



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**DIEGO ANTUNES CAMPOS**

**VARIABILIDADE TEMPORAL DA BIOMASSA FLORESTAL EM FRAGMENTO DE  
CAATINGA EM REGENERAÇÃO A 40 ANOS**

**FORTALEZA**

**2016**

DIEGO ANTUNES CAMPOS

VARIABILIDADE TEMPORAL DA BIOMASSA FLORESTAL EM FRAGMENTO DE  
CAATINGA EM REGENERAÇÃO A 40 ANOS

Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Agronomia da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Bezerra Lopes

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C211v Campos, Diego Antunes.  
Variabilidade temporal da biomassa florestal em fragmento de Caatinga em regeneração há 40 anos /  
Diego Antunes Campos. – 2016.  
42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências  
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Fernando Bezerra Lopes.

Coorientação: Profa. Dra. Eunice Maia de Andrade.

1. diâmetro do caule. 2. semiárido. 3. vegetação tropical. I. Título.

CDD 630

---

DIEGO ANTUNES CAMPOS

VARIABILIDADE TEMPORAL DA BIOMASSA FLORESTAL EM FRAGMENTO DE  
CAATINGA EM REGENERAÇÃO A 40 ANOS

Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Agronomia da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Bezerra Lopes

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Fernando Bezerra Lopes (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Eunice Maia de Andrade  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Helba Araújo de Queiroz Palácio  
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

---

Msc. Ramom Costa Feitosa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha mãe, Lucimar, a meus irmãos, Natália,  
Thiago e Nágyla, ao demais familiares e  
amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS por me manter no caminho certo, sem nunca me abandonar, permitindo que traçasse o caminho do conhecimento e da sabedoria. Ao Senhor meu Pai Eterno, agradeço e dedico este trabalho e toda minha vida;

A toda minha família pelos ensinamentos, educação, compreensão e companheirismo. Sempre confiaram, acreditaram e investiram em mim. Em especial a minha Mãezinha, por seu cuidado e dedicação, que foram essenciais para a conclusão deste etapa em minha vida. Aos meus irmãos pelo apoio durante todos estes anos de graduação.

À Universidade Federal do Ceará, especialmente ao Centro de Ciências Agrárias e Departamento de Engenharia Agrícola, ao qual passei boa parte de minha graduação;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro para a pesquisa e pela bolsa de iniciação científica;

Orientadora, Ph.D. Professora Eunice Maia de Andrade, pelo empenho, dedicação e apoio aos ensinamentos a mim prestados durante toda a minha carreira acadêmica no curso de graduação, que permitiu meu crescimento profissional e acadêmico;

Orientadora, Ph.D. Andréa Dardes de Almeida Castanho, pela dedicação nos ensinamentos e orientações, durante o período de orientação na iniciação científica, o qual permitiu um crescimento profissional além dos muros da universidade;

Orientador, Dr. Prof. Fernando Bezerra Lopes, pela dedicação e paciência que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Ao Msc. Ramon Costa Feitosa, pelos diversos incentivos em minhas empreitadas pessoais e acadêmicas, pelas dúvidas tiradas, pelos conselhos e por participar de meu crescimento como pessoa.

À professora Helba Araújo de Queiroz Palácio, pelo apoio nos trabalhos de campo no IFCE – Iguatu e por aceitar contribuir com o engrandecimento de minha monografia, fazendo parte da banca examinadora;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus de Iguatu, pelo total apoio à realização desta pesquisa;

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica, em especial aos professores, Profa. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, Profa. Eunice Maia

de Andrade, Prof. Fernando Bezerra Lopes, Prof. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira, Profa. Mirian Cristina Gomes Costa, Prof. Daniel Albiero, Prof. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa, Profa. Maria Socorro de Souza Carneiro.

A todos amigos que fazem parte do grupo de Pesquisa de Manejo de Solo e Água no Semiárido – MASSA, Lécio Resende, Jairo Soares, Deodato Aquino, Ramon Costa, Josivan, Rafael, Fernando Lopes, Luiz Carlos, João (mateiro), Leila Neves, prof. Alexandre, prof. Omar e os demais.

Aos amigos que fui presenteado pela UFC, Joniele Vieira, Rafael de Oliveira, Elber Lopes, Bruno Café, Dehon Júnior, Tiago Freitas, Júlio Brito, Caroline Rosa, Larissa Holanda, e Marcio Regys.

A toda turma da Agronomia UFC 2011.2, a quem tive prazer de iniciar minha carreira acadêmica.

A todos os amigos pessoais, em especial, Joelton Nogueira, Jaime Mendonça, , Denílson Bernardo, Paulo Douglas, Bruno de Paulo, os Eg's, Miler, Isabela, Ana Paula e a família Praciano Nogueira;

E finalmente a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização e êxito deste trabalho.

“ Não há, ó gente, oh não

Luar como este do sertão...

...Oh que saudade do luar da minha terra

Lá na serra branquejando

Folhas secas pelo chão

Esse luar cá da cidade tão escuro

Não tem aquela saudade

Do luar lá do sertão...” (Catulo da Paixão  
Cearense e João Pernambuco)

## RESUMO

O bioma Caatinga vem sofrendo modificações em sua estrutura vegetacional, tanto por mudanças nos padrões edafoclimáticos quanto por pressões antropogênicas, sendo necessário estudos para que se possa avaliar sua dinâmica frente às mudanças climáticas. Objetivou-se neste trabalho estudar o acúmulo de biomassa arbórea, em sete anos, em um fragmento de vegetação em regeneração há 40 anos. Foram utilizadas para isto, medidas de campo coletadas em 2009, 2010, 2014 e 2016. Quantificou-se 3.075 ind. ha<sup>-1</sup> em 2009, 3.225 ind. ha<sup>-1</sup> em 2010, 3.238 ind. ha<sup>-1</sup> em 2014 e 3.050 ind. ha<sup>-1</sup> em 2016. Notou-se que no período foram identificados uma média de 80 indivíduos ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> mortos e um recrutamento de 77 indivíduos ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, obtendo-se um saldo negativo de 3 indivíduos ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Em 2009 estimou-se 65,34 Mg ha<sup>-1</sup>, enquanto em 2010 houve incremento de 7,27 Mg ha<sup>-1</sup>, passando a 72,61 Mg ha<sup>-1</sup>. Em 2014 houve um decréscimo de 17,75 Mg ha<sup>-1</sup> reduzindo a biomassa para 54,86 Mg ha<sup>-1</sup>, esta queda se manteve no ano seguinte de 2016 que foi de 8,96 Mg ha<sup>-1</sup>, passando a estimativa de 45,90 Mg ha<sup>-1</sup>. O decréscimo na biomassa está relacionado a diferença da perda de indivíduos mortos de maior porte em relação ao ganho de indivíduos novos de pequeno porte, que pode estar associada à prolongada estiagem observada no período de 2012 a 2016. Estes resultados mostram a sensibilidade deste fragmento da caatinga às condições climáticas especialmente a precipitação. Porém para melhor compreender a dinâmica ou resiliência da vegetação frente as alterações climáticas faz-se necessário que este tipo de monitoramento seja planejado para ter continuidade de longo prazo o que não vem acontecendo em estudos da Caatinga.

**Palavras-chave:** diâmetro do caule, semiárido, vegetação tropical

## ABSTRACT

The Caatinga biome has suffered major change in its structure due to anthropogenic activities besides the soil and climatic factors, being necessary studies to assess its dynamics in the face of climate change. The objective of this work was to study the above ground biomass change in arboreal component, in seven years period, in a fragment of secondary vegetation in recover for more than 40 years. It was used for this study data from field measurement from 2009, 2010, 2014 and 2016. As a result, it was quantify 3,075 plants ha<sup>-1</sup> in 2009, 3,225 plants ha<sup>-1</sup> in 2010, 3.238 plants ha<sup>-1</sup> in 2014 and 3,050 plants ha<sup>-1</sup> in 2016. During the studied time period (2009 to 2016) it was identified a mortality of 80 plants ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> and recruitment of 77 plants ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>, resulting a deficit of 3 plants ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>. In 2009 the total biomass were estimated in 65.34 Mg ha<sup>-1</sup>, in 2010 there were an increase of 7.27 Mg ha<sup>-1</sup> adding up to 72.61 Mg ha<sup>-1</sup>. In 2014 there was a decrease of 17.75 Mg ha<sup>-1</sup> reducing biomass to 54.86 Mg ha<sup>-1</sup>, this descent was maintained in the following year of 2016 which was of 8.96 Mg ha<sup>-1</sup>, passing to 45.90 Mg ha<sup>-1</sup>. This decrease in biomass is connected to the difference between the larger dead individuals and the small gain of new individuals that might be associated with prolonged drought observed during the period 2012-2015. This result shows the sensitivity of the vegetation to climate in particular to precipitation. We conclude that is essential to have a long term monitoring system in the region to better understand the resilience of Caatinga biome to climate interannual variation and future climate change.

