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

A microbacia RAL em 2009 produziu 3648,73 kg ha⁻¹, apesar de esta ter sofrido alteração na vegetação, os valores máximos e mínimos não são muito diferentes dos outros manejos, onde a vegetação estava inalterada. O valor encontrado de produção de serapilheira foi superior ao encontrado por Costa et al., (2010), que estudando a produção de serapilheira na parte arbustiva da área de estudo, encontrou 2580 kg ha⁻¹.

No ano de 2009 a produção de serapilheira para as microbacias (RAL e VN) foi aumentando ao longo dos meses e depois do pico de produção (julho), a produção começou a diminuir até o mês de setembro voltando a aumentar no mês de outubro (Figura 17). Este aumento aconteceu devido ao desenvolvimento da vegetação ocorrido pela influência da precipitação de 33, 88 e 13 mm nos meses de julho, agosto e setembro, respectivamente. Amorim et al., (2009) verificou que após chuvas esporádicas em julho e agosto, época

normalmente seca, as espécies comuns da Caatinga como, *Croton sonderianus*, *Combretum leprosum*, *Mimosa acutistipula* e *Jatropha mollissima*, que já estavam totalmente sem folhas, iniciaram a formação de nova folhagem que pouco durou e foi depositada ao solo logo após a suspensão das chuvas em outubro.

Embora as menores precipitações acumuladas tenham sido registradas no ano de 2010 (Figura 15) a menor produção foi obtida no ano de 2009. Acredita-se que este fato pode estar relacionado com a presença de veranicos superiores entre 11 e 15 dias registrados nos meses de abril e maio do ano de 2009 (Figura 15).

Para o ano de 2011, constatou-se que a microbacia VN apresentou maior dispersão dos dados, variando de 117,98 a 762,82 kg ha⁻¹ ano⁻¹. O total depositado por essa microbacia foi 4170,11 kg ha⁻¹ ano⁻¹, esse valor foi o mais alto dos quatro de estudo, a precipitação de 1580,54 mm distribuídos em dez meses tem forte influência neste total aportado ao solo. Ao contrário do ano anterior (2010), neste ano a precipitação ocorrida durante o primeiro semestre do ano ocorreu de forma mais distribuída, nos meses de fevereiro e abril não houve nenhum intervalo de cinco dias sem chuva, no mês de janeiro foram apenas dois intervalos sem chuva, nos meses de março e maio ocorreram três intervalos de cinco dias sem chuvas.

Em relação ao ano de 2012, este apresentou um comportamento inferior ao ano anterior, a produção de serapilheira para 2012 na microbacia VN foi 3201,61 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Apesar do ano de 2012 ter sido considerado um ano seco no estado do Ceará, no município de Iguatu onde o estudo foi realizado, não se pode afirmar que 2012 foi um ano seco, pois o total precipitado durante o ano foi 925 mm, sendo distribuído em 6 meses do ano, porém com 97,9 % das chuvas concentradas entre os meses de janeiro e abril. Apesar da má distribuição das chuvas neste ano, a produção de serapilheira não foi abaixo dos outros anos como era esperado. Comparando com o ano de 2010, que obteve um total de 885 mm, o total precipitado foi superior em 1072,75 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Acredita-se que esse expressivo valor em relação ao ano comparado se deve a distribuição das chuvas em cada mês, no ano de 2010, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, ocorreram 3, 3, 7 e 7 eventos pluviométricos respectivamente, já no ano de 2012 nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, ocorreram respectivamente 6, 8, 11 e 6 eventos pluviométricos. Em relação ao total de eventos no período de janeiro a abril, em 2010 ocorreram 20 eventos, em 2012 ocorreram 31 eventos, para o mesmo período o ano de 2012 foi superior ao ano comparado em 55%.

Nos anos de 2008 e 2009, a microbacia PAS se comportou de maneira semelhante quanto a produção de serapilheira, no primeiro ano a produção foi de 3187,99 kg ha⁻¹.

Comparando esta microbacia com a VN, observa-se que os valores produzidos são diferentes, tendo esta última produzido menos 550,78 do que a anterior.

No ano de 2010, em que a microbacia PAS já tinha sido alterada, a produção de serapilheira foi a menor quando comparada com as demais (376,14 kg ha⁻¹). Após a realização da queima seguida do plantio de capim, essa microbacia permaneceu durante três meses (janeiro à março) sem depositar serapilheira sobre as caixas coletoras. No decorrer deste ano a vegetação predominante na formação da serapilheira foi o capim andropogon (*Andropogon gayanus Kunt*) e vale ressaltar que a fração que teve maior influência na produção de serapilheira foi a estrutura reprodutiva, que, foi responsável por 60,56% do total anual.

No ano de 2011, onde a vegetação natural da microbacia já estava voltando a se desenvolver, a produção de serapilheira já foi mais de quatro vezes que o ano anterior (1575,09 kg ha⁻¹), tendo em vista que o ano anterior a vegetação estava se estabelecendo e que a precipitação ocorreu em menor quantidade e de forma mal distribuída, no ano de 2011 onde a precipitação foi maior e a vegetação já estava no estágio final do seu desenvolvimento, a produção saltou positivamente.

