



PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

MAYARA GUIMARÃES BELTRÃO

BIOMASSA AÉREA NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA, BRASIL

CAMPINA GRANDE – PB

2014

MAYARA GUIMARÃES BELTRÃO

BIOMASSA AÉREA NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

ORIENTADOR:

Cleber Ibraim Salimon

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

B453b Beltrão, Mayara Guimarães.

Biomassa aérea no semiárido da Paraíba, Brasil [manuscrito] /  
Mayara Guimarães Beltrão. - 2014.

85 p. : il.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) -  
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e  
da Saúde, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Cleber Ibraim Salimon, Departamento  
de Ciências Biológicas".

1. Fatores ecológicos. 2. solo 3. Vegetação. 4. Impacto  
antrópico. I. Título.

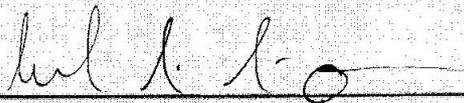
21. ed. CDD 631.4

MAYARA GUIMARÃES BELTRÃO

BIOMASSA AÉREA NO SEMIARIDO DA PARAÍBA, BRASIL

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

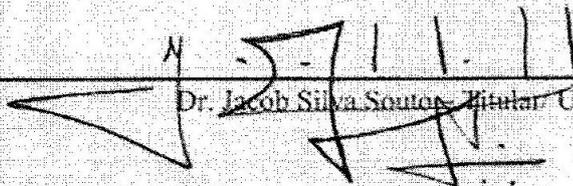
Orientador:



---

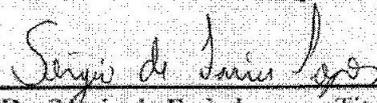
Dr. Cleber Ibraim Salimon – Presidente/UEPB

Examinadores:



---

Dr. Jacob Silva Souto – Titular/UEPB



---

Dr. Sérgio de Faria Lopes – Titular/UEPB

CAMPINA GRANDE – PB

2014

Dedico

Aos meus pais, Gutemberg e Geovania, que sempre estiveram ao meu lado, incentivando meus estudos, me amando e impulsionando meu crescimento.

## Agradecimento

Primeiramente a Deus, por me permitir e me dar forças para chegar até aqui.

À minha família, minha irmã Dinnara e irmão Gutemberg Junior, em especial meu pai Gutemberg e mãe Geovania, que representam uma base sólida na qual posso contar sempre.

A meu marido, Augusto, que foi essencial na confecção e organização dos materiais utilizados no trabalho de campo, e que sempre incentiva e apóia as escolhas da minha vida, como um leal companheiro que é.

À minha grande amiga e parceira na pesquisa, Brygida Freire, que me auxiliou no trabalho de campo e com incontáveis discussões, que fizeram esse estudo melhorar significativamente. Além de, muitas vezes, apenas doar seu ouvido, paciência e tempo para me ouvir desabafar nos meus momentos mais difíceis.

Aos amigos, José Aécio e Juan Lourenço, por auxiliar no trabalho de campo e nas diversas discussões e contribuições para aprimorar este estudo, em especial ao primeiro capítulo.

Ao amigo, Adriano Freire, que me hospedou várias vezes em sua residência quando precisei estar em Campina Grande.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa

À Universidade estadual da Paraíba, sobretudo ao Departamento de Ciências Biológicas e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, pela oportunidade concebida de ingresso no mestrado.

A todas as pessoas que pude contar para as muitas atividades do mestrado, aos professores e coordenadoras Thelma Lúcia Pereira Dias e Joseline Molozzi.

Por fim, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Cleber Ibraim Salimon, que me recebeu prontamente para orientar, e o fez com louvor, com quem aprendi bastante sobre ecologia e afins, como também, o que talvez ele nem saiba, que me ensinou muito a praticar a humildade, singeleza e paciência. Com quem espero compartilhar muitas conquistas. Obrigada Cleber por acreditar em mim e ter me apoiado.

Obrigada a todos!

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1 - ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DE TRÊS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA CAATINGA

**Tabela 1.** Variáveis da estrutura da vegetação coletados em três unidades de conservação do semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá..... 11

**Tabela 2.** Atributos químicos e granulométricos das amostras de solo superficial (0 – 20 cm de profundidade) coletadas em três unidades de conservação do semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá..... 18

### CAPÍTULO 2 - FATORES DETERMINANTES DA BIOMASSA AÉREA VEGETAL EM REGIÃO SEMIÁRIDA

**Tabela 1.** Coeficientes e equação da reta das regressões lineares univariadas com a variável resposta biomassa..... 39

**Tabela 2.** Coeficientes da regressão lineares multivariadas com a variável resposta biomassa..... 40

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1 - ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DE TRÊS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA CAATINGA

- Figura 1.** Localização da Paraíba com destaque para as três unidades de conservação. RFT: RPPN Fazenda Tamanduá, APC: APA do Cariri e APO: APA das Onças..... 8
- Figura 2.** Distribuição vertical das árvores e arbustos amostrados por unidade de conservação nos municípios de São João do Cariri, São João do Tigre e Santa Teresinha, semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá..... 12
- Figura 3.** Distribuição horizontal das árvores e arbustos amostrados por unidade de conservação nos municípios de São João do Cariri, São João do Tigre e Santa Teresinha, semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá..... 13
- Figura 4.** Distribuição da biomassa de árvores e arbustos por hectare por unidade de conservação nos municípios de São João do Cariri, São João do Tigre e Santa Teresinha, semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá..... 15

### CAPÍTULO 2 - FATORES DETERMINANTES DA BIOMASSA AÉREA VEGETAL EM REGIÃO SEMIÁRIDA

- Figura 1.** Localização da Paraíba com destaque para as três unidades de conservação. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças e RFT: RPPN Fazenda Tamanduá..... 35
- Figura 2.** Diagrama de dispersão entre biomassa e altura dos indivíduos, amostrados no semiárido da Paraíba..... 38
- Figura 3.** Diagrama de dispersão entre biomassa e área da copa dos indivíduos, amostrados no semiárido da Paraíba..... 38
- Figura 4.** Diagrama de dispersão entre biomassa e inclinação da área, amostrados no semiárido da Paraíba..... 39

**Resumo:** Este trabalho objetivou relacionar dados de estrutura da comunidade, inclinação do terreno e altitude, granulometria e fertilidade do solo e grau de ação antrópica com a biomassa aérea vegetal viva e definir quais fatores ecológicos são determinantes da biomassa aérea vegetal das comunidades vegetais do semiárido. Para isto foram delimitadas em três unidades de conservação (UC) 30 parcelas de 100m<sup>2</sup>, sendo 10 parcelas em cada UC, localizadas no Estado da Paraíba, onde foram coletados dados da estrutura da vegetação e solo. Inclinação do terreno e altitude e grau de ação antrópica foram obtidos por meio do Google Earth. Foram realizadas comparações entre as três UCs com relação a estrutura da vegetação e características do solo, e as regressões lineares foram realizadas para verificar quais fatores são mais correlacionados com a biomassa aérea vegetal. Há grande amplitude de variação de biomassa, diâmetro, área basal, altura e densidade entre as UCs, o que indica que a vegetação encontra-se em processo de recuperação e em diferentes estágios sucessionais devido as perturbações antrópicas históricas e constantes e, portanto pode atingir maior porte. Além disso, as variáveis alturas, área da copa e inclinação, juntas, explicam 61% da biomassa. Os resultados indicam que todas as áreas são perturbadas por atividades antrópicas, e este fato, impossibilitou a determinação de padrões na vegetação.

Palavras-chave: fatores determinantes, solo, impacto antrópico, caatinga.

**Abstract:** The goal of this study was to relate plant community structure, relief and altitude, soil texture and fertility and anthropogenic impact with aboveground live biomass (ALB), in order to determine which ecological factors are the major determinants of ALB in semiarid region of Brazil. We delimited 30 10 x 10 m plots in three conservation units in the State of Paraíba, where we sampled data of vegetation structure and soils. Relief and altitude were sampled from Google Earth. We compared the three areas in relation to vegetation structure and soil texture and fertility. We made linear regressions to detect which were the most important factors controlling ALB. There is great amplitude in biomass, diameter, basal area, height and tree abundance among the conservation units, which indicates that most of the vegetation is in different successional stages throughout the sites, due to human interference. Therefore, most of the plots can, if left abandoned, reach a greater biomass. Also, tree height, crown cover and relief, together explained 61% of ALB variation. These results show that all areas are probably under constant human perturbation and this impact prevents other ecological factors to correlate with ALB.

**Keywords:** determining factors, soil, anthropogenic impact, caatinga.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específicos.....	3
3. PERGUNTA.....	3
4. HIPÓTESE.....	3
<b>5. CAPÍTULO 1 (ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DE TRÊS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA CAATINGA)</b>	
<b>RESUMO.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>5.1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>5.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
5.2.1. Área de Estudo.....	7
5.2.2 Amostragem de dados.....	8
<b>5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>10</b>
5.3.1. Características da Vegetação.....	10
5.3.2. Características do Solo.....	16
<b>5.4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>5.5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>20</b>
<b>6. CAPÍTULO 2 (FATORES DETERMINANTES DA BIOMASSA AÉREA VEGETAL EM REGIÃO SEMIÁRIDA)</b>	
Abstract.....	31
Resumo.....	31
<b>6.1. Introdução.....</b>	<b>32</b>
<b>6.2. Materiais e Métodos.....</b>	<b>34</b>
6.2.1. Área de Estudo.....	34
6.2.2 Amostragem de dados.....	35
<b>6.3. Resultados.....</b>	<b>37</b>
<b>6.4. Discussão.....</b>	<b>40</b>
<b>6.5. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>43</b>
7. CONCLUSÃO GERAL.....	55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
9. ANEXOS.....	
9.1. Tabela Suplementar 1.....	59
9.2. Tabela Suplementar 2.....	60
9.3. Normas de Submissão da Revista Caatinga.....	62
9.4. Normas de Submissão da Revista Biota Neotropica.....	68

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Embora muitos estudos reportem que a biomassa vegetal é determinada pela disponibilidade de luz, temperatura, nutrientes, área basal, latitude e altitude da área e precipitação (KOSMAS et al., 2000; JENSEN, 2000; SCOLFORO; FIGUEIREDO FILHO, 1998; BROWN, 1997; GUEDES et al., 2001; PAN et al., 2013) no semiárido brasileiro, são poucos os trabalhos que abordam o tema (SOUTO et al., 1999; URSINO, 2009; SAMPAIO; COSTA, 2011).