**Keywords:** stem diameter, semiarid, tropical vegetation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área experimental no IFCE, campus Iguatu.....	22
Figura 2 - Total da precipitação pluviométrica anual do município de Iguatu – CE.....	23
Figura 3 - Aspecto da vegetação período chuvoso (a) e período de estiagem (b). ....	23
Figura 4 - Total de precipitação pluviométrica anual do município e área experimental em Iguatu – CE.....	26
Figura 5 - Estimativas da biomassa média total e acúmulo em uma área preservada de Caatinga em Iguatu – CE.....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação botânica dos indivíduos observados nos anos de 2009 a 2016 em uma área de Caatinga preservada há 40 anos no município de Iguatu-CE. ....	27
Tabela 2 - Parâmetros estruturais da vegetação em um fragmento florestal de Caatinga, nos anos de 2009 a 2016, FA = Frequência Absoluta; DoA = Dominância Absoluta; IVC = Valor de Cobertura; IVI = Valor de Importância. ....	28
Tabela 3 - Relação da densidade absoluta (DA) e recrutamento (R) de indivíduos identificados, nos anos de 2009 a 2016, em área de Caatinga preservada em Iguatu – Ce. ....	31

## SÚMARIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
2.1 Semiárido.....	15
2.2 Caatinga.....	16
2.3 Fitossociologia.....	18
2.4 Biomassa.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	22
3.1 Área experimental.....	22
3.2 Levantamento fitossociológico.....	24
3.3 Biomassa.....	25
4 RESULTADO E DISCUSSÃO .....	26
CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é um dos biomas brasileiros mais ameaçados e transformados pela ação humana (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2014). Apesar de possuir espécies endêmicas da fauna e flora, esse bioma não vem recebendo a atenção merecida, sendo demasiadamente explorado, tanto pelo extrativismo de madeira para confecção de carvão, quanto pela agricultura de subsistência e pecuária extensiva (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Apresenta ao longo de toda a sua extensão geográfica ampla variação em sua fisionomia, tanto no porte e densidade das plantas, quanto em sua composição florística (AMORIM *et al.*, 2005). A grande variabilidade espacial fisionômica da vegetação da Caatinga está relacionada a um conjunto de fatores, os quais incluem as condições edáficas, topográficas e climáticas, estas variabilidades são moduladas por um histórico de intensa e variada exploração antrópica, acarretando diferentes estágios de recuperação pós pousio (ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003; KAUFFMAN *et al.*, 1993).

Cerca de 40% do território foi desmatado e explorado de forma ilegal (MMA, 2016). A redução na cobertura vegetal nativa do semiárido nordestino, tem levado à degradação dos recursos naturais, à redução da fertilidade do solo e em casos mais extremos à desertificação (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2014; MENEZES *et al.*, 2012). Apesar de Moro *et al.* (2014) terem realizado um vasto levantamento da florística e fitossociologia em áreas de Caatinga, poucos tem sido os trabalhos que procuram estudar e estimar o acúmulo de biomassa e sua dinâmica nos vários compartimentos de estoque, Menezes *et al.* (2012), Pereira Júnior *et al.* (2016), Freitas (2008), Silva (2008) e Sampaio (2008).

Tais estudos são importantes no auxílio do correto manejo florestal no uso sustentável, no entendimento da sucessão ecológica, ciclagem de nutrientes, produção vegetal e competição intra e inter espécies; além de auxiliar no entendimento sobre os impactos do desmatamento frente às mudanças climáticas (SOUZA *et al.*, 2013). Nos últimos anos a Caatinga vem sendo estudada, acreditando-se que o compartimento arbustivo-arbóreo possa ser um potencial reservatório de carbono contribuindo no processo de mitigação do efeito estufa. Pereira Júnior *et al.* (2016) observaram que a floresta tropical seca brasileira foi efetiva em reduzir CO<sub>2</sub> na atmosfera, tendo as árvores a maior contribuição para a redução do aquecimento global.

Assim objetivou-se com este trabalho avaliar a capacidade de acúmulo ou perda da biomassa arbórea acima do solo em um fragmento de caatinga, de 40 anos de regeneração, por um período de 7 anos, sujeito apenas às variações climáticas interanuais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Semiárido

A região semiárida no Brasil possui precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm, índice de aridez de até 0,5 e risco de seca menor que 60% (PEREIRA JÚNIOR, 2007). Localizada na região nordeste do país com área aproximada de 983 mil km<sup>2</sup>, abrange os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, grande parte da Paraíba e Pernambuco, Sudeste do Piauí, Oeste de Alagoas e Sergipe, região central da Bahia e uma faixa que se estende em Minas Gerais; presente em 1.133 municípios e habitada por uma população de aproximadamente 24 milhões de pessoas. (INSA, 2014).

O clima é o principal fator de influência sobre a região, que apresenta grande variabilidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica, tendo como principais fatores desta variabilidade a posição geográfica, o relevo, as características da superfície e os sistemas de tempo atuantes na região (MARENGO *et al.*, 2011). Essa variabilidade se reflete na ocorrência frequente de períodos sem chuvas que ocorrem, na maior parte da região, entre os meses de agosto e outubro, períodos estes denominados de estiagem (CORREIA *et al.*, 2011).

Observa-se que as médias anuais de precipitações pluviométricas são inferiores a 800 mm, podendo registrar totais de 1.500 mm em áreas de microclima formado pelo efeito orográfico (planalto da Borborema, Maciço de Baturité e Serra da Ibiapaba) (SOUZA, OLIVEIRA, 2006; CABRAL *et al.*, 2004). Já nas regiões centrais do semiárido, registra-se totais anuais inferiores a 500 mm (EMBRAPA, 2016). O período de chuva é variável em relação às condições atmosféricas que são bastante dinâmicas, como fluxos das massas de ar durante o ano, do relevo e da exposição aos ventos (ARAÚJO, 2011). As chuvas se concentram em três ou quatro meses do ano, divididas em chuvas de verão (dezembro-fevereiro) ocorrendo na região sul e chuvas de outono (março-maio) na região mais ao norte do estado (SOUZA FILHO, 2011).

As altas temperaturas observadas na região, com médias anuais de 23 a 27°C, atrelada a elevada disponibilidade de radiação solar, média de 2.800 h ano<sup>-1</sup>, e a irregularidade do regime pluviométrico colaboram para as altas taxas de evaporação, que podem variar de 1.000 mm ano<sup>-1</sup> a 3000 mm ano<sup>-1</sup> (FONTES *et al.*, 2003; SUDENE, 2016), a qual representam uma perda significativa na disponibilidade hídrica. O déficit hídrico ainda é agravado pela geologia da região que é bastante variável, com cerca de 80% de origem cristalina, rocha dura que não favorece a acumulação de água, e os outros 20% representados por rochas sedimentares, com

boa capacidade de armazenamento de águas subterrâneas (NOBRE, 2011).

No geral, o solo é raso, com aparecimento de afloramentos rochosos e pedregosidade. O relevo pode variar de plano a fortemente ondulado, com altitudes médias de 400m a 1.000m (CUNHA *et al.*, 2010). Como consequência dessa variação do clima, dos diversos materiais de origem, do relevo e da intensidade da aridez, temos a ocorrência da diversidade de classes de solos, desde solos mais jovens, rasos e com pouca capacidade de retenção de água, até os solos mais evoluídos e profundos. As classes predominantes na região semiárida brasileira apontadas por Oliveira *et al.* (2009), são os Neossolos Litólicos, os Luvisolos e os Planossolos. Devido à grande heterogeneidade do relevo, clima e solo no semiárido brasileiro uma variedade de paisagens e de ambientes surgiram e como principal destaque, a tais formações, temos a formação florestal típica da região a Caatinga.

## 2.2 Caatinga

O Bioma Caatinga encontra-se inserido dentro das delimitações da região semiárida do Brasil, possui cerca de 844 mil km<sup>2</sup>, o equivalente a 10% do território nacional e abriga cerca de 21 milhões de pessoas (IBGE, 2016). Estende-se pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e no norte de Minas Gerais (CARVALHO, 2010). O termo “caatinga” tem origem indígena e significa “mata branca”, pois sua vegetação apresenta um aspecto esbranquiçado e brilhante, devido a época de seca onde suas folhas caem. É considerado como um bioma exclusivamente brasileiro, abrigando diversas espécies endêmicas, estimando-se que possua no mínimo 932 espécies vegetais dentre essas 318 são endêmicas, com 348 espécies de aves, das quais 15 espécies e 45 subespécies são endêmicas, duas espécies de mamíferos endêmicas, 41 espécies de lagartos e praticamente 40% destes são endêmicas. (MMA, 2016).

Embora toda riqueza que o bioma possui, poucas ações vêm sendo feitas para a sua preservação. Atualmente apenas 7,5% do bioma é conservado, através das unidades de conservação, o que lhe confere o título de bioma menos protegidos do país, onde somente 1% destas unidades possuem proteção Integral (ICMBIO, 2016). Cerca de 40% do território foi desmatado e explorado de forma ilegal, tornando a Caatinga um dos biomas brasileiros mais ameaçados e transformados pela ação humana (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2014).

Dentre as principais atividades exercidas no bioma está o extrativismo de madeira para confecção de carvão, a agricultura e a pecuária (MMA, 2016). Tais atividades ocuparam de forma desordenada o território da Caatinga, impactando negativamente a biodiversidade, o que, por sua vez, causou redução significativa da biodiversidade regional (CAVALCANTI *et al.*,

2009). Como resultado, a cobertura vegetal atual é constituída por um mosaico de diferentes estágios de regeneração, após a exploração e o abandono (PALÁCIO, 2011).

A região sofre com um grande déficit hídrico, ocasionado pelos altos valores de temperatura, altas taxas de evapotranspiração e pelas chuvas que são distribuídas irregularmente no espaço e tempo durante todo o ano e se concentram em poucos meses, 3 a 4 meses, com as médias precipitadas variando muito ao longo de toda a região (AQUINO, 2015; EMBRAPA, 2016).

A maior parte da Caatinga encontra-se em uma área de depressão com altitudes abaixo de 500 m, possuindo algumas regiões como as chapadas com altitudes que chegam a 1200 m (VELLOSO *et al.*, 2002). Possui solos bastante variados, que pode apresentar porções extremamente rasos (0,50 m) a moderadamente profundos (3 m), de baixa permeabilidade, baixo teor de matéria orgânica, que é rapidamente mineralizado devido ao excesso da radiação solar que a região está exposta, e relativamente ricos em bases trocáveis (SALGADO, 2014). Comumente, nos cumes e nas encostas das colinas não resta mais solo e a rocha indecomposta está completamente descoberta (AMORIM, 2009).