5.4. Deposição da fração folha

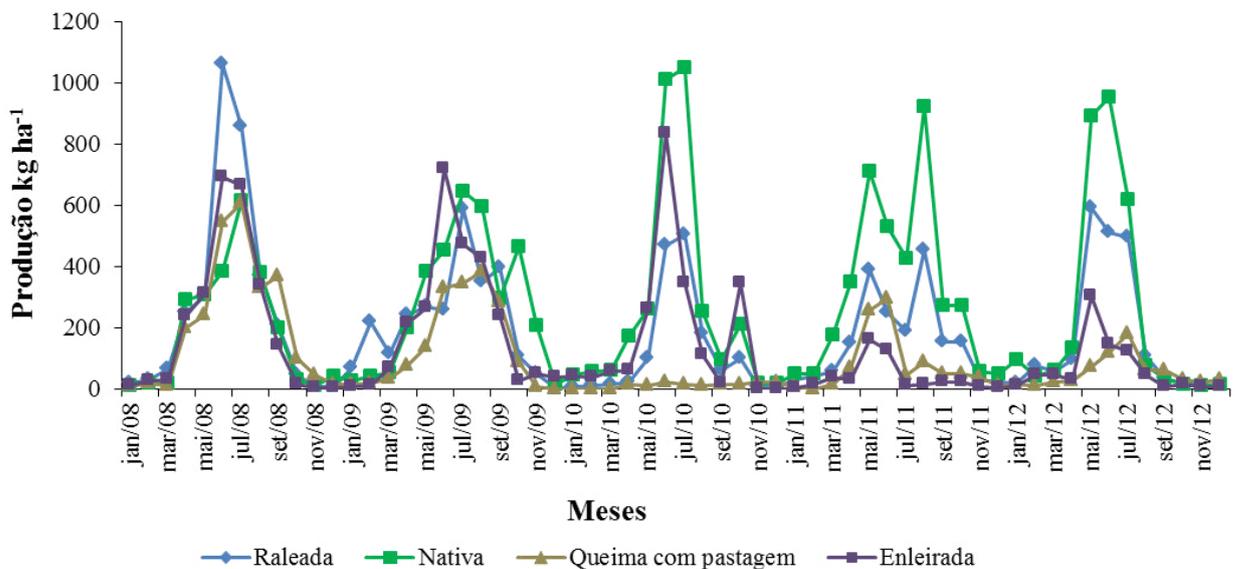
Nos trabalhos consultados sobre produção de serapilheira, independente do bioma estudado, a fração folha normalmente constitui a maior proporção dos resíduos orgânicos que caem ao solo, sendo por isso mesmo a fração mais estudada. Assim, a curva de deposição mensal da fração é muito semelhante a da serapilheira total (Figura 17).

Com exceção do ano de 2008, a maior produção da fração folha foi registrada no manejo de VN (Figura 18). Observa-se ainda pela referida figura que existe uma tendência do manejo VN apresentar uma produtividade sempre superior as demais, principalmente nos meses de maior produção. Acredita-se que tal resposta seja a expressão de como a alteração da cobertura vegetal compromete o aporte de matéria orgânica ao solo da Caatinga, pois em sistemas florestais o estoque de matéria orgânica de superfície tem uma relação com o padrão do estado de evolução sucessional destes, que pode ser alterado em decorrência de diferentes tipos de manejo, que evidenciam variações de padrões de evolução sucessional do estoque (SANTOS et al., 2011). Ao final do ano de 2008, quando foi aplicado o tratamento de

raleamento resultou na redução da produção de serapilheira, apresentando uma produção inferior a VN e a ENL nos dois anos consecutivos.

Para o ano de 2010 a microbacia queima com pastagem apresentou a menor produção de folhas ($160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Esta baixa produtividade é resultado da aplicação do manejo, onde toda a vegetação foi eliminada e a gramínea andropogon (*Andropogon gayanus Kunt*). Neste primeiro ano, a cultura se encontrava em desenvolvimento inicial com baixa produção de serapilheira. A partir do ano de 2010, a microbacia com a cobertura vegetal inalterada passou a apresentar produção sempre superior as demais. Embora tenha ocorrido redução na produção de serapilheira da microbacia raleada em relação a nativa, Palácio (2011) mostrou que a produção total de biomassa para a microbacia raleada foi superior a da mata nativa.