A estimativa de biomassa vegetal é utilizada tanto no manejo florestal quanto para estudos ecossistêmicos e de medições de estoques de carbono para manutenção do clima. No primeiro caso, a biomassa está relacionada com os estoques de macro e micro nutrientes da vegetação e também na estimativa de madeira. Já no âmbito de assuntos relacionados ao clima, a biomassa é usada para estimar o estoque de carbono (HIGUCHI, 2001).

Mudanças climáticas globais são reflexos das variações da rotação ou excentricidade orbital da terra, posição dos continentes em relação ao eixo de rotação entre outros aspectos inerentes a natureza dinâmica do sistema solar. No entanto, alterações antropogênicas dos ecossistemas contribuem rapidamente para essas mudanças climáticas, através do desmatamento, o uso inadequado da terra, a queima de combustíveis fósseis e muitas outras atividades humanas que conduzem à emissão dos gases de efeito estufa, a exemplo do CO<sub>2</sub> (IPCC, 2007; WALTHER et al., 2005). Em virtude disso, a diminuição da emissão desses gases pela substituição do uso de combustíveis fósseis por alternativas renováveis e o sequestro e armazenamento de carbono atmosférico por comunidades vegetais nativas ou plantadas são propostas que os estudos relacionados à biomassa têm incentivado (KUNTSCHIK, 2004).

De acordo com Sampaio e Costa (2011) os estoques de biomassa vegetal nos grandes tipos de uso do solo, frequentes nas caatingas variam muito no espaço e no tempo. Áreas cobertas com vegetação nativa de caatinga arbustiva e arbórea têm um estoque de biomassa vegetal maior que o de áreas cobertas com vegetação herbácea, como as pastagens abertas e maiores que as áreas plantadas com culturas de ciclo curto. Numa comparação mundial, a caatinga representa a maior área remanescente de savana estépica (MILES et al., 2006) e seu estoque de C é maior do que outros ecossistemas savânicos de clima seco do planeta (SAMPALIO; COSTA, 2011).

Em uma série de regiões áridas e semiáridas no mundo têm sido caracterizadas variações espaciais na estrutura das comunidades vegetais, o que contribui para o

crescente corpo de conhecimento sobre a biodiversidade de plantas nesses ambientes (ALBUQUERQUE et al., 2005; FULBRIGHT, 2004; MORGENTHAL et al., 2006; RAMIREZ et al., 2007; RODAL; NASCIMENTO, 2006; SILVA et al., 2009).

A caatinga é a vegetação predominante na região Nordeste, corresponde a 844.453km<sup>2</sup> de área (IBGE, 2004). Está compreendida entre o paralelo de 3°17' S e o meridiano 35°45' W, inserida no semiárido, envolvendo áreas dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, sudoeste do Piauí e partes do interior da Bahia e do Norte de Minas Gerais (ANDRADE et al., 2005).

Amorim et al. (2005) descrevem a caatinga com grande variação fisionômica, principalmente quanto à densidade e ao porte das plantas. Mudanças em escala local são facilmente reconhecíveis e geralmente ligadas a uma alteração ambiental claramente identificável, como desmatamento, queimadas ou pecuária. As alterações provocadas pelos diferentes usos do solo na região semiárida devem ser estudadas para a proposição de ações sustentáveis otimizando a produção e evitando degradação dos recursos naturais (CORRÊA et al., 2009).

A busca de novos conhecimentos relacionando os solos e fatores ambientais à vegetação vêm crescendo devido ao interesse em classificar os ambientes e associá-los aos padrões de distribuição dos organismos e as características do meio físico. Devido à escassez de informações espacializadas sobre a distribuição de biomassa em ecossistemas do semiárido brasileiro e dos seus fatores determinantes, o presente trabalho pretende correlacionar a biomassa aérea viva com alguns fatores ambientais em fitofisionomias no semiárido, além de fornecer dados localizados da estrutura da vegetação e características do solo de três unidades de conservação do Estado da Paraíba.

Essa dissertação está dividida em dois capítulos, o primeiro descreve os solos e os parâmetros vegetacionais, intitulado: Estrutura Da Vegetação e Caracterização do Solo de Três Unidades de Conservação na Caatinga, e o segundo relaciona a biomassa com os fatores ambientais, intitulado: Fatores Determinantes da Biomassa Aérea Vegetal em Região Semiárida. Os dados utilizados nas análises se encontram nos anexos 9.1 e 9.2.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Geral

Determinar a estrutura e biomassa aérea viva em três unidades de conservação do semiárido da Paraíba e correlacioná-la com fatores ambientais, como fertilidade e granulometria do solo, inclinação do terreno, altitude e grau de ação antrópica.

### 2.2 Específicos

- Determinar: densidade, altura, área basal, área da copa e diâmetros médios do caule, na altura do solo;
- Estimar a biomassa aérea;
- Comparar as três áreas quanto a estrutura e biomassa aérea
- Relacionar a biomassa aérea com: granulometria e fertilidade do solo e inclinação do terreno e altitude, da estrutura das comunidades vegetais e grau de antropização.

## 3. PERGUNTA

No semiárido, onde há muita perturbação antrópica, a fertilidade do solo explica a variação da biomassa aérea viva da vegetação?

## 4. HIPÓTESE

No semiárido onde há muita perturbação antrópica a fertilidade do solo não explica a variação da biomassa aérea viva da vegetação.

## 5. CAPÍTULO 1

Manuscrito a ser encaminhado para publicação na revista Caatinga

### **ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DE TRÊS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA CAATINGA<sup>1</sup>**

MAYARA GUIMRÃES BELTRÃO<sup>2\*</sup>, BRYGIDA CAROLYNE FREIRE ALVES<sup>2</sup>,  
JUAN DIEGO LOURENÇO DE MENDONÇA<sup>2</sup>, JOSÉ AÉCIO ALVES BARBOSA<sup>3</sup>,  
CLEBER IBRAIM SALIMON<sup>4</sup>

**RESUMO** – Os solos desempenham um papel importante na determinação dos padrões espaciais e temporais de comunidades vegetais. Porém, devido a ação antrópica, esta relação nem sempre é observada. Para se entender os padrões espaciais e estruturais da vegetação em um local é necessário caracterizar também fatores ambientais como solo e clima. O objetivo desse estudo foi determinar e comparar a estrutura vertical e horizontal da vegetação em áreas no semiárido da Paraíba e granulometria e fertilidade do solo. Para tanto, foram delimitadas 30 parcelas de 100 m<sup>2</sup> cada, estabelecidas em três unidades de conservação (UC), além de coleta de solos e caracterização granulométrica e fertilidade. As comparações entre as áreas com relação às variáveis da vegetação (densidade, área basal, altura, área da copa, diâmetros e biomassa) e atributos do solo (granulometria, classe textural, MO, pH em H<sub>2</sub>O, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>, P, soma e saturação de bases, e capacidade de troca catiônica) foram realizadas por Análise de Variância. Há grande variação de biomassa, diâmetro, área basal, altura e densidade o que indica que a vegetação encontra-se em diferentes estágios sucessionais devido às perturbações antrópicas.

**Palavras – chave:** área da copa, área basal, diâmetro ao nível do solo.

---

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Trabalho de dissertação de conclusão do curso de mestrado em Ecologia e Conservação da primeira autora.

<sup>2</sup>Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, UEPB, Rua das Baraúnas, 351, 58.429-600, Campus Universitário I, Campina Grande – PB;

mayarabeltrao@gmail.com

bryologa@gmail.com

juandiegojpa@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Sistemática e Ecologia, Centro de Ciências Exatas e Sociais, UFPB, Campus Universitário I, 58059-900, João Pessoa – PB;

aeciobio@hotmail.com

<sup>4</sup>Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, UEPB, Rua Horácio Trajano, s/n, 58070-450, Cristo Redentor, João Pessoa, PB;

clebsal@gmail.com

## VEGETATION STRUCTURE AND SOIL CHARACTERIZATION OF THREE CONSERVATION UNITS IN CAATINGA

**ABSTRACT** – Soils play a major role in the determining spatial and temporal patterns of plant communities. Nevertheless, due to anthropogenic impact, this relation is not always perceived. In order to understand such patterns it is also necessary to characterize such environmental variables, such as soils, climate and human impact. In this study we determine and compare the vertical and horizontal plant community structure in three conservation units in the State of Paraíba. We delimited 30 10 x 10 m plots in three conservation units in the State of Paraíba, where we sampled data of vegetation structure and soil texture and fertility. Comparisons among sites were made via ANOVA (tree abundance, basal area, tree height, crown cover, diameter and aboveground live biomass; soil texture, OM, pH,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ , P, sum of bases and cation exchange capacity). There is great variation in all variables and vegetation seems to be under great human impact since most plots seem to be in different successional stages.

**Keywords:** crown cover, basal area, diameter at ground level.

## INTRODUÇÃO

Estudos que tem como objetivo caracterizar vegetação e solo tem aumentado nos últimos anos devido ao entendimento de que a compreensão das relações entre solo e vegetação requer um conhecimento acurado de como se apresentam tais descritores ambientais (AVILA et al., 2011; FERREIRA; FORZZA, 2009; PEREIRA JÚNIOR et al., 2012; MARAGON et al., 2013; ALMEIDA JÚNIOR et al., 2009), sobretudo em áreas de caatinga, pois o fato de já ter sofrido com tanta ação antropogênica ao longo dos anos, demonstra características bastante heterogêneas (SILVA et al., 2004), embora os solos desempenhem um papel importante na determinação dos padrões espaciais e temporais de comunidades vegetais (GALINDO et al., 2008; TRAVASSOS; SOUZA, 2011; SOUZA, 2011). Na caatinga, devido a ação antrópica, esta relação nem sempre é observada.

A estreita relação entre vegetação e solo observada em vários estudos (MEURER, 2007; RIGATTO et al., 2005; SCHAEFFER et al., 2012) está associada à disponibilidade de nutrientes e água (SCHAEFFER et al. 2012), neste sentido o contínuo entre solo-vegetação-atmosfera evidencia o papel de elo que a vegetação exerce no balanço hídrico do ambiente (PORPORATO; RODRIGUEZ-ITURBE, 2002).

Segundo Alves (2009), Andrade-Lima (1981) e Nascimento e Alves (2008a, b) a maioria dos aspectos fisionômicos em áreas de caatinga é decorrente da inter-relação complexa entre fatores ecológicos (clima, topoclima, condições edáficas e topográficas) e fatores antropogênicos, que fazem com que essa vegetação apresente uma heterogeneidade climática associada à diversidade de solos e relevos (ANDRADE-LIMA 1981; ARAÚJO et al., 2005; MORO et al., 2014).