O conjunto destes fatores, condições edáficas, topográficas e climáticas e histórico de intensa e variada exploração antrópica, acabam modulando esta variabilidade da fisionomia da vegetação fazendo com que as áreas de vegetação se apresentem em diferentes estágios de preservação (ALCOFORADO FILHO *et al.*, 2003; KAUFFMAN *et al.*, 1993). De tal modo que ao longo de toda a sua extensão geográfica há uma ampla variação na sua fisionomia tanto no porte e densidade das plantas, quanto na sua composição (AMORIM *et al.*, 2005).

Devido a esta grande diversidade espacial fisionômica da vegetação da Caatinga, o termo caatinga vem sendo usado, por muitos, no plural. Moro *et al.* (2014), aponta dentre elas a caatinga de áreas cristalinas, que ocorrem em solos rasos e pedregosos da depressão sertaneja e que é predominante dentro do bioma, a caatinga de areia, carrascos ou caatinga do sedimentar, que sucedem em superfícies sedimentares e é distinta florística e estruturalmente da caatinga do cristalino.

Assim, de forma geral, podemos observar que as espécies da Caatinga apresentam características anatômicas, morfológicas e funcionais modificadas para a sobrevivência destas plantas às condições adversas de clima e solo, sendo composta por espécies lenhosas e herbáceas, de porte diverso, muitas dotadas de espinhos, sendo, geralmente, caducifólias, e por cactáceas e bromeliáceas (GIONGO *et al.*, 2011).

### 2.3 Fitossociologia

Diante de todos os fatores que influenciam a variabilidade florística e fisionômica da Caatinga estudos fitossociológicos possibilitam que se verifique eventuais alterações na estrutura da vegetação, em seus arranjos, em suas interdependências, em seu desenvolvimento e comportamento no fenômeno de sucessão, podendo, desta forma, fornecer subsídios que possibilitem ações que preservem seu patrimônio genético e sua utilização de forma racional (CORDEIRO; FÉLIX, 2013). A estrutura fisionômica da vegetação resulta da combinação de vários atributos peculiares às espécies, a exemplo tem-se: a densidade, que é a relação das quantidades em que cada espécie ocorre por unidade de área; a frequência, que é a maneira como estas espécies se distribuem e a dominância que é o espaço que cada uma ocupa (PEREIRA JÚNIOR, 2010). O valor resultante do somatório destes indicadores é o valor de importância, que é o grau de representatividade das espécies e famílias botânicas num determinado ambiente florestal (RODAL *et al.*, 2013).

Os levantamentos fitossociológicos iniciaram de uma série de inventários florestais no início da década de 70, os quais buscavam determinar o potencial madeireiro, porém somente a partir de 1979 que se iniciou as primeiras pesquisas com o intuito de se estabelecer padrões vegetacionais e florísticos ou correlaciona-los a fatores ambientais com as características estruturais da vegetação (PEREIRA JÚNIOR, 2010). No entanto, apenas na década de 90 que as publicações de levantamentos fitossociológicos começaram a ganhar força, até que entre 2001 e 2011 começou um grande aumento de publicações (AMARAL *et al.*, 2012; BARBOSA *et al.*, 2012; CORDEIRO, 2012; CORDEIRO; FÉLIX, 2013; FARIAS *et al.*, 2016; FERRAZ *et al.*, 2013; GUEDES *et al.*, 2012; MARANGON *et al.*, 2013; MORO *et al.*, 2014; PEREIRA JÚNIOR, 2010; PINTO *et al.*, 2012).

A maioria dos trabalhos está relacionada ao extrato arbóreo e predominantemente trata de fitossociologias parciais, onde se pode ter ideia da estrutura da área, mas não se pode traçar comparações com outros dados de outras áreas. Estes trabalhos, em geral, são regionais e por isso acabam por incluir apenas algumas dezenas de espécies. (MORO *et al.*, 2014). Assim, ainda não é possível discutir de forma ampla a heterogeneidade na composição florística e estrutural da caatinga, pois a maioria dos trabalhos ainda está concentrada em determinadas regiões.

Muito ainda tem que ser estudado sobre a vegetação da Caatinga, pois existe a necessidade de se ter prosseguimento no monitoramento das espécies, pois o acompanhamento e entendimento da dinâmica da vegetação possibilitará determinar seus

padrões de distribuição geográfica, abundância e suas relações com os fatores ambientais (CALIXTO JÚNIOR, 2009). Além da necessidade de se conhecer a dinâmica da vegetação da caatinga, também se faz necessário estimar a biomassa, pois serve como um instrumento útil na avaliação de ecossistemas. Ainda não se sabe ao certo o quanto da biomassa é convertida em energia, o quanto entra na ciclagem de nutrientes, na absorção e na armazenagem de energia solar, podendo assim obter possíveis conclusões para a exploração racional da vegetação (DRUMOND *et al.*, 2008).

## 2.4 Biomassa

O termo biomassa diz respeito a matéria de origem biológica, podendo ser de origem vegetal ou animal, vivo ou morto. A biomassa florestal, por sua vez, é o total de matéria orgânica, viva ou morta, encontrada na superfície e no subsolo, provenientes de vegetais ou animais, em uma determinada comunidade (SILVEIRA *et al.*, 2008). Quando se trata de fitomassa ou biomassa arbórea considera-se apenas de origem vegetal, viva (tronco, galhos, raízes, cascas, sementes e folhagens) ou morta (serrapilheira, galhos e troncos caídos) (HIGA *et al.*, 2014).

Através da quantificação da fitomassa pode-se obter informações necessárias em atividades econômicas, ambientais, em políticas de uso do recurso madeireiro, com a finalidade energética, manejo florestal, estudos relacionados às mudanças climáticas, sequestro de carbono e ciclagem de nutrientes (PALÁCIO, 2011). A sua estimativa é uma medida útil para comparar os atributos estruturais e funcionais das vegetações florestais em diversas condições do ambiente, onde têm sido utilizadas parcelas permanentes para estudos ecológicos, avaliando a biomassa em florestas naturais (ALVES, 2011), são utilizadas para tanto medidas de diâmetro, altura, peso do material vegetal das árvores e densidade da madeira (FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

Diferentes métodos foram criados para estimar esta biomassa, podendo ser divididas em métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos (ou destrutivos) implicam no corte das árvores, na separação e pesagem de seus componentes e determinação da biomassa através do peso direto de cada um dos componentes, este método é bastante utilizado para a construção de equações alométricas (RÜGNITZ, CHACÓN, 2009). Nos métodos indiretos (ou não destrutivos) a estimativa é baseada principalmente, em dados advindos das determinações diretas, assim como de dados originados de inventários florestais, no qual utiliza-se equações alométricas para a determinação da biomassa, tal método é bastante utilizado, pois impede que se faça o corte das árvores (SILVEIRA *et al.*, 2008).

Sampaio e Silva (2005) realizaram um trabalho no qual foram elaboradas equações alométricas gerais para o estrato arbustivo arbóreo da Caatinga e outras equações específicas para 10 espécies. As equações formuladas relacionam diversos parâmetros com base na altura da planta e/ou o diâmetro do caule ao nível do solo ou à altura do peito. A vantagem de tais equações é a rapidez nas estimativas e o método não ser destrutivo.

Na Caatinga com a exploração da vegetação, para produção de lenha e pastagem, há remoção parcial ou total da vegetação, resultando na redução do estoque de biomassa vegetal, além da diminuição da cobertura dos solos, contribuindo para o aumento na degradação do bioma onde, atualmente, a vegetação nativa da Caatinga cobre cerca de 40% da área original no semiárido nordestino (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2014). Devido a degradação e a fatores edafoclimáticos a vegetação da Caatinga apresenta uma grande diversidade fisionômica e estrutural, o que causa grande variação na biomassa presente no bioma.

Segundo Sampaio e Freitas (2008), que realizaram revisão bibliográfica de 112 trabalhos, de levantamentos fitossociológicos, em localidades dentro do bioma Caatinga, encontraram valores que foram de 2 até 156 Mg ha<sup>-1</sup>, 60% dos locais tiveram menos de 20 Mg ha<sup>-1</sup>, estes trabalhos foram relacionados a biomassa lenhosa e aérea totais. Tais trabalhos apresentaram o estoque de biomassa, porém poucos são os trabalhos que procuram estudar e estimar o acúmulo de biomassa e sua dinâmica nos vários compartimentos da caatinga (SAMPAIO, FREITAS, 2008; SILVA, SAMPAIO, 2008; MENEZES *et al.*, 2012), e quando se fala em trabalhos que estimam as biomassas de folhas são menores ainda.

Além do fator vegetação, a caatinga arbustiva e arbórea têm estoque de biomassa maior que o de áreas cobertas com vegetação herbácea, outros parâmetros determinam a grande variação espacial e sazonal da caatinga, a principal é a precipitação pluviométrica total, dada a sua distribuição irregular das chuvas (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2014) e áreas cobertas com vegetação nativa de caatinga arbustiva e arbórea têm estoque de biomassa vegetal maior que o de áreas cobertas com vegetação herbácea, como as pastagens abertas, e maior que as áreas plantadas com culturas de ciclo curto (PALÁCIO, 2011).

Estas informações se tornaram mais importantes a partir do protocolo de Kyoto que trouxe à tona informações relacionadas à problemática do aquecimento global. Foi levantado que as florestas possuiriam grande possibilidade de mitigar os efeitos do aquecimento global, pois teriam a capacidade de retirar carbono da atmosfera e fixar em sua estrutura, podendo ser uma das alternativas para frear o aumento da temperatura no planeta (IPCC, 2014).