Figura 19 – Deposição média mensal para a fração folha na serapilheira da Caatinga no município de Iguatu - CE

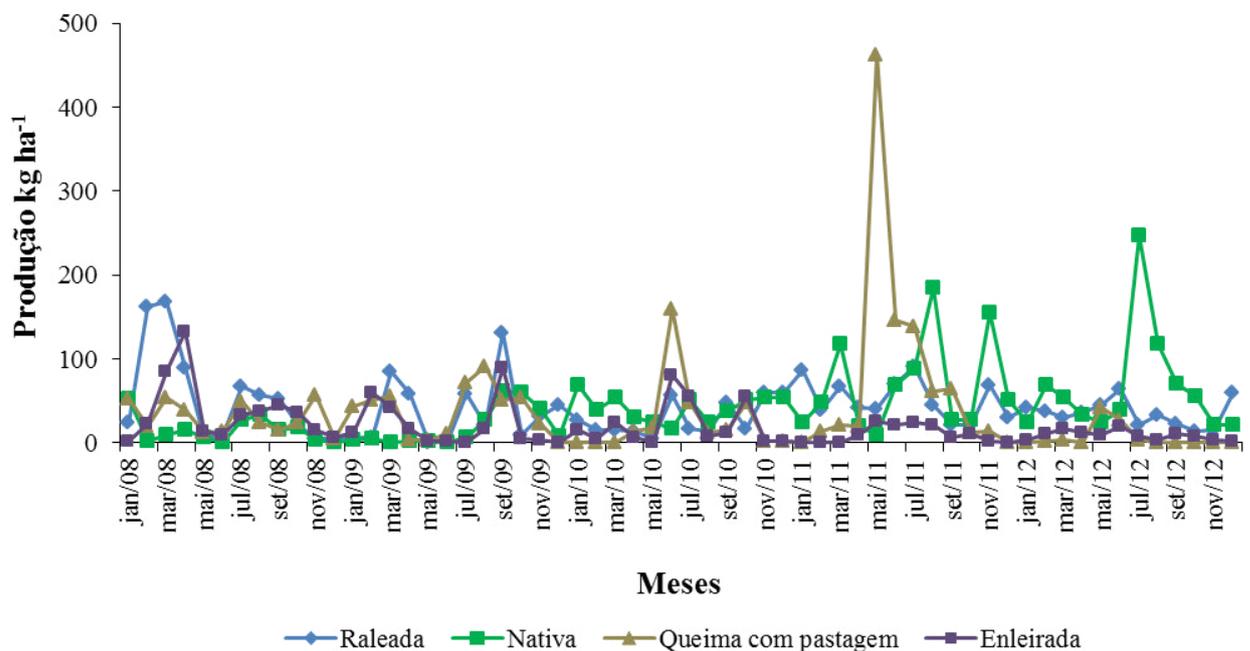


5.5. Deposição da fração estrutura reprodutiva

Analisando-se a produção de estruturas reprodutivas (Figura 19), identifica-se que para os dois primeiros anos de estudo (2008 e 2009) as microbacias apresentaram produtividades semelhantes e sem uma definição de meses específicos para a produção dessas estruturas. Nos anos de 2010 e 2011 a maior produtividade de estruturas reprodutivas foi registrada no manejo de queima mais pastagem. Esta produtividade superior aos demais

manejos adotados nestes dois anos é devido a elevada produção de sementes pela gramínea andropogon (*Andropogon gayanus Kunt*). Ainda pela Figura 19, identifica-se um aumento gradativo da produção de estruturas reprodutivas nos últimos três anos de estudo para o manejo mata nativa. Este aumento gradativo é explicado pela manutenção da vegetação sem interferência humana com aumento no número de indivíduos na área com consequente incremento na produção de estruturas reprodutivas.

Figura 20 – Deposição média mensal para a fração estruturas reprodutivas na serapilheira da Caatinga no município de Iguatu - CE



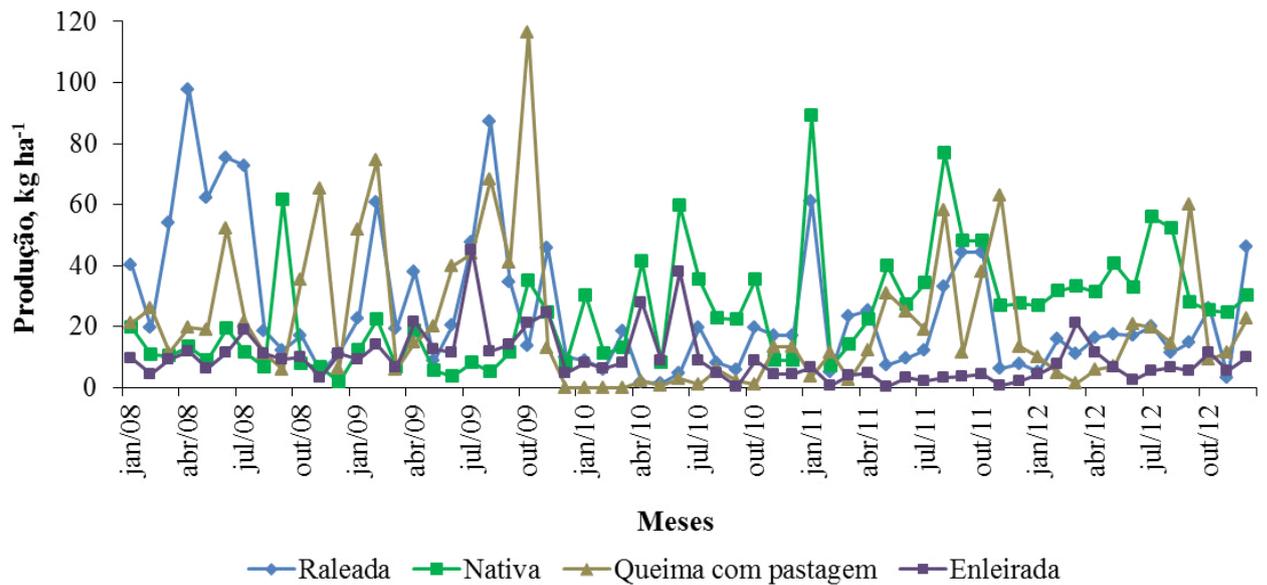
Ao longo dos quatro anos de estudo, o percentual máximo em média dessa fração foi de 26,37% para a microbacia raleada, a segunda que apresentou o maior percentual foi a microbacia queima com pastagem que aportou ao solo 23,63% da serapilheira total durante os quatro anos, a microbacias vegetação nativa e enleirada depositaram ao solo 20,31 e 18,98%, respectivamente.