A caatinga é a vegetação predominante na região semiárida do nordeste brasileiro, também denominado de Savana Estépica Florestada. Esta formação é estruturada em dois estratos: arbustivo-arbóreo superior e gramíneo-lenhoso inferior (IBGE, 2012). Esse domínio morfoclimático é uma das maiores áreas semiáridas da América do Sul, com mais de 800.000 Km<sup>2</sup> (AB'SÁBER, 2003) e possui clima semiárido, devido a uma zona estável de baixa pressão atmosférica (NIMER, 1972). Apesar de esse ecossistema ser descrito como heterogêneo por abrigar uma alta riqueza de espécies, sobretudo, endêmicas (PRADO, 2003), há um histórico de intenso uso das áreas naturais devido ao processo de antropização, que ocasiona modificações no ambiente, como as queimadas, o pisoteio do gado e a fragmentação, que podem resultar

na substituição de formações campestres savânicas e até florestais por áreas destinadas à agropecuária e agricultura, havendo até mesmo a possibilidade de alterações nos padrões climáticos locais (NOBRE, 2011).

Mais estudos são necessários para analisar as comunidades de plantas desse ecossistema (ALBUQUERQUE et al., 2012), bem como estudos que relacionam propriedades do solo e vegetação. Porém, os poucos trabalhos realizados confirmam uma relação existente entre a fertilidade do solo e a cobertura vegetal (LIMA et al., 2003). Trabalhos que fornecem informações acerca da estrutura das comunidades subsidiam o manejo, a recuperação e a conservação de ecossistemas, e são etapas chaves no direcionamento destas atividades (SAMPAIO, 1996). Nos últimos anos, um maior número de estudos fitossociológicos e florísticos foi realizado na caatinga (PINHEIRO; ALVES, 2007; PESSOA et al., 2008; RODAL et al., 2008; SANTOS et al., 2008; RAMALHO et al., 2009; SOUZA; RODAL, 2010; MORO et al., 2014), embora estejam sendo realizados também estudos com enfoques em estimativa de biomassa e carbono com espécies da caatinga (SILVIA; SAMPAIO 2008; VIEIRA et al., 2009).

Para se traçar planos conservacionistas ou de produtividade sócioeconômica (produção de lenha) é necessário o entendimento de como se dá a distribuição da vegetação que é determinada por fatores antropogênicos e ambientais, para tanto é necessário o conhecimento de suas características estruturais e de solo. Devido a esta necessidade, o objetivo desse estudo foi determinar e comparar a estrutura vertical e horizontal da vegetação e caracterizar o solo (granulometria e fertilidade) em três unidades de conservação no semiárido da Paraíba.

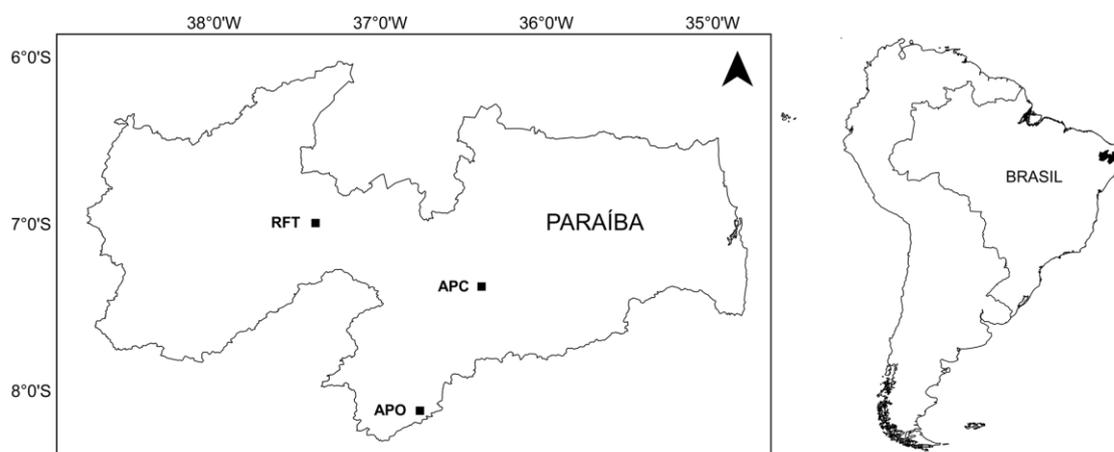
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

O estudo foi realizado em três localidades do estado da Paraíba: (1) APA (Área de Proteção Ambiental) do Cariri (7°23'30"S e 36°31'59"W), onde a temperatura varia entre 23.1 °C a 27.2 °C, com precipitação média anual de 400 mm. A vegetação local é predominantemente caatinga arbustiva e encontra-se bastante alterada em virtude de usos diversos ao longo dos anos, incluindo a retirada de lenha e caprinocultura (BARBOSA et al., 2007); (2) APA das Onças (08°4'53" S e 36°50'41" W) no Planalto da Borborema, possui uma área de 36.000 ha e apresenta diferentes fitofisionomias,

caatinga hiperxerófila, com trechos de Floresta caducifólia, fragmentos com alta porcentagem de cobertura vegetal arbórea do solo, como também com pequena cobertura vegetal do tipo arbustiva espaçada; possui precipitação média anual de 431.8 mm, temperatura média anual de 28 °C e a pecuária semiextensiva é predominante (SOUZA, 2011); (3) RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) Fazenda Tamanduá (07°2'20" S e 37°26'43" W), o fragmento possui aproximadamente 20 ha, que vem sendo mantido com sua cobertura vegetal nativa há pelo menos 40 anos, sendo usada anteriormente para atividades pecuárias (CABRAL et al., 2013). A vegetação apresenta fisionomia arbóreo aberta com presença de clareiras (GUEDES et al., 2012), possui temperatura média anual de 32.8 °C e chuvas anuais médias de 800 mm, concentradas em um curto período de dois a quatro meses (SILVA et al., 2012).

De acordo com Brasil (1972) o solo predominante na APA do Cariri (APC) é bruno não cálcico. Na APA das Onças (APO) os solos são: Bruno Não Cálcico, Litólicos Eutróficos e Regossolo Distrófico. E na região da RPPN (RFT) são Bruno Não Cálcico e Litólicos Eutróficos. O clima de APC é Semiárido (BSh), de APO é Savana Equatorial com verão seco (As) e, da RFT é Savana Equatorial com inverno seco (Aw), segundo a classificação de Koppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006).



**Figura 1.** Localização da Paraíba com destaque para as três unidades de conservação. RFT: RPPN Fazenda Tamanduá, APC: APA do Cariri e APO: APA das Onças.

#### Amostragem e análise de dados

A coleta de dados ocorreu ao longo de 2013. Nessa amostragem foram delimitadas em cada unidade de conservação, obedecendo a uma distância mínima de 250 m, 10

parcelas de 100 m<sup>2</sup> selecionadas aleatoriamente, sobrepondo uma grade de 100 pontos em uma imagem do Google Earth Pro (licença: 8-0668000001302) em cada localidade. Dentro das parcelas, foram selecionados todos os indivíduos vivos, inclusive as cactáceas, com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) maior ou igual a 3.0 cm e altura total (HT) maior ou igual a 1.0 m, critério de inclusão já bem estabelecido para estudos nas caatingas (RODAL et al., 2013). Foram medidos o DNS e HT dos indivíduos, com paquímetro e vara graduada, respectivamente. Para cada indivíduo, foi estimada a biomassa aérea viva utilizando duas equações alométricas desenvolvidas por Sampaio e Silva (2005) com base no diâmetro do caule:

$$C. \textit{jamacaru} \text{ (para todas as cactáceas): } 0.0268 * \text{DNS}^{2.3440}$$

$$\text{Todos os indivíduos, exceto cactáceas: } 0.0644 * \text{DNS}^{2.3948}$$

Para indivíduos com bifurcações, cada bifurcação com  $\text{DNS} \geq 3.0$  cm teve sua biomassa estimada separadamente.

As áreas das copas (AC) foram mensuradas através da fórmula  $AC = C1/2 * C2/2 * \pi$ , onde: C1 = maior medida longitudinal e C2 = maior medida transversal, considerando que todas as copas apresentaram forma elíptica, sendo o resultado expresso em m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>. A área basal foi calculada baseada na fórmula  $AB = \text{DNS}^2 * \pi * 4^{-1}$ , sendo o resultado expresso em m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. Os valores de DNS foram distribuídos em classes, sendo considerada uma amplitude de 3.0 cm (RODAL et al., 2013), bem como HT, sendo considerada uma amplitude de 2.0 m.

As amostras de solo foram coletadas em um único ponto, correspondente a área central das parcelas, como forma de padronizar o local da coleta, e retiradas na camada entre 0 - 20 cm do solo. A caracterização física foi baseada em análises de composição granulométrica (areia, silte e argila) e classe textural, de acordo com Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Já os parâmetros químicos analisados foram: matéria orgânica (MO), pH em H<sub>2</sub>O, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> e P. A soma de bases (SB), saturação de bases (V) e capacidade de troca de cátions (CTC) foi analisada de acordo com Embrapa (1999), tais análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Águas da Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Patos, Paraíba.

O efeito da auto-correlação espacial das variáveis foi testado através do índice I de Moran (DINIZ FILHO et al., 2003) através do programa SAM (RANGEL et al., 2006). Para cada classe de distância foi calculado um valor de I e verificada a significância a um nível de probabilidade de 0.05 (LEGENDRE et al., 2002). Os valores do índice

foram estimados para oito classes de distância. Não foi apresentada auto-correlação espacial por qualquer classe de distância e variável, exceto para a densidade em cinco classes de distância ( $p < 0.05$ ), no entanto os índices de Moran (I) foram baixos (0.39; -0.27; 0.12; -0.33; -0.40), nas classes de distância (0.514 - 1.314 km, 46.975 - 93.05 km, 93.05 - 106.508 km, 120.224 - 131.956 km, 131.956 - 143.411 km) o que configura uma correlação fraca. Para a biomassa, da mesma forma, houve uma correlação fraca com I Moran de -0.26 em apenas uma classe de distância (1.314 - 46.975 km).