Apesar do estudo realizado pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República em 2005 (NAE, 2005), no qual aponta que o Nordeste é a região mais vulnerável às

mudanças climáticas, pois a curta estação chuvosa associada às altas temperaturas e longos períodos secos, aponta prognósticos futuros, que esta região do país pode tornar-se árida. Isto ocasionaria um problema muito maior, pois afetaria toda a população da região que ainda vive da agricultura de subsistência, obrigando as famílias a migrarem, para os grandes centros urbanos, aumentando ainda mais os problemas sociais já presentes nos grandes centros metropolitanos (MARENGO *et al.*, 2011).

Porém, a maioria dos trabalhos, voltados para esta problemática, tem como foco a floresta Amazônica e o Cerrado brasileiro. Poucos são os trabalhos voltados para a quantificação do estoque de biomassa e/ou sequestro de carbono no bioma caatinga (ALBUQUERQUE, 2015; GIONGO *et al.*, 2011; KAUFFMAN *et al.*, 1993; PREIRA JÚNIOR *et al.*, 2015; SALCEDO, SAMPAIO, 2008; SAMPAIO, FREITAS, 2008; VIEIRA *et al.*, 2009). Apesar de informações sobre estoques e fluxos de carbono no semiárido nordestino já serem relatadas há algum tempo (TIESSEN *et al.*, 1998).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área experimental

O estudo foi conduzido em um fragmento florestal de Caatinga em regeneração há 40 anos, delimitada por uma microbacia hidrográfica de 2,06 ha, que encontra-se situada na bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe. A microbacia experimental está sob os limites das coordenadas  $6^{\circ}23'38''$  a  $6^{\circ}23'58''$  S e  $39^{\circ}15'21''$  a  $39^{\circ}15'38''$  W, e altitude 217,8 m, na área do Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus de Iguatu (Figura 1).

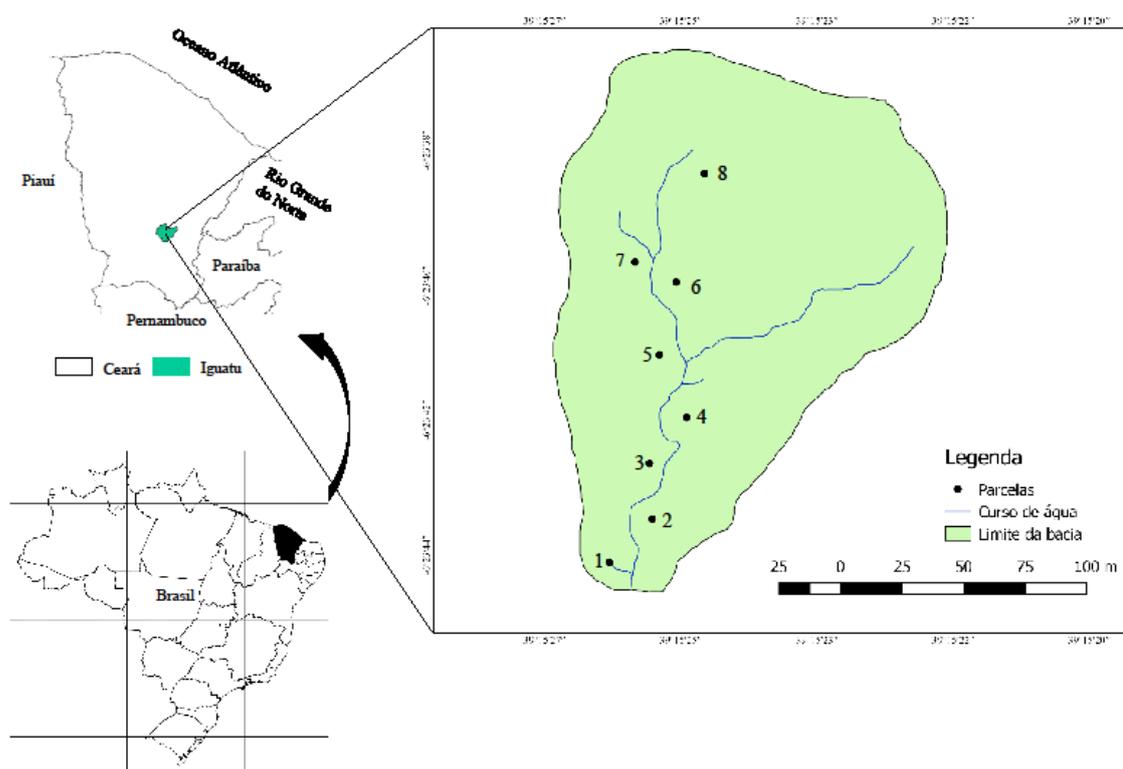


Figura 1 - Localização da área experimental no IFCE, campus Iguatu

Fonte: IBGE, 2016.

A microbacia está inserida na depressão sertaneja setentrional, com relevo plano a suave ondulado e declividade de 10,59%, com solos classificados como Vertissolos Ebânico Carbonático Típico, com textura Franco a Franco-argiloso. A região apresenta clima do tipo BSw'h' (Semiárido quente), com temperatura média anual entre 26 e 28 °C.

Para o cálculo da normal climatológica para o município de Iguatu foi utilizada uma série histórica de 30 anos (1974 – 2015), obtida da base de dados do INMET, para tanto foi utilizado os critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

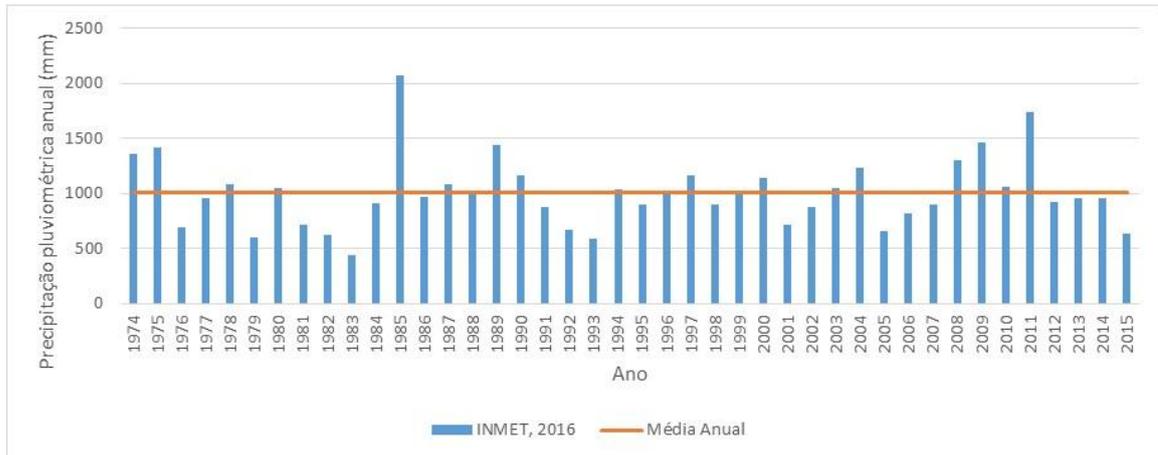


Figura 2 – Normal climatológica do município de Iguatu – CE

Fonte: INMET, 2016.

Para o calculado do déficit hídrico Utilizou-se a equação 1.

$$\sum Dh_a = \overline{Ppt_a} - \overline{Nc} \quad (1)$$

Onde: Dha – Déficit hídrico do ano; Ppt – Total da precipitação pluviométrica do ano; Nc – Normal climatológica.

Lopes (2008), caracterizou a fisionomia do fragmento vegetacional como típico da Caatinga, classificando-o como arbustivo-arbórea fechada. A vegetação apresenta características típicas da Caatinga, perde suas folhas no período seco e se reestabelece no período chuvoso (Figura 3).



(a)

(b)

Figura 3 - Aspecto da vegetação no período chuvoso (a) e período de estiagem (b)

Fonte: Eunice Maia de Andrade.

### 3.2 Levantamento fitossociológico

Em 2009 foram instaladas oito parcelas contíguas de 10 x 10 m, identificados e medidos todos os indivíduos vivos com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS)  $\geq 3$  cm e altura total  $\geq 1$  m (PALÁCIO, 2011). As mesmas parcelas foram acompanhadas nos anos de 2010, 2014 e 2016.

Para caracterizar a estrutura da comunidade arbórea, foram calculados, os seguintes parâmetros fitossociológicos de acordo com Rodal *et al.* (2013).

Frequência Absoluta (FA), é a relação entre o número de parcelas ou pontos que ocorre uma dada espécie e o número total de amostras, expressa em percentagem.

$$FA = \frac{NU_i}{NUT} \times 100 \quad (2)$$

Onde: FA - Frequência absoluta; NU - Número de unidades amostrais com presença da espécie; NUT - Número total de unidades amostrais.

Densidade Absoluta (DA), expressa o número de indivíduos de uma dada espécie por unidade de área.

$$DA = \frac{ni}{A} \quad (3)$$

Onde: DA - Densidade absoluta; ni - Número de indivíduos da espécie; A - Área total amostrada.

Dominância Absoluta (DoA), é dada a partir da somatória da área basal dos indivíduos de cada espécie (AB<sub>i</sub>), dividido pela área total amostrada (A).

$$DoA = \frac{AB_i}{A} \quad (4)$$

Onde: DoA - Dominância absoluta; AB<sub>i</sub> - Área basal da i-ésima espécie; A - Área amostrada, em hectare.

Índice de Valor de Importância (IVI), representa a soma dos valores relativos de densidade, de frequência e de dominância de cada espécie, demonstrando a importância ecológica que a espécie apresenta levando em consideração a sua distribuição horizontal.

$$IVI = DR + DoR + FR \quad (5)$$

Onde: IVI - Valor de importância; DR - Densidade relativa; DoR - Dominância relativa; FR - Frequência relativa.