5.6. Deposição da fração galhos

A variação no padrão de deposição das frações galhos ocorrida durante o período de estudo, podem ser verificados na Figura 20. Verifica-se na microbacia queima com pastagem uma tendência de aumento nos anos de 2008 e 2009 com as maiores produções no

período seco, porém a partir do ano de 2010 onde ocorreu a alteração na vegetação, esse comportamento foi modificado, passando o ano de 2010 com baixa deposição, tendo o seu maior pico no mês de novembro com produção de $13,38 \text{ kg ha}^{-1}$. No ano seguinte a fração galho já foi depositada em maior quantidade, obtendo um total de $953,36 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, enquanto o ano anterior aportou ao solo apenas $319,52 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Figura 21 - Deposição média mensal para a fração galhos na serapilheira da Caatinga no município de Iguatu - CE



Observa-se na microbacia vegetação nativa uma tendência de aumento durante o período estudado, nos dois primeiros anos a produção foi de $178,30$ e $160,89 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, nos anos seguintes os valores aumentaram e no ano de 2010 a produção de $296 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, no ano seguinte obteve-se a maior produção dentre os anos estudados com um total de $487,60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ seguido do ano de 2012 com $385,64 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

A microbacia raleada apresentou comportamento diferente em relação a microbacia nativa. No ano de 2008 ocorreu a maior produção da fração galho para os anos estudados com um total de $487,39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, nesse ano a microbacia ainda estava intacta, no ano seguinte (2009) ocorreu a modificação na vegetação o que ocasionou uma diminuição na produção, porém não muito acentuada, pois a produção foi de $409,00 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para este ano, já no ano de 2010 a produção caiu para $128,52 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ o que mostra o efeito da mudança na vegetação. No ano de 2009 essa queda não foi tão marcante por causa do grande desenvolvimento de vegetação herbácea na área, mesmo sabendo que a vegetação herbácea

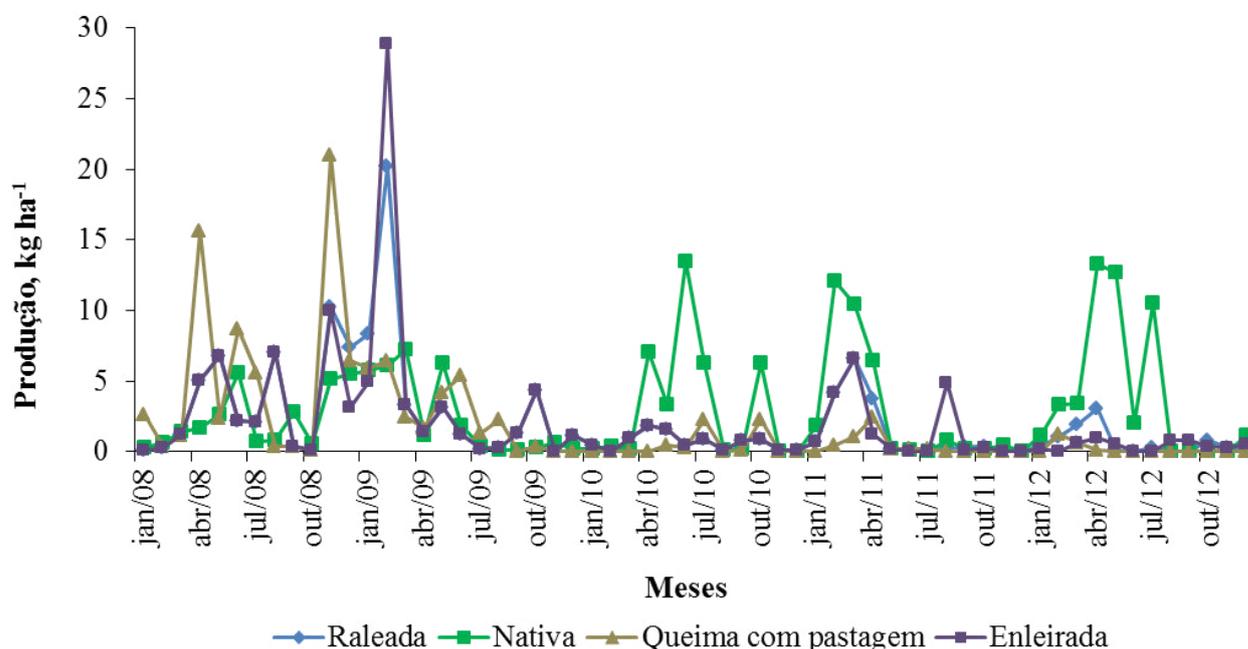
tem os galhos bem mais finos que a vegetação arbórea, o total de galhos que depositaram nas caixas coletoras foi bem maior. No ano de 2011 o total aportado ao solo $279,80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, valor maior que no ano seguinte que ocorreu uma diminuição chegando a produzir $204,53 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. O aumento na produção em 2011 em relação a 2010 ocorreu devido a precipitação ocorrida em 2011. No ano de 2010 apesar de ser o segundo após a alteração na vegetação, onde o crescimento da vegetação herbácea foi menor, a precipitação deste ano foi a menor da série com precipitação de 884,6 mm.