As comparações entre as áreas com relação às variáveis da vegetação e atributos do solo foram realizadas mediante Análise da Variância (Kruskal-Wallis), não houve transformação dos dados, e o teste de comparações múltiplas - post Hoc - para Kruskal-Wallis foi utilizado para verificar que áreas foram diferentes significativamente entre si. Todos os dados foram estatisticamente analisados através do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características da Vegetação

A densidade média da vegetação foi de  $2.293 \pm 1.269$  indivíduos por hectare. A densidade em APC foi de  $2.240 \pm 1413.58$  ind.ha<sup>-1</sup>, em APO de  $1.590 \pm 965.46$  ind.ha<sup>-1</sup> e da RFT foi de  $3.050 \pm 1034.14$  ind.ha<sup>-1</sup>. A maior densidade do fragmento da RFT pode ser explicada como um reflexo da baixa ação antropogênica no decorrer dos últimos 40 anos (CABRAL et al., 2013), refletindo em um maior estado de conservação do remanescente vegetal, o que corrobora outros estudos realizados no semiárido paraibano (BARBOSA et al., 2007; ANDRADE et al., 2005; CARVALHO et al., 2012), bem como nos estados de Pernambuco (RODAL et al. 2008; MARAGON et al. 2013) e Rio Grande do Norte (FABRICANTE; ANDRADE, 2007).

Houve diferença significativa entre as áreas com relação à densidade e altura (Kruskal-Wallis;  $p < 0.05$ ). O teste post hoc de comparação apresentou diferenças entre a RFT e APO para duas variáveis (Tabela 1). Isso pode ser reflexo do maior tempo de conservação na RFT, contrastando com o nível de perturbação encontrado na APO, na qual o uso do solo é frequente para atividades de pastoreio de bovinos e caprinos, e ainda a retirada de lenha. Mesmo em face de essa última área ser uma unidade de conservação de uso sustentável, ainda persiste a sobreexploração dos recursos vegetais pelos habitantes locais.

**Tabela 1.** Variáveis da estrutura da vegetação coletados em três unidades de conservação do semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá.

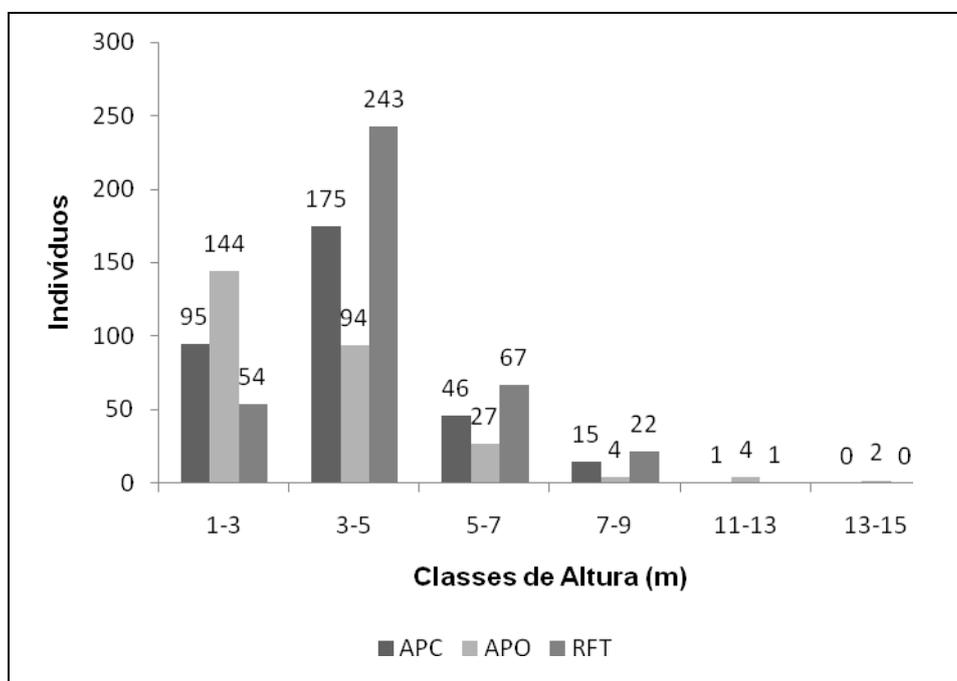
Variáveis	ANOVAS		APC	APO	RFT
	F	p	N=10	N=10	N=10
Altura (m)	8.1896	0.0166	3.19 ± 1.59	3.18 ± 1.57	4.11 ± 0.57
Diâmetro (cm)	0.0542	0.9733 <sup>ns</sup>	5.65 ± 2.36	6.44 ± 2.48	5.70 ± 0.87
Densidade (ind.ha <sup>-1</sup> )	6.4002	0.0407	2240.00 ± 1413.58	1590.00 ± 965.46	3050.00 ± 1034.14
Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0.8548	0.6522 <sup>ns</sup>	0.11 ± 0.06	0.12 ± 0.09	0.13 ± 0.05
Biomassa (Mg.ha <sup>-1</sup> )	1.5379	0.4635 <sup>ns</sup>	17.80 ± 9.96	26.10 ± 26.61	27.20 ± 14.69
Área da copa (m <sup>2</sup> .m <sup>2</sup> )	0.5058	0.7765 <sup>ns</sup>	2.31 ± 1.39	2.56 ± 2.72	2.09 ± 1.06

ns - não significativo.

Nos três locais amostrados houve maior número de indivíduos pertencentes às classes menores de diâmetro e altura (Figuras 2 e 3), sugerindo um predomínio de indivíduos arbustivos. As alturas máximas, mínimas e médias, em metros, na APC foram 9.4, 1.0 e 3.5; na APO 14.0, 1.0 e 3.1 e na RFT 9.5, 1.0 e 4.2. A maior média na RFT é provavelmente reflexo do maior tempo de conservação da área, podendo também ter influência uma quantidade maior de umidade que chega nessa localidade do Estado da Paraíba através das massas de ar equatorial atlântica e equatorial continental (PRADO, 2003). Outros estudos na caatinga em Estados próximos a Paraíba (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003; AMORIM et al., 2005; PEREIRA JÚNIOR et al., 2012; MARAGON et al., 2013) apresentaram uma amplitude entre 1.5 e 1.0 m de altura. Assim, os valores para este atributo estão dentro da variação existente nas fitofisionomias de caatinga. Os valores para o diâmetro máximo, mínimo e médio, em centímetros, na APC foram 23.5, 3.0 e 5.7; na APO 32.8, 3.0 e 6.0 e na RFT 30.9, 3.0 e 5.6. A APO apresentou os maiores valores máximo e médio, em virtude de sete indivíduos de porte muito acima da média, como também, de modo geral, a maioria dos indivíduos dessa área apresentou essa tendência no que se refere ao diâmetro. Nesse estudo, os resultados para este atributo confrontam com os estudos anteriormente

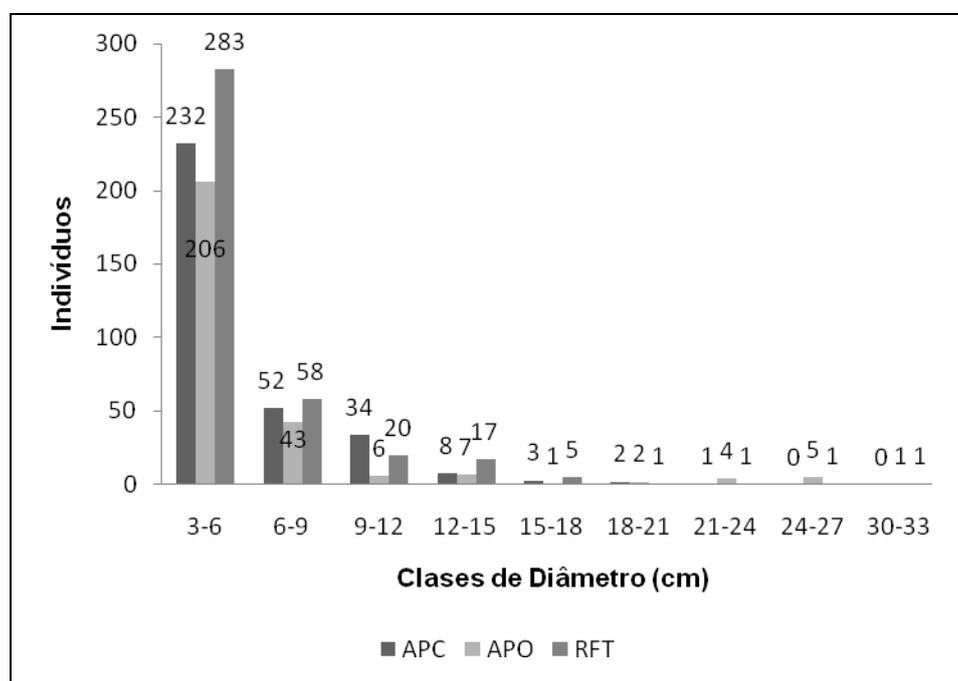
citados (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003; AMORIM et al., 2005; PEREIRA JÚNIOR et al., 2012; MARAGON et al., 2013), que registraram uma variação expressiva no diâmetro dos indivíduos ao nível do solo entre 20.0 e 114.0 cm. Tal fato pode estar associado aos diferentes critérios de inclusão dos indivíduos e as variações interespecíficas existentes entre as fitofisionomias amostradas.

A maior parte dos indivíduos amostrados concentrou-se nas duas primeiras classes de altura e diâmetro (Figuras 2 e 3). Essa alta concentração ocorre comumente em formações que apresentam elevada dominância de espécies de hábito arbustivo, condição já descrita para vegetação caducifolia espinhosa ou em vegetação em estágios iniciais de sucessão ecológica (RODAL, 1992; ARAÚJO FILHO et al., 1995). A primeira classe de DNS representou 73 % da abundância de indivíduos, no total de 30 parcelas avaliadas. Segundo Longhi (1980) essa abundância de indivíduos de diâmetro reduzido garante o processo dinâmico da comunidade vegetal, pois a ausência de indivíduos dominantes permite a partilha de recursos disponíveis no ambiente, fornecendo condições semelhantes para o desenvolvimento das espécies locais. Sugere, portanto, uma comunidade com potencial de regeneração e com muitos indivíduos jovens em relação ao número de indivíduos adultos.



**Figura 2.** Distribuição vertical das árvores e arbustos amostrados por unidade de conservação nos municípios de São João do Cariri, São João do Tigre e Santa

Teresinha, semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá.



**Figura 3.** Distribuição horizontal das árvores e arbustos amostrados por unidade de conservação nos municípios de São João do Cariri, São João do Tigre e Santa Teresinha, semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá.