Índice de Valor de Cobertura (VC) - representa a soma dos valores relativos de densidade e dominância de cada espécie.

$$IVC = DR + DoR \quad (6)$$

Onde: VC - Valor de Cobertura; DR - Densidade relativa; DoR - Dominância relativa.

### 3.3 Biomassa

Para a estimativa da biomassa foi empregada uma equação alométrica desenvolvida por Sampaio e Silva (2005) para espécies da Caatinga:

$$Biomassa \left( \frac{kg}{ha} \right) = 0,0644 * DNS^{2,3948} \quad (7)$$

Onde: DNS – é o diâmetro ao nível do solo.

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A média histórica da precipitação pluviométrica anual para o município de Iguatu, entre os anos de 1974/2015, foi de  $1.010 \pm 313,30$  mm (INMET, 2016), com chuvas concentradas no período de janeiro a maio (Figura 2). A variabilidade interanual da precipitação mostra padrão bem definido com ciclos em torno de 10 anos. No período de estudo observou-se máximas de precipitação entre 2008, 2009 e 2011 seguido de prolongado período de estiagem com mínimos próximos à média (Figura 4).

Observou-se que os totais precipitados, analisados in loco, em 2008, 2009 e 2011 foram de 29%, 45% e 63%, respectivamente, acima da média anual histórica, tendo em 2010, um decréscimo de 7% do total anual precipitado (Figura 4). A partir de 2012 os valores de precipitação total anual foram sempre abaixo da média histórica anual para todo o período de estudo, 3%, 28%, 18% e 48% em 2012, 2013, 2014 e 2015, respectivamente. Quando calculado o déficit de precipitação pluviométrico nos anos de estudo observa-se que os valores estão concentrados no período de 2012 a 2015, e que são crescentes chegando a um total de 1.874,2 mm (Figura 4).

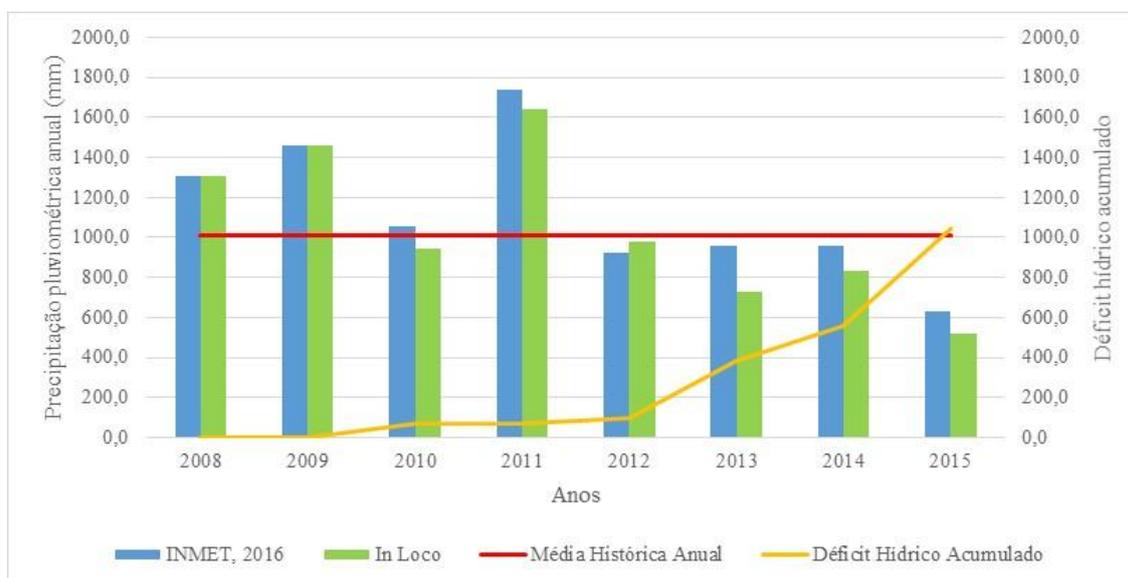


Figura 4 - Total de precipitação pluviométrica anual do município e área experimental em Iguatu – CE

Fonte: INMET, 2016.

No levantamento fitossociológico do componente lenhoso não foi observado alteração no número de famílias e espécies identificadas ao longo do período de estudo (2010 a 2016) o qual foi de 10 e 16, respectivamente (Tabela 1). Cavalcanti *et al.* (2009), apontou a associação da pouca variação na composição das espécies ao nível de preservação e Barreto (2013), observou em seu estudo de 5 anos um período curto de tempo para visualizar significativas

mudanças na florística, além de ter observado a influência do estresse hídrico na variação da composição florística.

Tais valores estão abaixo dos encontrados por Amaral *et al.* (2012), 20 famílias e 34 espécies e por Santos *et al.* (2011), 26 famílias e 64 espécies, porém estão dentro de um intervalo encontrado nas diversas regiões da Caatinga, 6 a 26 famílias e 16 a 64 espécies (AMARAL *et al.*, 2012; ANDRADE *et al.*, 2005; BESSA, MEDEIROS, 2011; CALIXTO, DRUMOND, 2011; FERRAZ *et al.*, 2013; MARANGON *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2011). Assim, a grande variabilidade no número de famílias e espécies nas diferentes regiões pertencentes ao bioma Caatinga variam conforme atributos climáticas, geológicas, edáficas, estádios de regeneração, históricos de antropização, etc.

Tabela 1 - Relação botânica dos indivíduos observados nos anos de 2009 a 2016 em uma área de Caatinga preservada há 40 anos no município de Iguatu-CE.

Família	Espécie	Nome vulgar
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemao	Aroeira
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> spp	Pereiro
Bombacaceae	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.Hil.) A. Robyns	Imbiratanha
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Imburana de Espinho
Combretaceae	<i>Combretum</i> spp.	Mufumbo
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> spp <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Marmeleiro Pinhão Manso
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) AC Sm	Imburana de cheiro ou cumaru
	<i>Anadenanthera colubrina</i> ( Vell. ) Brenan var. cebil	Angico com calombo
	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó
	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	Jucá
Mimosaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	Jurema Preta
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Sabiá
	<i>Piptadenia stipulacea</i> Benth.	Jurema Branca
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	Ameixa
Indeterminada		

Fonte: Elaborada pelo autor.

Apesar da dependência de todos estes atributos, a disponibilidade hídrica é apontada como o principal fator que afeta as comunidades vegetais em áreas submetidas à forte sazonalidade (COSTA *et al.*, 2009; FARIAS *et al.*, 2016). Alcoforado Filho *et al.* (2003) identificou em escala regional, nítido efeito da disponibilidade hídrica no aumento da riqueza florística. Além da influência do estágio de preservação, e do histórico de uso da terra (AMORIM *et al.*, 2005 e CAVALCANTI *et al.*, 2009). Costa *et al.* (2009) constataram que há interferência da condição natural e do antropismo na relação de número de espécies arbóreo-

arbustivos com a precipitação anual, a temperatura média anual e a altitude.

As maiores diversidades de espécies foram encontradas na família Fabaceae (5), Euphorbiaceae e Mimosaceae (2) que juntas contribuíram com 56,3% do total de indivíduos amostrado. As demais famílias observadas foram Anacardiaceae, Apocynaceae, Bombacaceae, Burseraceae, Combretaceae e Olacaceae representadas por uma espécie cada uma, correspondendo juntas a 43,7% (Tabela 1). Rodal *et al.* (2008) apontou as famílias Fabaceae e Euphorbiaceae como as principais famílias na Caatinga, em diversidade de gêneros, espécies e abundância de plantas, sendo confirmado por diversos autores (FARIAS *et al.*, 2016; FERRAZ *et al.*, 2013; MARANGON *et al.*, 2013; PEREIRA JÚNIOR, 2010).

As espécies que apresentaram maiores valores de frequência absoluta (FA) foram: *Aspidosperma* spp. e *Croton* spp. (Tabela 2). As espécies de maior dominância absoluta (DoA) *Aspidosperma* spp. e *Croton* spp., *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. Destaca-se que as mesmas, também, apresentaram os maiores índices de valor de cobertura (IVC) e valor de importância (IVI), apresentando apenas uma inversão de posição. *Croton* spp. é uma das espécies que mais aparecem entre os levantamentos, provavelmente pelo seu hábito arbustivo e grande facilidade de rebrota da mesma, já a *Aspidosperma* spp. está presente em ambientes mais preservados, onde tiveram poucas intervenções antrópicas (ARAÚJO *et al.*, 2012; PEREIRA JÚNIOR *et al.*, 2012; Silva, 2006; PEREIRA JÚNIOR, 2010; GUEDES *et al.*, 2012; BARBOSA *et al.*, 2012).

Tabela 2 - Parâmetros estruturais da vegetação em um fragmento florestal de Caatinga, nos anos de 2009 a 2016, FA = Frequência Absoluta; DoA = Dominância Absoluta; IVC = Valor de Cobertura; IVI = Valor de Importância.