O percentual médio da fração galho para os quatro anos de estudo não modificou muito, a microbacia que apresentou menor percentual foi a nativa que depositou 13,26% do total, seguido da microbacia raleada que depositou 13,94%, a microbacia enleirada aportou 14,25% e por fim o maior percentual da fração galho foi a microbacia queima com pastagem com 18,50% do total de serapilheira.

5.7. Deposição da fração miscelânea

A deposição da fração miscelânea para o período de 2008 a 2012 encontra-se na figura 21. A miscelânea é composta por insetos, fezes de pássaros e outros materiais de origem animal. Na microbacia enleirada ocorreram dois comportamentos distintos, até fevereiro de 2009 ocorre uma tendência de aumento na produção da fração miscelânea, onde a maior produção ocorre no mês supracitado com um total de $28,91 \text{ kg ha}^{-1}$, porém depois desse mês ocorre uma estagnação da produção de abril de 2009 até o final do período em dezembro de 2012, durante esse tempo a maior produção foi no mês de março de 2011 totalizando $6,58 \text{ kg ha}^{-1}$.

Figura 22 – Deposição média mensal para a fração miscelânea na serapilheira da Caatinga no município de Iguatu - CE



O mesmo comportamento da microbacia enleirada foi observado nas microbacias raleada e queima com pastagem, porém os picos de produção foram menores e em meses diferentes, enquanto a microbacia raleada obteve seu pico em fevereiro de 2009 com 20,22 kg ha⁻¹. A microbacia queima com pastagem depositou sua maior quantidade em novembro de 2008 com um total de 21,02 kg ha⁻¹.

A microbacia vegetação nativa apresentou comportamento diferente em relação as demais microbacias, nesta a produção foi menor no período em que as outras obtiveram maior produção, nos anos seguintes essa microbacia apresentou seus picos de produção com valores maiores que as outras e durante o período das chuvas. A produção dessa fração em maior quantidade no período chuvoso também foi verificado por autores como (SANTANA, 2005; ANDRADE et al., 2008)

Em relação ao percentual depositado por essa fração, os valores variaram de 1,45% para a microbacia queima com pastagem a 2,88% para a microbacia enleirada. Esses valores se aproximam do valor encontrado por Souto (2006) que obteve 1,46% do total depositado pela fração miscelânea. Entretanto, confrontando esses resultados com os obtidos por outros autores, Figueiredo Filho et al., (2003) encontraram valores percentuais de 10-17 % do total da serapilheira produzida em floresta ombrófila mista, em diferentes estações do ano e Santana (2005) trabalhando em área de Caatinga relata uma contribuição de 163,65 kg

ha-1 ano-1, que correspondeu a 7,9% da serapilheira total. De um modo geral, a deposição dessa fração foi contínua, com as maiores produções no período chuvoso. Com a ocorrência das chuvas, houve maior oferta de alimento para os insetos e pássaros na área, como também disputa entre esses indivíduos, contribuindo para uma maior deposição de fezes e partes de insetos mortos (Souto 2006).

6. CONCLUSÕES

- A produção de serapilheira apresenta grande variabilidade espacial;
- O índice de umidade não suficiente para inferir sobre a produção de serapilheira;
- A produção de serapilheira não pode é influenciada apenas pela precipitação na área;
- A deposição mostrou-se fortemente sazonal e ininterrupta durante o ano, com a maior produção ocorrendo no início da estação seca, e as menores nos meses finais da mesma estação;
- A fração folha foi o principal constituinte da serapilheira;
- Os meses de janeiro e maio apresentaram maior número de veranicos independente da classe.

REFERÊNCIAS

AIDAR, M.P.M.; JOLY, C.A. Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. – Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré-Pepira, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, p.193-202, 2003.

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p.136-141, 2002.,

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S; SOUTO, P. C.; DE HOLANDA, A. C., Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6. n.2, 2006.

ALVES, J. J. A. **Geocologia da Caatinga no semiárido do Nordeste brasileiro**. CLI MEP: Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, v.2, n.1, p. 58-71, 2007.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n3, p. 126-135, 2009.

ALVES, W. F., MOTA, A.S., LIMA, R. A. A., BELLEZONI, R., VASCONCELLOS, A., Termites as bioindicators of habitat quality in the Caatinga, Brazil: is there agreement between structural habitat variables and the sampled assemblages? **Neotropical Entomology**. 40, 39–46. 2011.