Não houve diferença significativa entre as áreas com relação à biomassa (Kruskal-Wallis;  $p=0.4635$ ; ns), diâmetro (Kruskal-Wallis;  $p=0.9733$ ; ns), área basal (Kruskal-Wallis;  $p=0.6522$ ; ns) e área da copa (Kruskal-Wallis;  $p=0.7765$ ; ns).

A área basal (AB) da APC foi de  $10.9 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ , da APO  $12.1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  e da RFT  $13.3 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Um pouco abaixo da faixa de  $15.6$  a  $52.4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  referida para vegetação caducifólia espinhosa (SAMPAIO, 1996). Alcoforado-Filho et al. (2003) em região de Agreste em Caruaru, apresentou área basal de  $24.9 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  e Pereira Júnior et al. (2012) verificaram para este atributo um valor de  $28.8 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Valores bem acima do observado no presente estudo. Entretanto, abaixo das médias registradas por Maragon et al. (2013) que em um estudo realizado em área de caatinga hiperxerófila em Pernambuco apresentaram um valor de  $4.5 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ , além de Amorim et al. (2005) em vegetação de Seridó, que observaram um valor de apenas  $6.1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  e Fabricante e Andrade (2007) que observaram  $9.1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  em Santa Luzia, no Seridó da Paraíba. Essa

variação pode estar relacionada aos graus de perturbação das áreas, que reduzem a área basal, isso é evidenciado pelo tempo, entre 20 e 40 anos, que as áreas onde foram realizados os trabalhos com maiores médias para este atributo não são exploradas.

Os valores dos atributos observados no presente estudo estão dentro da variação reportada na literatura, com exceção da área basal. Com relação aos baixos valores observados por Amorim et al. (2005) e Fabricante e Andrade (2007), deve-se considerar que realizaram os estudos em região de Seridó, que de acordo com alguns autores (PRADO, 2003; DUQUE, 1980; AMORIM et al., 2005) constitui um tipo de fisionomia de caatinga distinta das demais quanto à estrutura, a vegetação lenhosa do Seridó é mais aberta, mais baixa e com menor biomassa que as das outras áreas de caatinga.

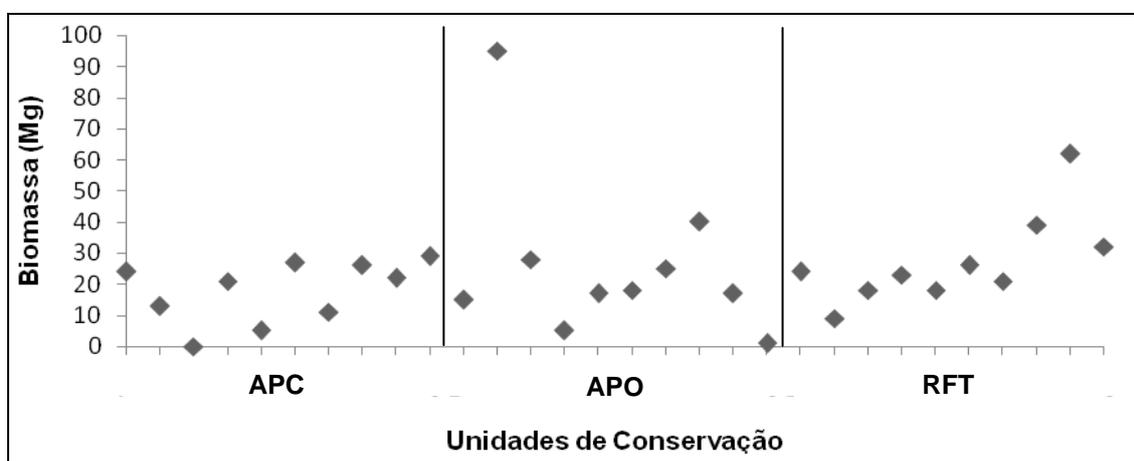
A soma da área de projeção das copas dos indivíduos da RFT foi de  $2.1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ , APO de  $2.5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  e APC de  $2.3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ . Apesar de ser a área que possui os maiores valores das variáveis abordadas, para a área da copa, a RFT obteve o menor valor de AC, uma vez que embora altos, os indivíduos possuem as projeções das copas estreitas com relação às outras áreas estudadas, mas havendo ainda sobreposição das copas individuais, que pode ser resultado de menor competição interespecífica por luz, que de acordo com Sampaio (2003) não é limitante ao crescimento vegetal, nem a causa de maior variabilidade ambiental na área de caatinga.

Dois estudos com medidas de copas, na caatinga: Albuquerque et al. (1982), em Petrolina, PE, que registrou  $3.0 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ , somando as copas de árvores e arbustos, e Amorim et al. (2005) que apresentaram  $0.872 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$  em Serra Negra do Norte, RN. O fato da caatinga de Petrolina ter porte relativamente baixo e apresentar uma cobertura de copas um pouco maior que a registrada no presente estudo corrobora a ideia do pequeno porte da vegetação das áreas estudadas no presente estudo. Na APO que obteve o maior valor de AC pode estar relacionado a alguns poucos indivíduos de porte acima da média em sua maioria, como já discutido para o atributo diâmetro. Já em Serra Negra do Norte, pode-se supor uma ocupação com muitos espaços abertos, recobertos principalmente por herbáceas, com uma aparência que lembra a do cerrado *stricto sensu* (GOODLAND; FERRI, 1979).

Os valores médios da biomassa de árvores para APC foi  $17.8 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , para APO  $26.1 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$  e para RFT  $27.2 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . A variação desses valores é mostrada na Figura 4. Duas parcelas apresentaram os maiores valores de biomassa com  $62.0$  e  $95.0 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$  localizadas, respectivamente, na RFT e APO. Vários estudos foram realizados em áreas de semiárido que quantificam a biomassa vegetal (SAMPAIO; COSTA, 2011,

FREITAS; SAMPAIO, 2008; COSTA et al., 2002; TIESSEN et al., 1998; SILVA, 1998; AMORIM et al., 2005), com ampla variação para este atributo, que pode ser explicada por diferentes portes das fitofisionomias já estudadas.

De acordo com Sampaio e Costa (2011) em áreas mais abertas de pastagens (vegetação quase toda ocupada eventualmente com rebanhos domésticos) no semiárido, as biomassas variam de um a menos de 10 Mg.ha<sup>-1</sup>. Freitas e Sampaio (2008) afirmaram que a biomassa aérea em áreas de caatinga oscila de 30 a 50 Mg.ha<sup>-1</sup>. Entretanto, Silva (1998) reportou uma ampla variação de biomassa em função do porte da vegetação, de 2 a 156 Mg.ha<sup>-1</sup>. Tiessen et al. (1998) explicam que há uma variação de biomassa em torno de 5 a 10 Mg.ha<sup>-1</sup>, em locais abertos, e de 50 a 100 Mg.ha<sup>-1</sup> em formações florestais mais densas. Em região de Seridó, Amorim et al. (2005) no Rio Grande do Norte registraram uma biomassa média de 25 Mg.ha<sup>-1</sup>. Já Costa et al. (2002) na mesma região, porém usando uma metodologia distinta, e em 16 locais com diferentes níveis de degradação, obtiveram valores variando de 2 a 45 Mg.ha<sup>-1</sup>. Diante de todos os dados apresentados, não é possível estabelecer valores padrão para a biomassa nas caatingas, entretanto os resultados obtidos, nesse estudo, corroboram com a variação descrita na literatura.



**Figura 4.** Distribuição da biomassa de árvores e arbustos por hectare por unidade de conservação nos municípios de São João do Cariri, São João do Tigre e Santa Teresinha, semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá.

As formações vegetais das áreas de estudo se encontram em regeneração, devido aos graus de perturbação, com área basal reduzida em razão da ação antrópica e dos

históricos de uso relacionados a essas áreas. Sendo que na RFT não há histórico de uso dos recursos há cerca de 40 anos. Como não foi apresentado o histórico de uso dos locais, os valores não podem ser tomados como representativos para a vegetação natural da região porque provavelmente refletem algum estágio de regeneração após desmatamento total ou parcial, uso do solo por caprinos e bovinos e até mesmo queimadas. Alguns estudos relatam que a vegetação de áreas de caatinga em regeneração possui estrutura diferente da anterior ao desmatamento, mesmo muitos anos após as alterações (PEREIRA et al., 2003).

A abundância de determinada área é influenciada por processos históricos ocorrentes no ambiente, tais processos resultantes de perturbações antrópicas afetam diretamente a estrutura da comunidade (PEREIRA et al., 2003). Entretanto, ainda existem muitas lacunas quanto ao histórico de uso da vegetação em áreas com feições de caatinga, impossibilitando abordagens mais acuradas acerca dos padrões de variação e distribuição de biomassa e outros atributos, que compõem a estrutura das vegetações no semiárido nordestino.

#### Caracterização dos Solos

As classes texturais definidas para a RFT e APO foram: areia franca e franco-arenoso, e para a APC foram: areia franca, franco-arenoso e franco-argilo-arenoso, sendo esta última definida para apenas uma das parcelas localizadas na APC. Nas três áreas houve o predomínio da classe definida como areia franca, pois, a granulometria é um componente inerente do solo que varia em função do material de origem e grau de intemperização, não apresentando grande alteração pelo manejo (MOREIRA, 2013). A classe areia franca também foi predominante em um estudo realizado em uma área de caatinga denominada de carrasco no Planalto de Ibiapada, Ceará (ARAÚJO; MARTINS, 1999). Sobre o embasamento cristalino, geralmente ocorrem solos rasos e com boa fertilidade natural, argilosos e rochosos, classificados como Litossolos, Regossolos e Brunos Não-Cálcicos (JACOMINE et al., 1986; SOUZA et al., 1994) o que corrobora a classificação dos solos das áreas estudadas.

Nas áreas amostradas neste estudo, foi observada a relação silte/argila, segundo as relações demonstradas por Van Wambeke (1962), que afirma que se essa relação é menor que 0.15, o solo é muito intemperizado. A fração silte serve como indicadora do potencial do solo de conter minerais primários facilmente intemperizáveis. Não foi observado neste estudo que a relação silte/argila seja inferior ao valor supracitado em

nenhum dos locais, denotando que os solos são pouco intemperizados. Os solos de regiões semiáridas em geral são pouco intemperizados, ou seja, solos jovens, uma vez que o principal agente intemperizador físico ocorre de modo escasso e irregular, a água (CAVALCANTE et al., 2013; SILVA et al., 2014).