Espécie	FA			
	2009	2010	2014	2016
<i>Aspidosperma</i> spp	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Croton</i> spp	87,5	100,0	100,0	100,0
<i>Combretum</i> spp.	75,0	75,0	75,0	87,5
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	62,5	62,5	75,0	75,0
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	50,0	50,0	87,5	62,5
<i>Piptadenia stipulacea</i> Benth.	50,0	50,0	50,0	25,0
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	50,0	62,5	75,0	75,0
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	37,5	37,5	37,5	37,5
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	25,0	25,0	25,0	25,0
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	25,0	25,0	37,5	25,0
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	25,0	25,0	12,5	12,5
<i>Ximenia americana</i> L.	12,5	12,5	37,5	37,5
<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A.C. Sm	12,5	25,0	12,5	12,5
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	12,5	12,5	12,5	12,5
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.Hil.) A. Robyns	12,5	12,5	12,5	12,5
Indeterminado	12,5	12,5	50,0	37,5
<b>Total</b>	<b>650</b>	<b>687,5</b>	<b>775</b>	<b>762,5</b>

Espécie	DoA			
	2009	2010	2014	2016
<i>Croton spp</i>	9,9	13,0	13,0	10,2
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	4,2	4,3	4,7	4,7
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	3,7	4,1	6,6	3,6
<i>Aspidosperma spp</i>	3,5	4,2	4,0	3,1
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	2,0	2,3	2,0	1,7
<i>Combretum spp.</i>	1,5	1,8	5,0	3,7
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	1,5	1,6	1,5	1,4
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	1,2	1,2	1,3	1,2
<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A.C. Sm	1,0	0,1	0,9	0,8
<i>Piptadenia stipulacea</i> Benth.	0,6	0,7	0,6	0,5
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	0,4	1,0	0,8	0,8
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	0,3	0,4	0,3	0,3
<i>Ximenia americana</i> L.	0,1	0,6	0,1	0,1
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	0,1	0,2	0,1	0,2
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.Hil.) A. Robyns	0,1	0,1	0,1	0,1
Indeterminado	0,1	0,1	0,6	0,2
<b>Total</b>	<b>30,3</b>	<b>35,5</b>	<b>41,7</b>	<b>32,4</b>

Espécie	IVI			
	2009	2010	2014	2016
<i>Croton spp</i>	79,4	83,5	76,6	77,1
<i>Aspidosperma spp</i>	50,7	50,0	42,9	43,5
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	27,8	26,5	34,4	28,2
<i>Combretum spp.</i>	24,2	23,3	31,5	30,2
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	19,5	17,4	18,7	20,2
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	17,9	16,6	16,6	18,0
<i>Piptadenia stipulacea</i> Benth.	16,5	15,8	7,7	11,3
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	16,5	15,9	15,2	16,4
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	12,3	14,4	14,9	15,6
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	8,7	7,9	5,2	5,7
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	7,3	7,0	6,3	6,6
<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A.C. Sm	6,1	6,7	4,6	4,9
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	4,2	5,5	4,7	5,3
<i>Ximenia americana</i> L.	3,8	4,5	7,8	8,1
Indeterminado	2,7	2,6	10,7	6,8
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.Hil.) A. Robyns	2,5	2,4	2,2	2,2
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

Espécie	IVC			
	2009	2010	2014	2016
<i>Croton spp</i>	65,9	68,9	63,7	64,0
<i>Aspidosperma spp</i>	35,3	35,4	30,0	30,4
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	20,1	19,2	23,1	20,0
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	15,7	13,8	13,9	16,9
<i>Combretum spp.</i>	12,7	12,4	21,9	18,8
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	12,7	12,2	12,0	13,2
<i>Piptadenia stipulacea</i> Benth.	8,8	8,5	4,4	4,7
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	8,3	7,5	7,0	8,1
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	4,9	4,3	3,5	4,1
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	4,6	5,3	5,2	5,8
<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A.C. Sm	4,2	3,1	3,0	3,3
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	2,2	3,7	3,1	3,6
<i>Ximenia americana</i> L.	1,9	2,7	2,9	3,2
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	1,5	1,6	1,5	1,7
Indeterminado	0,8	0,8	4,2	1,9
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.Hil.) A. Robyns	0,5	0,6	0,5	0,6
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

A densidade de indivíduos em 2009 foi de 3.075 ind. ha<sup>-1</sup>, com as maiores contribuições das espécies, *Croton* spp. (33,3%), *Aspidosperma* spp. (23,6%), *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (7,7%), *Combretum* spp. (7,7%), *Piptadenia stipulacea* Benth. (6,9%), *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. (6,1%). No ano de 2010 a densidade de indivíduos passou para 3.225 ind. ha<sup>-1</sup>, havendo um incremento de 162,5 ind. ha<sup>-1</sup>, com contribuições das espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. (41,7%), *Aspidosperma* spp. (25%), *Croton* spp. (16,7%), *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (16,7%) e mortalidade de 12,5 ind. ha<sup>-1</sup> da espécie *Ximena americana* L, tendo um saldo de 150 ind. ha<sup>-1</sup> ao final.

Em 2014 continuou a tendência de crescimento da densidade, quantificou-se em 3.238 ind. ha<sup>-1</sup>, com incremento de 337,5 ind ha<sup>-1</sup> em relação a 2010. A maior contribuição foi da espécie *Combretum* spp. com 25% e da espécie indeterminada com 22%, além de uma mortalidade de 325 ind ha<sup>-1</sup>, referente as espécies *Piptadenia stipulacea* Benth. (34,6%) e *Aspidosperma* spp. (30%), ocasionando um saldo de 13 ind. ha<sup>-1</sup>, que foi menor do que a do período anterior. Em 2016 a densidade diminuiu para 3.050 ind. ha<sup>-1</sup>, uma redução no saldo final de indivíduos, onde foram identificados 225 ind. ha<sup>-1</sup> mortos, das espécies *Combretum* spp. (53,3%), Indeterminada (26,7%), *Croton* spp. (20%) e *Aspidosperma* spp. (13,3%), e um aumento de 37,5 ind ha<sup>-1</sup>, espécie *Mimosa caesalpinifolia* Benth., obtendo-se um saldo negativo de 188 ind. ha<sup>-1</sup> (Tabela 3).

Notou-se que no período foram identificados uma média de 80 indivíduos ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> mortos e um recrutamento de 77 indivíduos ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, obtendo-se um saldo negativo de 3 indivíduos ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Esta elevada taxa de recrutamento e mortalidade observada no período de 2010 a 2015, quando comparada ao período de 2009 a 2010, devem estar associadas as baixas lâminas anuais precipitadas com déficit hídrico de 1.874,2 mm, quando comparada com a média histórica anual da região (Figura 4).

Menezes *et al.* (2009), quando avaliou uma vegetação de Caatinga por 6 anos, em uma área de Reserva Natural no município de Crateús – CE, quantificou uma mortalidade de 288 indivíduos e um recrutamento de 323 indivíduos. A mortalidade foi atribuída aos três anos consecutivos anteriores de precipitações pluviométricas abaixo da média. Mortalidade semelhante foi observada por Cavalcanti (2008), em Betânia – PE, que, ao estudar uma área por 2 anos, obteve um recrutamento de 724 indivíduos e uma mortalidade de 299 indivíduos. A diferença de mortalidade e incremento entre as áreas podem ser atribuídas ao estágio de conservação, assim como, do histórico anterior de uso e ocupação do solo, além da dinâmica pluviométrica da região semiárida (MENEZES *et al.*, 2009; CAVALCANTI, 2008).

Tabela 3 - Relação da densidade absoluta (DA) e recrutamento (R) de indivíduos identificados, nos anos de 2009 a 2016, em área de Caatinga preservada em Iguatu – Ce.

Espécie	2009	2010		2014		2016	
	DA (1)	DA (2)	R (2-1)	DA (3)	R (3-2)	DA (4)	R (4-3)
<i>Croton spp.</i>	1.025,0	1.050,0	25,0	1.025,0	-25,0	987,5	-37,5
<i>Aspidosperma spp.</i>	725,0	762,5	37,5	662,5	-100,0	637,5	-25,0
<i>M. caesalpiniiifolia</i>	237,5	250,0	12,5	237,5	-12,5	275,0	37,5
<i>Combretum spp.</i>	237,5	237,5	0,0	325,0	87,5	225,0	-100,0
<i>P. stipulacea</i>	212,5	212,5	0,0	100,0	-112,5	100,0	0,0
<i>B. cheilantha</i>	187,5	187,5	0,0	237,5	50,0	237,5	0,0
<i>J. mollissima</i>	112,5	137,5	25,0	150,0	12,5	150,0	0,0
<i>C. leptophloeos</i>	100,0	100,0	0,0	112,5	12,5	112,5	0,0
<i>M.n urundeuva</i> Allemão	50,0	50,0	0,0	87,5	37,5	75,0	-12,5
<i>X. americana</i> L.	50,0	37,5	-12,5	87,5	50,0	87,5	0,0
<i>C. ferrea</i> Mart.	37,5	37,5	0,0	37,5	0,0	37,5	0,0
<i>A. cearensis</i>	25,0	87,5	62,5	25,0	-62,5	25,0	0,0
<i>A. colubrina</i>	25,0	25,0	0,0	12,5	-12,5	12,5	0,0
<i>M. tenuiflora</i>	25,0	25,0	0,0	37,5	12,5	37,5	0,0
<i>P.x marginatum</i>	12,5	12,5	0,0	12,5	0,0	12,5	0,0
Indeterminado	12,5	12,5	0,0	87,5,0	75,0	37,5	-50,0
<b>Total</b>	<b>3.075,0</b>	<b>3.225,0</b>	<b>150,0</b>	<b>3.238,0</b>	<b>13,0</b>	<b>3050,0</b>	<b>-188,0</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Seguindo a tendência da densidade de indivíduos, a biomassa total anual dos anos estudados caiu (Figura 5). Em 2009 foi estimado 65,34 Mg ha<sup>-1</sup>, em 2010 houve um incremento de 7,27 Mg ha<sup>-1</sup> passando a 72,61 Mg ha<sup>-1</sup>, em 2014 houve um decréscimo de 17,75 Mg ha<sup>-1</sup> reduzindo a biomassa para 54,86 Mg ha<sup>-1</sup>, esta queda se manteve no ano seguinte de 2016 que foi de 8,96 Mg ha<sup>-1</sup>, passando a 45,90 Mg ha<sup>-1</sup>. Assim, o decréscimo médio na biomassa é definido por uma redução de 82 indivíduos ha ano<sup>-1</sup> ano. Embora tenha ocorrido um aporte de indivíduos novos, estes não foram suficientes para neutralizar a perda de biomassa dos indivíduos mortos de maior porte, que foi de 3,82 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

As análises dos últimos sete anos sugerem que um aumento de biomassa de 2009 a 2010, pode estar relacionada a sequência favorável com máximos de precipitação iniciada em 2008 e 2009 e reduzindo em 2010 (Figura 4). Apesar da elevada precipitação ocorrida em 2011 a biomassa observada ao final de 2016 foi influenciada por um período de seca de quatro anos, 2012 a 2015, sendo agravada neste último ano, que registrou uma redução da precipitação em 48% abaixo da média anual.