ANDRADE, A. G.; CABALLERO, S. S. U.; FARIA, S. M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 22p.

ANDRADE, Eunice Maia de. **Semiárido e o manejo dos recursos naturais**: uma proposta de uso adequado do capital natural. Fortaleza: Imprensa Universitária da UFC, 2010. 396 p.

ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BEZERRA, D. M. Deposição de serrapilheira em área de Caatinga na Rppn “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.21, n2, p.223-230 2008.

ANJOS, E. C. T. dos et al. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungus (*Scutellospora heterogama*) and the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on sweet passion fruit (*Passiflora alata*). **Brazilian Archives of Biology Technology**, v. 53 n. 4, p. 801-809, 2010.

ANTUNES, F.Z. Fenômenos adversos para a agricultura. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 138, p. 23-24. 1986.

ARAÚJO, L. V. C. de. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos da estrutura da vegetação em uma área de Caatinga no semiárido paraibano**. 2007 (Tese de doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. 121 p. 2007.

BHATT, B. P.; SACHAN, M. S., Firewood consumption pattern of different tribal communities in northeast India. **Energy Policy**. 32:1e6. 2004.

BRITO, J. O.; CINTRA T. C., Madeira para energia no Brasil: realidade, visão estratégica e demanda de ações. **Biomassa & energia**. 1:157 e 63 2004.

BROUWER, R., FALCÃO, M. P., Wood fuel consumption in Maputo, Mozambique. **Biomass & Bioenergy**. 27:233 e 45 2001.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. et al. Ciclagem de nutrientes em *Acacia mearnsii* De Wild. V. Quantificação do conteúdo de nutrientes na biomassa aérea de *Acacia mearnsii* De Wild. procedência australiana. **Ciência Rural**, v.30, n.6, p.977-982, 2000.

CARVALHO, E. C. D.; OLIVEIRA, P. T. B. Análise fitossociológica comparativa de duas áreas serranas de Caatinga no cariri paraibano. **Anais**. VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu-MG, 2007.

CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, S. R. M., PINTO, H. S.; Estimation of dry spells in three Brazilian regions Analysis of extremes. **Atmospheric Research**. Volumes 132–133, October–November 2013.

CASTELLETTI, C.H. M.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: LEAL, L.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora da UFPE, p. 719-734, 2003.

CASTRO NETO, P.; VILLELA, E.A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 138, p. 59-62. 1986.

CHAMBERS, J. C., MACMAHON, J. A. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.25, p.263–292, 1994.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto alegre: Gênese, 1999. p. 197-225.

COSTA, C. C. A.; COSTA, C. C. A.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M.; Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de Caatinga na Flona de Açú-RN. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.259-265, 2010.

COSTA, C. C. A.; SOUZA, A. M.; SILVA, N. F.; COSTA, C. C. A.; DANTAS, I. M. Produção de serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.1, p.246-248, jul. 2007.

CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A. et al. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, v.3, n.1, p.19-39, 1993.

DANTAS, J.S. **Dinâmica da produção e decomposição de folheto e ciclagem de nutrientes em um ecossistema de Caatinga arbórea no agreste da Paraíba.** 2003. 32p. Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. 2003.

de Mata Atlântica, Orleans, SC. 78f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 1997.

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas.** 3ª Ed. Mossoró: Fundação Guimarães Duque. 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS. 2ª ed., 1997. 212p.

ESPIG, S.A.; FREIRE, F.J.; MARANGON, J.C.; FERREIRA R.L.C.; FREIRE, M.B.G.S, ESPIG, D.B. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Árvore**, 33: 949-956. 2009.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v.64, n.1, p.293-308, 1976.

FABRICANTE, J. R. e ANDRADE, L. A. Análise estrutura de um remanescente de Caatinga no Seridó Paraibano. **Oecologia. Brasiliensis.**, 2007.

FERNANDES, F. C. S.; SCARAMUZZA, W. L. M. P. Produção e decomposição da liteira em fragmento florestal em Campo Verde (MT). **Revista de Ciência Agrárias**, Belém, n. 47, p. 173-186, jan/jun. 2007.

FERNANDES, M. E. B.; NASCIMENTO, A. A. M.; CARVALHO, M. L. Estimativa da produção anual de serapilheira dos bosques de mangue no Furo Grande, Bragança-Pará. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.5, p.949-958, 2007.

FERREIRA, L. M. R.; TROVÃO, D. M. de B. M.; FREIRE, Á. M.; SOUZA, B. C. de; FIDELIS FILHO, J.; RAO, T.V.R.; NOBREGA, J.Q. 1998. Probabilidade de ocorrência de

FIGUEIRÓ, A.S. **Mudanças ambientais na interface floresta-cidade e propagação de efeitos de borda no Maciço da Tijuca – Rio de Janeiro, RJ.** Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

FUNCEME, **Séries pluviométricas do posto Iguatu – CE (1974 – 2008).** Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>. Acesso em: 12 ago. 2012.

GARDA, E.C. **Atlas do meio ambiente do Brasil.** Brasília: Editora Terra Viva. 1996.