A fração argila que é responsável por alta capacidade de adsorção de água e troca catiônica é variável em áreas de caatinga. No presente estudo observou-se baixas frações desse componente, semelhante a Oliveira et al. (1997) que encontraram valores baixos de argila na bacia sedimentar do Parnaíba no estado do Piauí, Araújo et al. (1998) e Araújo e Martins (1999) que também encontraram valores semelhantes no planalto de Ibiapaba, Ceará. Entretanto, em estudo mais atual, realizado em outros pontos amostrais na bacia sedimentar do Parnaíba Lemos e Rodal (2002) apresentaram frações altas de argila, demonstrando a variabilidade na fração desse componente em solos áridos de remanescentes de caatinga.

A soma de bases (SB) foi superior na APC com  $12.97 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$  e inferior na RFT com  $8.35 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$  ( $F = 6.58$ ;  $p = 0.03734$ ). Os valores de SB indicam que os solos da APC possuem mais cátions disponíveis na solução do solo. Os baixos valores de CTC dos solos propiciaram que uma moderada quantidade de bases trocáveis correspondesse a uma elevada taxa de saturação (V) por bases, que é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo. Os valores médios para APC, APO e RFT foram 89.39 %; 85.34 % e 81.07 %, respectivamente, sendo considerados solos férteis (eutróficos -  $V\% \geq 50\%$ ) (RONQUIM, 2010). Os resultados obtidos para V refletem a concentração das bases trocáveis e foram maiores que os apresentados por Luz et al. (1992) numa região semiárida de Pernambuco.

Verificou-se para soma de bases (SB) e saturação por bases (V) diferença significativa (Tabela 2) entre APC, APO e RFT. No que se refere a SB a APC foi maior com  $12.97 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$  que a RFT que obteve  $8.35 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$  e com relação a V a APC obteve maior valor com 89.39 % e menor em RFT com 81.07 %. Para a capacidade de troca catiônica (CTC) não houve diferença significativa, no entanto, seu valor para APC também foi maior, juntamente com SB e V. Os valores de SB e V sugerem bons índices de fertilidade do solo, o qual em área de caatinga está relacionada ao baixo intemperismo químico e físico devido a aridez prolongada. Entretanto, a cobertura vegetal desempenha importante papel na manutenção da fertilidade do solo (LEITÃO, 1997), o que pode influenciar no equilíbrio do ecossistema, como evidenciado por Silva et al. (2007).

**Tabela 2.** Atributos químicos e granulométricos das amostras de solo superficial (0 – 20 cm de profundidade) coletadas em três unidades de conservação do semiárido da Paraíba, Brasil. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças, RFT: RPPN Fazenda Tamanduá.

Atributos	ANOVAS		APC	APO	RFT
	F	p	N=10	N=10	N=10
pH (H <sub>2</sub> O)	0.16	0.9231 <sup>ns</sup>	0.0000003790 ± 0.0000002410	0.0000004387 ± 0.0000002886	0.0000004065 ± 0.0000002264
P (mg.dm <sup>3</sup> )	14.85	0.0005	33.12 ± 43.00	84.88 ± 80.86	7.27 ± 10.98
Ca <sup>+2</sup> (cmol <sub>C</sub> .dm <sup>-3</sup> )	6.84	0.0327	8.49 ± 3.76	7.55 ± 5.45	5.03 ± 1.45
Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>C</sub> .dm <sup>-3</sup> )	3.89	0.1430 <sup>ns</sup>	2.78 ± 0.65	2.72 ± 1.44	2.16 ± 0.71
K <sup>+</sup> (cmol <sub>C</sub> .dm <sup>-3</sup> )	12.10	0.0023	0.63 ± 0.34	0.85 ± 0.47	0.32 ± 0.10
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>C</sub> .dm <sup>-3</sup> )	4.35	0.1136 <sup>ns</sup>	1.07 ± 0.64	1.32 ± 2.26	0.84 ± 0.07
H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>C</sub> .dm <sup>-3</sup> )	10.16	0.0062 <sup>ns</sup>	1.41 ± 0.28	1.60 ± 0.39	1.87 ± 0.23
Al (cmol <sub>C</sub> .dm <sup>-3</sup> )	6.79	0.0336	0.15 ± 0.05	0.17 ± 0.07	0.23 ± 0.07
CTC (cmol <sub>C</sub> .dm <sup>-3</sup> )	5.60	0.0606 <sup>ns</sup>	14.39 ± 4.70	14.05 ± 8.99	10.21 ± 2.00
SB (cmol <sub>C</sub> .dm <sup>-3</sup> )	6.58	0.0373	12.97 ± 4.65	12.44 ± 9.16	8.35 ± 2.04
MO (g.kg <sup>-1</sup> )	2.45	0.2935 <sup>ns</sup>	31.43 ± 14.31	37.15 ± 16.64	27.42 ± 6.27
V (%)	11.03	0.0040	89.39 ± 3.05	85.34 ± 7.29	81.07 ± 4.59
Areia (g.kg <sup>-1</sup> )	6.77	0.0337	7125 ± 797.37	7523 ± 589.52	8068 ± 685.37
Silte (g.kg <sup>-1</sup> )	15.36	0.0004	1800 ± 411.50	1817 ± 497.30	1053 ± 387.64
Argila (g.kg <sup>-1</sup> )	3.86	0.1449 <sup>ns</sup>	1075 ± 595.19	660 ± 141.42	879 ± 444.53

ns - não significativo.

A concentração de fósforo (P) foi maior na APO com 84.88 mg.dm<sup>3</sup> e menor na RFT com apenas 7.27 mg.dm<sup>3</sup> (F = 14.85; p = 0.000596). Os solos do semiárido nordestino têm sido reconhecidos como naturalmente deficientes em P (SILVEIRA et al., 2006; SAMPAIO et al., 2005). Os valores de P obtidos neste estudo apresentam grande amplitude, variando de 7.27 a 84.88 mg.dm<sup>3</sup>, o que indica que apresentam potencial para fixação de P muito diferentes, esses dados corroboram com os de Corrêa et al. (2011) que realizaram um estudo em Pernambuco e Godinho et al. (1997) na região semiárida do Rio Grande do Norte.

De acordo com Souza (2011) há uma relação estreita entre a presença de vegetação e concentração de P, esse autor verificou a existência dessa relação realizando um estudo comparativo entre áreas com vegetação degradada e conservada

na Paraíba, onde as concentrações de P decaem de acordo com o grau de perturbação do ambiente. Os nossos dados contrastam com o estudo acima citado, pois na RFT há uma maior cobertura vegetal, entretanto, possui a menor concentração de P. Fato que pode ser explicado porque a RFT se encontra em processo de regeneração sem qualquer intervenção há pelo menos 40 anos, o que possibilita a recuperação da vegetação.

A presença de alumínio (Al) apresenta uma estreita ligação com a deficiência de P. Na RFT onde houve a maior concentração de Al com  $0.23 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$  ( $F = 6.79$ ;  $p = 0.03361$ ), a concentração de P foi bem inferior ( $7.27 \text{ mg}.\text{dm}^3$ ) com relação às outras áreas, APC com  $33.12 \text{ mg}.\text{dm}^3$  e APO com  $84.88 \text{ mg}.\text{dm}^3$ . O alumínio faz o fósforo precipitar na forma de fosfatos de alumínio, que por serem insolúveis no solo e nos tecidos da raiz, geram déficit de fósforo na planta (SUTCLIFFE; BAKER, 1989), sendo esta, outra alternativa para o fato da baixa concentração de P na RFT. Esta condição de deficiência deste nutriente se reflete no desenvolvimento da planta e queda da produção de sementes e frutos.

A absorção de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) também é inibida na presença de Al. No entanto, o fato de terem sido obtidos valores altos para a concentração do cálcio nas três áreas, (APC =  $8.49 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$ ; APO =  $7.55 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$ ; RFT =  $5.03 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$ ) pode significar que essa inibição não vem sendo tão efetiva na diminuição de suas funções nas plantas, a exemplo da redução da acidez do solo. A concentração de  $\text{Ca}^{+2}$  ainda foi significativamente superior na APC e inferior na RFT ( $F = 6.84$ ;  $p = 0.03271$ ). Segundo Martins et al. (2010) a concentração de  $\text{Ca}^{+2}$  decresce com o aumento do nível de degradação dos ambientes, podendo inclusive ser utilizado como indicador do nível de conservação/degradação de ambientes. Desse modo, nossos dados são paradoxais, pois a RFT apresenta a menor concentração dentre as três áreas, assim como alternativa para este fato, concordamos com Leprun (1981) e Pereira et al. (2003) sob o ponto de vista de que áreas em regiões semiáridas, uma vez alteradas, não conseguem voltar as suas características originais mesmo depois de muitos anos sem intervenção. No entanto, o fato de a vegetação se manter sem exploração por 40 anos permite seu restabelecimento, além disto, o fato de a RFT ser a área mais conservada pode também estar relacionada a disponibilidade de água, pois segundo dados da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESAs) dentre as três áreas estudadas, na cidade de Santa Teresinha, a qual está inserida a RFT a precipitação é maior.

A concentração de potássio ( $\text{K}^+$ ) foi mais alta na APO com  $0.85 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$  e mais baixa na RFT com  $0.32 \text{ cmol}_C.\text{dm}^{-3}$  ( $F = 12.10$ ;  $p = 0.002355$ ), como já esperado,

pois os maiores teores foram encontrados para os solos que apresentaram capacidade de troca de cátions (CTC) mais elevada. Em solos do semiárido são esperadas maiores concentrações de  $k^+$ , em virtude desses solos, geralmente, se apresentarem menos desenvolvidos (MEDEIROS et al., 2014). Os resultados apresentados nesse estudo parecem indicar que a ocorrência de uma elevada supressão da vegetação nativa influencia de forma substancial os padrões de fertilidade natural das terras, devido a diminuição nos níveis de potássio que constitui uma das principais fontes mineral e orgânica de nutrição dos solos, como mostrados também por Travassos e Souza (2011).

## CONCLUSÃO

A grande amplitude na biomassa, diâmetro, área basal, altura e densidade é um indicativo de que a vegetação encontra-se em diferentes estágios sucessionais devido às perturbações antrópicas, portanto pode atingir maior porte.

A estrutura da vegetação é diferente nas três áreas, no entanto todas possuem um histórico de antropização e a vegetação encontra-se em processo de recuperação. A RFT está em um estágio seral mais avançado em relação às demais unidades de conservação, enquanto a APC permanece sob maior interferência antrópica.