Apesar dos anos de estudo não possuírem meses com total de precipitação menores do

que os últimos 30 anos, como as precipitações de 1981 a 1983, 1991 a 1993 e 2005 a 2007, apresentam uma sequência de 4 anos de precipitação abaixo da média anual. Foi observado por Cavalcanti et al. (2009), em uma Caatinga arbórea-arbustiva, que, dos cinco anos estudados, três apresentaram precipitações abaixo da média anual, o que foi bastante para que algumas espécies respondessem mais do que outras, provavelmente pela dinâmica das populações, que são particulares a cada uma.

Os valores encontrados foram maiores do que o encontrado por Virgens et al. (2016), em uma Caatinga arbórea-arbustiva na Bahia, que foi de 29 Mg ha<sup>-1</sup>. Estes valores estão dentro das estimativas de biomassa encontradas em um intervalo de 2 a 156 Mg ha<sup>-1</sup> apresentado por de Menezes et al. (2012), demonstrando uma ampla variabilidade de biomassa para a área da Caatinga. Tal variabilidade pode ser explicada por diversos fatores como as propriedades do solo, clima, exploração antropogênica e estágio de preservação (KAUFFMAN et al., 1993; AMORIM et al., 2005; CAVALCANTI et al., 2009).

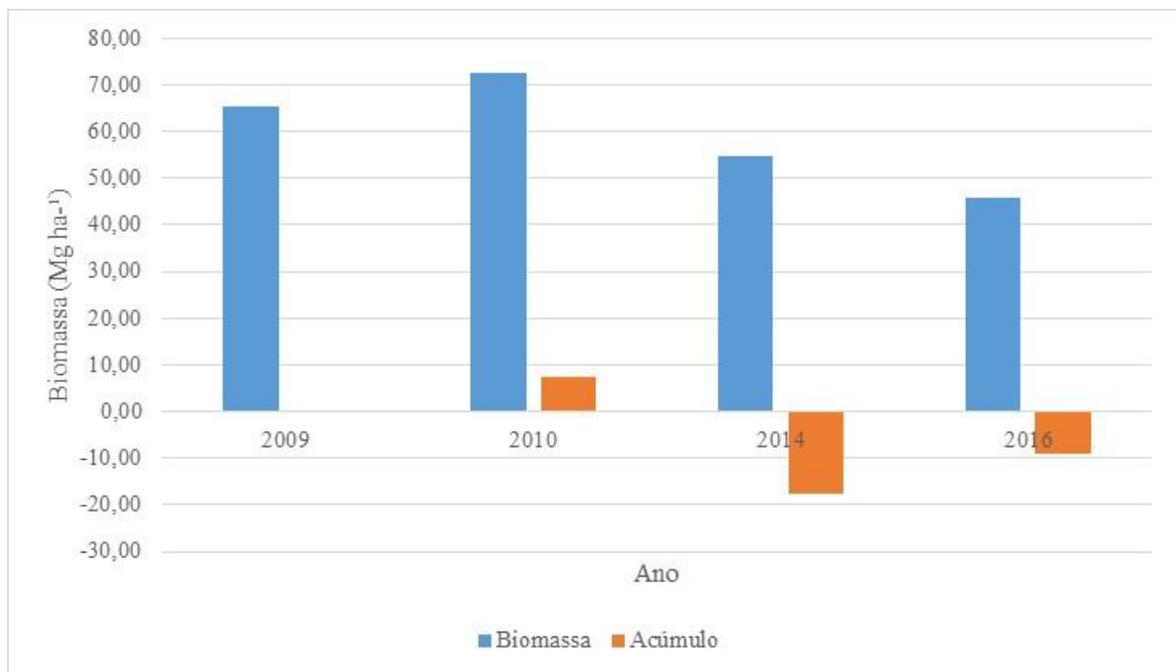


Figura 5. Estimativas da biomassa média total e acúmulo em uma área preservada de Caatinga em Iguatu – CE.

Fonte: Elaborada pelo autor.

## CONCLUSÃO

O fragmento de Caatinga em regeneração há 40 anos, apresentou nos últimos sete anos redução da biomassa provocada pela mortalidade das árvores da área de estudo que foi superior ao recrutamento. O quão elevada ou não é esta mortalidade para este tipo de evento não se sabe ao certo, uma vez que não existem estudos na literatura de monitoramento de longo prazo que apresentem estas estimativas.

Os resultados deste estudo mostram a sensibilidade da vegetação a períodos prolongados de estiagem. Demonstrando a necessidade de uma melhor compreensão da dinâmica da vegetação a estes eventos, que podem se tornar mais frequentes frente as mudanças climáticas futuras.

Assim, é de extrema importância que haja um monitoramento da vegetação da caatinga de longo prazo, e mais ainda sob diferentes propriedades de solo. Haja vista, que são pouquíssimos os trabalhos registrados na literatura para este bioma com mais de 2 anos de estudo, fazendo-se necessário estudos que tenham continuidade em seu monitoramento.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, E. R. G. M. **Biomassa de raízes em áreas com diferentes usos da terra e tipos de solos**. 2015. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia. 2015.
- ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V.S.B.; RODAL, M.J.N. Florística e Fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta bot. bras.**, v.17, p.287-303, 2003.
- ALVES, A. R. **Quantificação de biomassa e ciclagem de nutrientes em áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta**. 2011. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Departamento de Engenharia Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- AMARAL, G. C. *et al.* Estudo florístico e fitossociológico em uma área de transição cerrado-caatinga no município de Batalha-Pi. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-5. 2012.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V.S.B., , ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta bot. bras.** v. 19, n. 3, p. 615-623. 2005.
- AMORIM, L. B. **Caracterização da serrapilheira em caatinga preservada e mudanças no carbono do solo após o desmatamento sem queima**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- ANDRADE, L. A. *et al.* Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, jul./set. 2005.
- AQUINO, D. N. **Ciclagem de carbono e caracterização espectral em áreas de caatinga raleada e conservada**. 2015. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará Fortaleza, 2015.
- ARAÚJO, B. A. *et al.* Estrutura fitossociológica em uma área de caatinga no seridó paraibano. **Educação Agrícola Superior**. v.27, n.1, p.25-29, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12722/0101-756X.v27n01a04>>. Acesso em: 29 out. 2016.
- ARAÚJO, S. M. S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica**. Paulo Afonso. n. 5, p. 89-98, dez. 2011.
- BARBOSA, M. D. *et al.* Florística e fitossociologia de espécies arbóreas e arbustivas em uma área de caatinga em Arcoverde, PE, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.5, p. 851-858,

2012.

BARRETO, T. N. **Dinâmica de espécies lenhosas em área de Caatinga, Floresta - PE.** 2013. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Acesso em: < [http://200.17.137.108/tde\\_arquivos/8/TDE-2013-09-13T090208Z-1681/Publico/Thyego%20Nunes%20Alves%20Barreto.pdf](http://200.17.137.108/tde_arquivos/8/TDE-2013-09-13T090208Z-1681/Publico/Thyego%20Nunes%20Alves%20Barreto.pdf)>. 29 out 2016.

BESSA, M. A. P; MEDEIROS, J. F. Levantamento florístico e fitossociológico em fragmentos de caatinga no município de Taboleiro Grande-RN. **GEOTermas**, Pau dos Ferros, v. 1, n. 2, p. 69-83, jul./dez. 2011.

CALIXTO, DRUMOND. Estrutura fitossociológica de um fragmento de caatinga sensu stricto 30 anos após corte raso, Petrolina-PE, Brasil. **Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 67-74, abr./jun. 2011.

CALIXTO JÚNIOR, J. T. **Análise estrutural de duas fitofisionomias de caatinga em diferentes estados de conservação no semiárido pernambucano.** 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2009.

CARVALHO, E. C. D. **Estrutura e Estágios de Sucessão Ecológica da vegetação de caatinga em ambiente serrano no Cariri paraibano.** 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2010.

CAVALCANTI, A. D. C. *et al.* Mudanças florísticas e estruturais, após cinco anos, em uma comunidade de Caatinga no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v.23, n.4, p. 1210-1212, dez. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v23n4/v23n4a32.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2016.

CAVALCANTI, A. D. C. **Variação temporal do componente lenhoso e cactáceas de uma área de Caatinga em Betânia/ PE.** 2008. 86f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Rural de Pernambuco, Recife. 2008. Acesso em: < <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede2/4701/2/Airton%20de%20Deus%20Cysneiros%20Cavalcanti.pdf>>. 29 out 2016.

CORDEIRO, J. M. P. **Florística, fitossociologia e estudos etnobotânicos da caatinga arbustivo-arborea: Serra da Raiz, Paraíba.** 2012. 59 f. Monografia (Especialização em Geografia), Centro de Humanas, Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 2012.

CORDEIRO, J. M. P.; FÉLIX, L. P. Levantamento fitossociológico em mata de encosta no agreste paraibano. **Geoambiente on-line**. Jataí, n. 21, p. 13-28, 2013. Disponível em: <<http://revistas.jatai.ufg.br/geoambiente/article/view/27904>>. Acesso em: 15 out. 2016.