GUERREIRO, M. J. S. et al. Long-term variation of precipitation indices in Ceará State, Northeast Brazil. **International Journal of Climatology**, DOI:10.1002/joc.3645, 2013.

HINKEL, R. **Aspectos da ciclagem de nutrientes de dois estádios sucessionais de floresta ombrófila densa do parque municipal da lagoa do peri, Ilha De Santa Catarina, SC.** 187f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2002.

IPECE - **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará.** Perfil básico municipal. Iguatu. 2004.

KAUFFMAN, J. B.; SANFORD JUNIOR, R. L.; CUMMINGS, D. L. et al. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. **Ecology**, v.74, n.1, p.140-151, 1993.

KINDEL, A. A. **Fragmentação real: heterogeneidade de remanescentes florestais e valor indicador das formas de húmus.** 2001. 188p. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta estacional decidual no município de Santa Maria-RS. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.4, p.429-435, 2002.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR, T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Conservação Internacional do Brasil* (ed.). **Megadiversidade**, v. 1, p. 139-146, 2005. Disponível em: <http://conservation.org.br/publicacoes/files/19_Leal_et_al.pdf>. Acesso em: 08 set. 2012.

LOPES, C. G. R.; FERRAZ, E. M. N.; DE CASTRO, C. C.; DE LIMA, E. N.; DOS SANTOS, J. M. F. F.; DOS SANTOS D. M.; ARAÚJO, E. L. Forest succession and distance from preserved patches in the Brazilian semiarid region. **Forest Ecology and Management**. 271 115–123 2012.

LOPES, J. F. B.; **Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga cearense**. 2008. 68f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

LOPES, J. F. B.; de ANDRADE E. M; LOBATO, F. A. O; PALÁCIO, H. A. Q; ARRAES, F. D. D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 72-79, jul-dez, 2009.

MEDEIROS, P. H. A. et al. Interception measurements and assessment of Gash model performance for a tropical semi-arid region, **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 165-174, 2009.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 625 p.

MOSCATI, M. C. L., GAN, M. A. Rainfall variability in the rainy season of semiarid zone of Northeast Brazil (NEB) and its relation to wind regime. **International Journal of Climatology**,. Vol. 27, p. 493–512, 2007.

NAVARRO HEVIA, J. Control de la erosión em desmontes originados por obras de infraestructura viária: aplicación al entorno de Palencia capital. 2002. 316 p. **Tesis** (Doctorado en Ingenieria de Montes). Universidad Politécnica de Madrid.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **J. Climate**, 10(4): 2464-2479, 1996.

OLIVEIRA, L. C. **Caracterização da distribuição de veranicos no estado do Ceará**. 37f. 2013. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

PALÁCIO, H. A. de Q. **Avaliação emergética de microbacias hidrográficas do semiárido submetidas a diferentes manejos**. 2011. 149 p Tese (Doutorado em Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas no Semárido) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2011.

PANDEY, R. R.; SHARMA, G.; TRIPATHI, S. K.; SINGH, A. K., Litterfall, litter decomposition and nutrient dynamics in a subtropical natural oak forest and managed plantation in northeastern India. **Forest Ecology and Management** 240. 96–104. 2007.

PEREIRA, J.C.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.& SANTOS, E.M. dos. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Acácia mearnsii* de Wild. No Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Árvore**, v.24, n.2, p. 193-199, 2000.

PINTO, C.B. & MARQUES, R. Aporte de nutrientes por frações de serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da floresta atlântica. **Revista Floresta** 33:257-264. 2003.

PRADO, D.E. **As Caatingas da América do Sul**. In: LEAL, I.R., TABARELLI, M., SILVA, J.M.C. (Eds.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003.

RAMOS, M. A.; de ALBUQUERQUE, U. P., The domestic use of firewood in rural communities of the Caatinga: How seasonality interferes with patterns of firewood collection. **Biomass & Bioenergy**. 39 147 e 158 2012.

RAMOS, M. A.; MEDEIROS, P. M.; ALMEIDA, A. L. S.; FELICIANO, A. L. P.; de ALBUQUERQUE, U. P., Use and knowledge of fuelwood in an area of Caatinga vegetation in NE Brazil. **Biomass & Bioenergy**. 32:510e7 2008.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P. da; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista brasileira de meteorologia**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

RODAL, M. J. N.; COSTA, K. C. C.; SILVA, A. C. B. e. Estrutura da vegetação caducifólia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Hoehnea**, v.35, n. 2, p.209-217, 2008.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVA, G.C. Ciclagem de nutrientes. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; MAYO, S.J.; BARBOSA, M.R.V. (Eds.) **Pesquisa botânica nordestina: progressos e perspectivas**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco. 1996.

SANCHES L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES M. S.; NOGUEIRA J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serapilheira em floresta tropical de transição. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.13, n.2, p.183–189, 2009.

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**. 184 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. 2005.