Como a recorrência de ações antrópicas parece afetar as áreas estudadas, sugere-se que estudos complementares sejam realizados no intuito de identificar as principais ações humanas que podem estar influenciando em diferentes graus a estrutura vegetacional local, a fim de aplicar estratégias e práticas conservacionistas adequadas, buscando mitigar e restaurar os impactos já ocorridos, contribuindo para um uso sustentável pelas populações locais.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

ALBUQUERQUE, S. G.; SOARES, J. G. G.; ARAÚJO FILHO, J. A. Densidade de espécies arbustivas em vegetação de caatinga. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA. (Pesquisa em andamento, 16). 1982.

ALBUQUERQUE, U. P. et al. Caatinga revisited: ecology and conservation of an important seasonal dry forest. **The Scientific World Journal**, 2012 (205182), p. 1-18, 2012.

ALCOFORADO-FILHO, F. G. et al. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação Caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botânica Brasílica**, v, 17, n. 2, p. 287-303, 2003.

ALMEIDA JÚNIOR, E. B. et al. Caracterização da vegetação de restinga da RPPN de Maracaípe, PE, Brasil, com base na fisionomia, flora, nutrientes do solo e lençol freático. **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n.1, p. 36-48, 2009.

ALVES, J. J. A. Caatinga do Cariri paraibano. **Gonomos**, v. 17, n. 1, p. 19-25, 2009.

AMORIM, I. et al. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005.

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**, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

ANDRADE-LIMA, D. The Caatinga Dominion. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, p. 149-153, 1981.

ARAÚJO FILHO, J. A. et al. Pastagens no semi-árido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 63-75.

ARAÚJO, F. S. et al. Repartição da flora lenhosa do domínio do bioma Caatinga. In: ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. (Ed.). **Análise das variações da biodiversidade do bioma com apoio de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas para suporte de estratégias regionais de conservação**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2005. p. 16-35.

ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará. **Acta Botanica Brasilica**, v. 13, n. 1, p. 1-14, 1999.

ARAÚJO, F. S. et al. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente - CE. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 1, p. 85-95, 1998.

AVILA, A. L. et al. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência florestal**, v. 21, n. 2, p. 251-260, 2011.

BARBOSA, M. R. V. et al. Vegetação e Flora no Cariri Paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 313-322, 2007.

BRASIL. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Sudene, 1972.

CABRAL, G. A. L. et al. Estrutura Espacial e Biomassa da Parte Aérea em Diferentes Estádios Sucessionais de Caatinga, em Santa Terezinha, Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 3, p. 566-574, 2013.

CARVALHO, E. C. D. et al. Ecological succession in two remnants of the Caatinga in the semi-arid tropics of Brazil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 13-19, 2012.

CAVALCANTE, J. S. J. et al. Atributos físicos e químicos de solos em processo de sodificação no município de São Vicente-RN. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 9, n. 4, p. 93-101, 2013.

CORRÊA, R. M. et al. Adsorção de fósforo em dez solos do Estado de Pernambuco e suas relações com parâmetros físicos e químicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 153 - 159, 2011.

COSTA, T. C. C. et al. Phytomass mapping of the "Seridó caatinga" vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation indices. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 707-715, 2002.

DINIZ-FILHO, J. A. F. et al. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. **Global Ecology and Biogeography**, v. 12, n. 1, p. 53-64, 2003.

DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas**. 5. ed. Coleção Mossoroense. v. CXLII. CNPq, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412 p.

FABRICANTE, J. R.; ANDRADE, L. A. Análise estrutural de um remanescente de Caatinga no Seridó paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 341-349, 2007.

FERREIRA, F. M.; FORZZA, R. C. Florística e caracterização da vegetação da Toca dos Urubus, Minas Gerais, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 4, p. 131-148, 2009.

FREITAS, A. D. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. Fixação biológica do N<sub>2</sub> em leguminosas arbóreas da Paraíba e de Pernambuco. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. (ed.). **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Recife: Editora UFPE, 2008. p. 27-46.

GODINHO, V. P. C. et al. Adsorção de fosfatos em três solos da região semiárida do Rio Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 8, p. 819-823, 1997.

GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

GUEDES, R.S; ZANELLA, F. C. V.; COSTA JUNIOR, J. E. V.; SANTANA, G. M.; SILVA, J. A. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um

trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista caatinga**, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012.

JACOMINE, P. K. T. et al. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí; (escala 1:1.000.000)**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SUDENE-DRN. (Boletim de Pesquisa, 36; Série Recursos de Solos, 18), 1986.

KOTTEK, M. et al. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, p. 259-263, 2006.

LEGENDRE, P. et al. The Consequences of Spatial Structure for the Design and Analysis of Ecological Field Surveys. **Ecography**, v. 25, p. 601–15, 2002.

LEITÃO, M. R. S. M. M. Fixação biológica do nitrogênio por espécies arbóreas. In: VARGAS, M. A. T; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 524 p.

LEMOS, J. R.; RODAL, M. J. N. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 1, p. 23-42, 2002.

LEPRUN, J. C. **A erosão, a conservação e o manejo do solo no Nordeste brasileiro: balanço, diagnóstico e novas linhas de pesquisa**. Recife: SUDENE, 1981.

LIMA, J. A. S. et al. Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 109-116, 2003

LONGHI, S. J. 1980. **A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O.Ktze, no sul do Brasil**. 1980. 198f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) -Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LUZ, L. R. Q. P. et al. Pedogênese em uma topossequência do semi-árido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, p. 95-102, 1992.

MARAGON, G. P. et al. Estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de Caatinga. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 83-92, 2013.

MARTINS, C. M. et al. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n. 6, 2010.

MEDEIROS, J. D. et al. Formas de potássio em solos representativos do Estado da Paraíba. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 417-426, 2014.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In NOVAIS R. F. et al. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 65-90.

MOREIRA, M. M. **Estoque de carbono e nitrogênio em áreas de vegetação nativa e antropizada no município de Irecê**. 2013. 52 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas: Área de Concentração em Manejo e Qualidade de Agroecossistemas) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Cruz das Almas, Bahia, 2013.

MORO, M. F. et al. Vascular plants of the caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**, v. 160, n. 1, p. 1 - 118, 2014.

NASCIMENTO, S. S.; ALVES, J. J. A. Um Alerta Ambiental do Grau da Desertificação no Estado da Paraíba. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA: Tradições e Perspectivas, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008a.

NASCIMENTO, S. S.; ALVES J. J. A. Ecoclimatologia do Cariri Paraibano. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 2, n. 3, p. 28-41, 2008b.

NIMER, E. Climatologia da Região Nordeste do Brasil: Introdução à climatologia dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, p. 3–51, 1972.

NOBRE, C. Mudanças climáticas e desertificação: os desafios para o Estado brasileiro. In: LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIM, A. M. P. (ed.). **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: ISNA/PB, 2011. p. 25-36.

OLIVEIRA, M. E. A. et al. Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí. **Naturalia**, v. 22, p. 131-150, 1997.

PEREIRA JUNIOR, L. R. et al. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de Caatinga em Monteiro, PB. **Holos**, v. 6, p. 73-87, 2012.

PEREIRA, I. M. et al. Use-history effects on structure and flora of Caatinga. **Biotropica**, v. 35, n. 2, p. 154-165, 2003.

PESSOA, M. F. et al. Estudo da cobertura vegetal em ambientes da caatinga com diferentes formas de manejo no assentamento Moacir Lucena, Apodi - RN. **Revista Caatinga**, v.21, n.3, p.40- 48, 2008.

PINHEIRO, K.; ALVES, M. Espécies arbóreas de uma área de Caatinga no sertão de Pernambuco, Brasil: dados preliminares. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 426-428, 2007.

PORPORATO, A.; RODRIGUEZ-ITURBE, I. Ecohydrology - A challenging multidisciplinary research perspective. **Hydrological Sciences Journal**, v. 47, p. 811–822, 2002.

PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R., TABARELLI, M., SILVA, J. M. C. (ed.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 3-73.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2013. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 mai. 2014.

RAMALHO, C. I. et al. Flora arbóreo-arbustiva em áreas de Caatinga no semi-árido baiano, Brasil. **Revista Caatinga**, v.22, n.3, p.182-190, 2009.

RANGEL, T. F. L. V. B. et al. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. **Global Ecology and Biogeography**, v. 15, p. 321-327, 2006.

RIGATTO, P. A. et al. Influência dos atributos do solo sobre a produtividade do Pinus taeda. **Revista Árvore**, v. 29, n. 5, p. 701-709, 2005.

RODAL, M. J. N. et al. Estrutura da Vegetação Caducifólia Espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Hoehnea**, v. 35, n. 2, p. 209-217, 2008.

RODAL, M. J. N. et al. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico – ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2013. 24 p.

RODAL, M. J. N. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco**. 1992. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

RODAL, M. J. N., BARBOSA, M. R. V.; THOMAS, W. W. Do the seasonal forests in northeastern Brazil represent a single floristic unit? **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 467–475, 2008.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8), 2010. 26 p.

SAMPAIO, E. V. S. B.; COSTA, T. L. Estoques e Fluxos de Carbono no Semi-Árido Nordeste: Estimativas Preliminares. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1275-1291, 2011.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, G. C. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 937-945, 2005.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fitossociologia. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S. J.; BARBOSA, M. R. V. (ed). **Pesquisa botânica nordestina: progressos e perspectivas**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco, 1996. p. 203-230.

SAMPAIO, E. V. S. B. Caracterização da caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas. In: SALES, V. C. (ed.). **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003. p. 129-142.

SANTOS, R. M. S. et al. Estrutura e florística de um remanescente florestal na fazenda Ribeirão, município de Juvenília, MG, Brasil. **Revista Caatinga**, v.21, n.4, p.154-162, 2008.

SCHAEFFER, C. E. G. R. et al. Relações solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: fatores edáficos e florística. In: MARTINS, S. V. (ed). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2012. 2 ed, p. 252-293.

SILVA, J. M. C. et al. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004.

SILVA, R. C. et al. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um chernossolo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 101-107, 2007.

SILVA, F. C. et al. **Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. EMBRAPA – CNPS, 1998.

SILVA, G. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. **Revista Árvore**, v. 329, n. 3, p. 567-575, 2008.

SILVA, M. L. N. et al. Topossequência de Neossolos na zona rural de Florânia, Rio Grande de Norte. **Agropecuária científica no semiárido** v. 10, n. 1, p. 22 - 32, 2014.

SILVA, S. O. et al. Regeneração natural em um remanescente de caatinga com diferentes históricos de uso no agreste pernambucano. **Revista Árvore**, v.36, n.3, p.441-450, 2012.