CORREIA, R. C. *et al.* Produção de Caprinos e Ovinos no Semiárido. In: Tadeu Vinhas Voltolini (Ed.). **A região semiárida brasileira**. Petrolina: EMBRAPA, 2011. p. 21-48.

COSTA, T. C. C. C. *et al.* Interação de fatores biofísicos e antrópicos com a diversidade florística na indicação de áreas para conservação do bioma Caatinga. **Sociedade & Natureza**,

Uberlândia, n. 21, v. 1, p. 19-37, abr. 2009.

CUNHA *et al.* Seminário brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. **Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 49-87.

DRUMOND, M. A. *et al.* Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no semi-árido brasileiro. **R. Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, p. 665-669, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. MOURA, M. S. B. **Bioma Caatinga: Precipitação e evaporação**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma\\_caatinga/arvore/CONT000g798rt3p02wx5ok0wtedt3nd3c63l.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3p02wx5ok0wtedt3nd3c63l.html)>. Acesso em: 11 out. 2016.

FARIAS, S. G. G. *et al.* Fisionomia e estrutura de vegetação de caatinga em diferentes ambientes em serra talhada – Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 435-448, abr./jun., 2016.

FERRAZ, R. C. *et al.* Levantamento fitossociológico em área de caatinga no monumento natural grota do angico, Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 89 – 98, jul./set., 2013.

FONTES, A. S.; OLIVEIRA, J. I. R.; MEDEIROS, Y. D. P. A evaporação em açudes no semi-árido nordestino do Brasil e a gestão das águas. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2003. Curitiba. Disponível em: <<http://www.grh.ufba.br/Publicacoes/Artigos/Artigos%202003/a%20evapora%C3%A7%C3%A3o%20em%20a%C3%A7udes%20IV%20Simp%C3%B3sio%20Brasileiro%20de%20Rec.%20H%C3%ADd.pdf>> Acesso em: 10 out. 2016.

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 19, p. 520-540, 2012. Disponível em: <<http://www.floram.org/articles/view/id/5074117c5ce02ae16e000000>>. Acesso em: 15 out. 2016.

GIONGO, V. *et al.* Carbono no Sistema Solo-Planta no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, Vol. 4, No 6, p. 1233-1253, 2011. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbge/index.php/revista/article/viewArticle/272>>. Acesso em: 15 out. 2016.

GUEDES, R. S. *et al.* Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 99-108, mar./jun., 2012.

HIGA, R. C. V. *et al.* Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal Dados eletrônicos - Colombo: **Embrapa Florestas**, 2014. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>. Acesso em: 15 out. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de biomas e de vegetação**. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 10 out. 2016.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Caatinga**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/caatinga>>. Acesso em: 10 out. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10 out 2016.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **População do Semiárido estimado para 2014**. Disponível em: <[http://www.insa.gov.br/sigsab/static/themes/v1/lib/elfinder/Arquivos/Publica%C3%A7%C3%B5es/Popula%C3%A7%C3%A3o%20do%20Semi%C3%A1rido%20Estimada%20para%202014\\_S%C3%ADntese.pdf](http://www.insa.gov.br/sigsab/static/themes/v1/lib/elfinder/Arquivos/Publica%C3%A7%C3%B5es/Popula%C3%A7%C3%A3o%20do%20Semi%C3%A1rido%20Estimada%20para%202014_S%C3%ADntese.pdf)>. Acesso em: 3 out. 2016.

IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.

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

LIMA JÚNIOR, C. *et al.* Estimativa de biomassa lenhosa da caatinga com uso de equações alométricas e índice de vegetação. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 289-298, jun. 2014.

LOPES, J. F. B. **Deposição e decomposição de serapilheira em área da caatinga cearense**. 43p. 2008. Monografia (Curso de Agronomia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MARANGON, G. P. *et al.* Estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de caatinga. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 83 - 92, jan./mar., 2013.

MARENGO, J.A. *et al.* Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: Salomão de Souza Medeiros (Org.). **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: INSA, 2011. p. 410-449.

MENEZES, B. S. Mortalidade e recrutamento de espécies lenhosas em uma área de Caatinga non nordeste brasileiro. **Anais... IX Congresso de Ecologia do Brasil**, 13 a 17 de Setembro de 2009, São Lourenço – MG. Acesso em: <[http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos\\_ixceb/846.pdf](http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/846.pdf)>. 29 out 2016.

MENEZES, R. S. C. *et al.* Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Braz. J. Biol.**, v. 72, n. 3, p. 643-653, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caatinga**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 10 out. 2016.

MORO, M. F. *et al.* Catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical

Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**. v.160, n.1, 2014.

NOBRE, P. Mudanças climáticas e desertificação: os desafios para o Estado Brasileiro. In: Ricardo da Cunha Correia Lima (Ed.). **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA-PB, 2011. p. 25-34.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS. **Cadernos NAE: Série Mudança do Clima – 2005**. Disponível em: <[http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/new2/proj\\_cadernosnae.htm](http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/new2/proj_cadernosnae.htm)>. Acesso em: 18 out. 2016.

OLIVEIRA, L. B. *et al.* Morfologia e classificação de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. **Revista Brasil Ci Solo**. Viçosa. n. 33, p. 1333–1345, out. 2009.

PALÁCIO, H. A. Q. **Avaliação emergética de microbacias hidrográficas do semiárido submetidas a diferentes manejos**. 2011. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

PEREIRA JÚNIOR, J. S. Nova delimitação do semi-árido brasileiro. **Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados**. Brasília, p. 15, 2007. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/1604>>. Acesso em: 3 out. 2016.

PEREIRA JÚNIOR, L. R. **Florística e fitossociologia da caatinga, aspectos socioeconômicos e potencial do uso fitoterápico pela população rural de Monteiro, Paraíba**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

PEREIRA JÚNIOR, L. R. P. *et al.* Carbon stocks in a tropical dry forest in Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 32-40, jan-mar, 2016.

PEREIRA JÚNIOR, L. R. P.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **HOLOS**, n. 28, v. 6, 2012.

PINTO, M. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; NASCIMENTO, L. M. Florística e estrutura da vegetação de um brejo de altitude em pesqueira, PE, Brasil. **Nordestina de Biologia**, n. 21, p. 47-79, 2012.

RODAL, M. J. N. *et al.* Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Caatinga**. Mossoró, v.21, n.3, p.192-205, jul./set. 2008.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudos florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: SB, 2013. 24p.

RÜGNITZ, M. T.; CHACÓN, M. L.; PORRO R. **Guia para Determinação de Carbono em Pequenas Propriedades Rurais**. Belém: Centro Mundial Agroflorestral (ICRAF)/Iniciativa Amazônica (IA). Ed. 1, 81 p. 2009.

SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Matéria orgânica do solo no bioma caatinga. In:

SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P., CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.419-441.

SALGADO, E. V. **Capacidade de suporte da serapilheira da Caatinga na recuperação de solos degradados no semiárido**. 2014. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SAMPAIO, E. V. D. S. B.; FREITAS, A. D. S. Produção de biomassa na vegetação nativa do semi-árido nordestino. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. D. S. B.; SALCEDO, I. H. (Ed.). **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Recife: UFPE, 2008. p. 11-25.

SAMPAIO, E.V.S.B. & SILVA G.C. 2005. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. **Acta Botanica Brasilica**. v.19, n. 4, p. 935-943. 2005.

SANTOS, R. M. S. *et al.* Estrutura e florística de um remanescente de caatinga arbórea em Juvenília, norte de Minas Gerais, Brasil. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 2, p. 247-258, abr./jun. 2011.

SILVA, G. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. *Revista Árvore*, v. 32, n. 3, p. 567-575, 2008.

SILVA, J. A. **Fitossociologia e relações alométricas em caatinga nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. 2006. Disponível em:

<<ftp://www.ufv.br/def/disciplinas/ENF344/MANEJOFLORESTASNATIVAS/JosuelArcaujo/Apostila-Josuel-DS-DEF.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

SILVEIRA, P. *et al.* O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 185-206, jan./mar. 2008.

SOUZA FILHO, F. A. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. In: Salomão de Sousa Medeiros (Ed.). **A política nacional de recursos hídricos: Desafios para sua implantação no semiárido brasileiro**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 2-26.

SOUZA, J. S. *et al.* Estimativa de biomassa aérea da caatinga do norte da Bahia. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 355-368, out./dez. 2013.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Semiárido**.

Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/area-de-atuacao-da-sudene/semiariado>>. Acesso em: 10 out. 2016.

TIESSEN, H. *et al.* Carbon Sequestration and Turnover in Semiarid Savannas and Dry Forest. **Climatic Change**, v. 40, p. 105-117, 1998. Disponível em:

<<http://link.springer.com/article/10.1023/A:1005342932178>>. Acesso em 10 out. 2016.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões Propostas para o Bioma Caatinga**. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002. p. 1-76.

VIEIRA, G.; SANQUETTA, C. R.; KLÜPPEL, M. L. W.; BARBEIRO, L. S. S. Teores de carbono em espécies vegetais da Caatinga e do Cerrado. **Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, Curitiba, v. 7, p. 145-155, 2009.

VIRGENS, A. P. *et al.* Quantificação de biomassa arbórea e estoque de carbono em espécies da caatinga. *In*: SEMANA DE ENGENHARIA FLORESTAL DA BAHIA. 4, 2016, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: UESB, 2016. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwizz82rIZ3QAhUES5AKHRV3CFYQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.uesb.br%2Feventos%2Fseeflor%2Fpublicacoes%2F2016%2FQUANTIFICACAO%2520DE%2520BIOMASSA%2520ARBOREA%2520E%2520ESTOQUE%2520DE%2520CARBONO%2520EM%2520ESPECIES%2520DA%2520CAATINGA.pdf&usg=AFQjCNFm394DXyevO6cwJIZLE4m0vHsBTg>>. Acesso em: 01 nov. 2016.