SANTOS, B. C.; RANGEL, L. A.; CASTRO JUNIOR. E., A influência do estoque de matéria orgânica do solo em fragmentos florestais de mata atlântica. **Revista Geográfica de América Central**.I Número Especial EGAL, Costa Rica II Semestre 2011 pp. 1-16. 2011.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANDES, J.I. et al. Produção de serapilheira em uma floresta de Araucária angustifolia (Bertol.) Kuntze no Município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.29-37, 2004.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANDES, J.I; KÖNIG, F.G. Produção de serapilheira em uma floresta de Araucária angustifolia (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande – RS. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.29-37, 2002.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; RODRIGUES, L.M.; SANTOS, E.M. dos. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acácia mearnsii* De Wild) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p. 791-798, 2003.

SCORIZA, R. N., **Serrapilheira como indicador ambiental aplicado na avaliação de fragmentos florestais em Sorocaba**, SP. 2009. 87p Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba. 2009.

SILVA, C. J.; LOBO, F. A.; NOGUEIRA, J. S; BLEICH, M. E.; SANCHES, L.; Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, v. 39, n.3, p.591-600, 2009.

SILVA, F. A. S.; RAO, T. V. R., Regimes pluviais, estação chuvosa e probabilidade de ocorrência de veranicos no Estado do Ceará **Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.6 no.3 Campina Grande Sept./Dec. 2002.**

SILVA, L. L.DA; COSTA, R. F. DA; CAMPOS, J. H. B. DA C.; DANTAS, R. T. Influência das precipitações na produtividade agrícola no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p.454-461, 2009.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, n.2, p.131–138, 2011.

SINGH, K. P.; SINGH, P. K.; TRIPATHI, S. K., Litterfall, litter decomposition and nutrient release patterns in four native tree species raised on coal mine spoil at Singrauli. India. **Biology and Fertility of Soils** 29, 371–378. 1999.

SOARES, D. B. E NÓBREGA, R. S. Análise espacial e climatológica da ocorrência de veranicos no sertão de Pernambuco. **Revista de Geografia**, 27(1), pp. 95-106. 2010.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 146f. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2006.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A, Características químicas da serapilheira depositada em área de Caatinga. **Revista Caatinga**. v.22, n.1, p.264-272, 2009.

SOUZA, E. B., ALVES, J. M. B., XAVIER, T. M. B. S. Distribuição mensal e sazonal da precipitação no semiárido nordestino durante os anos de predominância de aquecimento ou de resfriamento observados em toda a bacia do Atlântico Tropical. **Revista Brasileira Meteorologia**, n.14 v.1 1999.

SOUZA, J.A.; DAVIDE, A.C. Litterfall and nutrient deposition in a semi-deciduous mountain forest, and in eucalyptus (*Eucalyptus saligna*) and bracatinga (*Mimosa scabrella*) plantations in areas degraded by mining. **Cerne**, v.7, n.1, p.101-113, 2001.

TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.; SANTOS, A.M. et al. Análise de representatividade das unidades de conservação de uso direto e indireto na Caatinga: análise preliminar. In: **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**. Petrolina, Pernambuco. 2000. p.13.

TRENTIN, D. S.; GIORDANIA, R. B.; ZIMMER, K. R.; DA SILVA, A. G.; DA SILVA, M. V., CORREIA, M. T. S.; BAUMVOLD, I. J. R.; MACEDO, A. J. Potential of medicinal plants from the Brazilian semi-arid region (Caatinga) against *Staphylococcus epidermidis* planktonic and biofilm lifestyles. **Journal of Ethnopharmacology** 137. 327– 335, 2011.

TRIGUEIRO, E. R. C.; OLIVEIRA, V. P. V.; BEZERRA, C. L. F. Indicadores biofísicos e a dinâmica da degradação?desertificação no bioma Caatinga: estudo de caso no município de Tauá, Ceará. **Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 3, n. 1, p. 62-82, 2009.

UVO, C.B.; REPELLI, C.A.; ZEBIAK, S.E.; KUSHNIR, Y. The relationships between Tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil monthly precipitation. **J. Climate**, v.11, p.551-562, 1998.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em Zona Ripária. **Revista Árvore**, v.28, n. 6, p. 793-800, 2004.

WAGNER, R. G. Mechanisms controlling variability of the interhemispheric sea surface temperature gradient in the tropical Atlantic. **J. Climate**, v.9 n.7, 2010-9, 1996.

WARING, R. H.; SCHLESINGER, W. H. **Forest ecosystems: Concepts and management**. St Louis: Academic Press, 1985. 340p.

WELTZIN, J.F., KELLER, J.K., BRIDGHAM, S.D., PASTER, J., ALLEN, B.P., CHEN, J., Litter controls plant community composition in a northern fen. **Oikos** 110, 537–546. 2005.

WERNER, P. C.; GERSTENGARBE, F-W.: The climate of Piauí and Ceará, in:
XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S.; DIAS P. L. S.; DIAS, M. A. F. S., A zona de convergência intertropical - ZCIT e suas relações com a chuva no Ceará (1964-98). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.15, n.1, 27-43, 2000

.

XU, X. N.; HIRATA, E. Forest floor mass and litterfall in *Pinus luchuensis* plantations with and without broad-leaved trees. **Forest Ecology and Management**, v.157, p.165-173, 2002.