SILVEIRA, M. M. L.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, E. V. S. B. Distribuição de fósforo em diferentes ordens de solo do semi-árido da Paraíba e de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.281-291, 2006.

SOUZA, B. I. Uso da vegetação e dos solos em áreas susceptíveis à Desertificação na Paraíba/Brasil. **Revista GEOgraphia**, p. 77-105, 2011.

SOUZA, J. A. N.; RODAL, M. J. N. Levantamento florístico em trecho de vegetação ripária de caatinga no Rio Pajeú, Floresta / Pernambuco - Brasil. **Revista Caatinga**, v.23, n.4, p. 54-62, 2010.

SOUZA, M. J. N. et al. Redimensionamento da região semi-árida do Nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Fundação Esquel do Brasil, 1994. p. 1-25.

SUTCLIFFE, J. F.; BAKER, D. A. **As plantas e os sais minerais**. São Paulo: EPU, 1989. 80 p.

TIESSEN, H. et al. Carbon sequestration and turnover in semiarid savannas and dry forests. **Climatic Change**, v. 40, p. 105-117, 1998.

TRAVASSOS, I. S; SOUZA, B. I. Solos e Desertificação no Sertão paraibano. **Cadernos do Logepa**, v. 6, n. 2, p. 101-114, 2011.

VAN WAMBEKE, A. R. Criteria for classifying soils by age. **Journal of Soil Science**, v. 1, p. 124-132, 1962.

VIEIRA, G. et al. Teores de carbono em espécies vegetais da Caatinga e do Cerrado. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, v. 7, p. 145-155, 2009.

## 6. CAPÍTULO 2

Manuscrito a ser encaminhado para publicação na revista *Biota Neotropica*

### **DETERMINANTS OF PLANT BIOMASS IN SEMIARID REGION FATORES DETERMINANTES DA BIOMASSA AÉREA EM REGIÃO SEMIÁRIDA**

Mayara Guimarães Beltrão<sup>13</sup> & Cleber Ibraim Salimon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, UEPB, Rua das Baraúnas, 351, 58.429-600, Campus Universitário I, Campina Grande, PB, Brasil (<http://www.uepb.edu.br>)

<sup>2</sup>Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, UEPB, Rua Horácio Trajano, s/n, 58070-450, Cristo Redentor, João Pessoa, PB, Brasil (<http://www.uepb.edu.br>)

<sup>3</sup>Corresponding author: Mayara Guimarães Beltrão, e-mail: [mayarabeltrao@gmail.com](mailto:mayarabeltrao@gmail.com)

**Abstract:** Although soils and climate are usually the main drivers of aboveground live biomass (ALB) in tropical ecosystems, in semiarid Brazil this relationship is not always clear due to the strong human impact. This study aims to relate data from plant community structure, relief and altitude, soil texture and fertility, and human impact on ALB, to determine which are the main drivers of ALB. We delimited 30 10 x 10 m plots in three conservation units in the State of Paraíba, where we sampled data of vegetation structure and soils. Relief and altitude were sampled from Google Earth. To test the relationship among variables, we used linear regressions. Our results show that tree height, crown cover and relief, together explain 61% of ALB. Contrary to our expectations, no soil variable was significantly correlated with ALB. Such results indicate that these areas are not at their maximum biomass, due to frequent and reoccurring human perturbation.

**Keywords:** savanna, crown cover, relief, anthropogenic impact.

**Resumo:** Embora o clima e solo sejam comumente os principais determinantes da biomassa aérea em ecossistemas tropicais, no semiárido brasileiro, esta relação não é observada devido ao forte impacto das ações antrópicas. Esse estudo objetivou

relacionar dados de estrutura da comunidade, inclinação do terreno e altitude, granulometria e fertilidade do solo e estimativa de antropização com a biomassa aérea viva e definir quais fatores ambientais são determinantes da biomassa aérea. Para isso, foram delimitadas 30 parcelas de 100 m<sup>2</sup> cada, distribuídas em três unidades de conservação localizadas na região semiárida da Paraíba. Para testar as relações entre a variável resposta e as variáveis explicativas foram utilizadas regressões lineares. Os resultados indicam que as variáveis: altura, área da copa e inclinação, juntas, explicam 61 % da variação da biomassa aérea em regiões semiáridas. Ao contrário do esperado, nenhum atributo do solo explicou significativamente a biomassa. Tal resultado é um forte indicativo de que estas áreas não atingiram seu porte máximo, por serem frequentemente perturbadas por ações antrópicas.

**Palavras-chave:** savana, área da copa, inclinação do terreno, grau de antropização.

## **Introdução**

A biomassa vegetal é o resultado da diferença entre a produção e consumo, a mortalidade, recrutamento e herbivoria. Variações na biomassa florestal são decorrentes de sucessão ecológica, atividades antrópicas diretas, características do solo, distúrbios naturais, alterações no clima e poluentes atmosféricos. Assim, a biomassa é uma ferramenta útil para monitorar as alterações na floresta e comparar com outros atributos dos ecossistemas florestais através de uma ampla gama de condições ambientais, além de ser uma variável chave para a compreensão do papel das florestas no ciclo global do carbono (Brown et al. 1999, Malhi e Grace, 2000), nas estimativas de produtividade florestal e para a gestão sustentável das florestas (Brandeis et al. 2006, Cole e Ewel 2006).

Vários estudos demonstram a existente relação entre o solo e a biomassa vegetal. No sul da Etiópia em um estudo realizado em área de savanna, o fogo proporcionou melhores condições do solo no que se refere a sua fertilidade, alguns exemplos foram o pH do solo que explicou 80% da biomassa vegetal da área, K<sup>+</sup>, Ca e Mg<sup>2+</sup> que explicaram 80, 86 e 81 %, respectivamente. (Angassa et al. 2012). Na Espanha em região de clima semiárido a quantidade de matéria orgânica do solo explicou 74 % da variação da biomassa vegetal, equivalente a umidade do solo que explicou 78 % (Pugnaire et al. 2004).

Relações existentes entre a biomassa, teor de nutrientes do solo, serrapilheira e ciclagem de nutrientes foram relatadas de forma semelhante em estudos realizados para vários tipos de vegetação em diferentes regimes climáticos (Arunachalam et al. 1998, Rapp et al. 1999, Santa Regina 2000, Turner et al. 2000, Santa Regina & Tarazona 2001, Xu et al. 2008).

Florestas tropicais secas têm um período de estiagem que dura cerca de seis meses, estabelecidos em um ou dois períodos, e chuvas anuais entre 400 a 1700 mm, com uma elevada sazonalidade climática (Gerhardt & Hyttborn 1992, Bullock 1986, Murphy & Lugo 1986). Representam mais de 40 % das florestas tropicais do mundo, abrangendo grandes áreas da África, Austrália, América Central e América do Sul, Índia e Sudeste da Ásia (Murphy & Lugo 1986). Apesar desse número, poucos estudos têm sido realizados para estimar a sua biomassa (Urquiza-Haas et al. 2007). As florestas tropicais secas têm sido muito exploradas e perturbadas por atividades antrópicas, conversão de áreas florestais em áreas de agricultura, pecuária entre outras atividades, que têm sido maior em florestas tropicais secas do que em qualquer outro tipo de floresta tropical (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Murphy & Lugo 1986, Janzen 1988).

A baixa e má distribuição da precipitação em ecossistemas de florestas secas gera condições abióticas que formam um grande grupo heterogêneo de comunidades vegetais habitantes de climas quentes (Aw) (Bullock 1986, Murphy & Lugo 1986). Diversos estudos mostram que a biomassa vegetal é afetada por diversas condições bióticas e abióticas como idade do povoamento, composição de espécies, topografia, heterogeneidade ambiental, perturbação antrópica, temperatura, precipitação, disponibilidade de nutrientes, umidade do solo, variabilidade genética e os desbastes (Goodale et al. 2002, Knapp & Smith 2001, Malhi et al. 2004, Hui & Jackson 2006, Raich et al. 2006, Keeling & Phillips 2007). Assim, a relação entre a produtividade e biomassa vegetal pode refletir a adaptação da vegetação às condições ambientais e podem ter implicações significativas na ciclagem global do carbono, mudanças climáticas e manejo florestal (Whittaker & Likens 1973, Niklas et al. 2003, Keeling & Phillips 2007, Aragão et al. 2009, Cheng et al. 2009).

No Brasil, a savana estépica é denominada de caatinga (Ibge 2012), no entanto, alguns trabalhos a denominam como florestas secas (Tabarelli & Silva 2003, Albuquerque et al. 2005, Santos et al. 2010, ). A caatinga se refere à região semiárida que ocupa a maior parte do Nordeste do país, com mais de 800.000 km<sup>2</sup> originalmente cobertos por uma vegetação arbustivo-arbórea que é usada para a produção de lenha e

agricultura, resultando num mosaico de vegetação em diferentes estágios de regeneração (Sampaio 1996). A maioria das informações registradas em estudos da vegetação da caatinga se aplica apenas a um número pequeno de locais, tornando difícil a formulação de generalizações sobre a dinâmica da vegetação desta região, devido à falta de replicação, o que é comum para outros tipos de vegetação no mundo (Albuquerque et al. 2012). Áreas de caatinga maduras preservadas são pequenas e em número reduzido e áreas em regeneração são dominadas por poucas espécies (Sampaio & Silva 2005). Nesta região, incluem-se também áreas em processo de desertificação, a que têm sido dada alta prioridade para a preservação e/ou restauração (Sánchez-Azofeifa et al. 2005).

Estudos de avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre a estabilidade dos ecossistemas predominantes no Brasil (Oyama & Nobre 2003) indicam que a caatinga está entre os mais vulneráveis ecossistemas num cenário de aumento das temperaturas globais, o que coloca a região Nordeste do Brasil em estado especial de alerta (Nobre 2011). Mudanças substanciais relacionadas aos padrões de precipitação e disponibilidade de umidade afetarão, sem dúvida, ecossistemas em regiões áridas e semiáridas, onde a produtividade é regulada pela disponibilidade de água (Weltzin et al. 2003).

Embora existam determinantes da biomassa aérea, esta relação entre solo e clima com a biomassa pode não ser observada devido a supressão da sucessão, ou seja, antropização recorrente. Portanto, sabendo da possibilidade de alterações climáticas a médio e longo prazo, o objetivo desse estudo é relacionar dados de estrutura da comunidade, inclinação e altitude do terreno, granulometria e fertilidade do solo e estimativa de antropização com a biomassa aérea e definir quais fatores ambientais são determinantes da biomassa aérea das comunidades vegetais do semiárido do Estado da Paraíba.

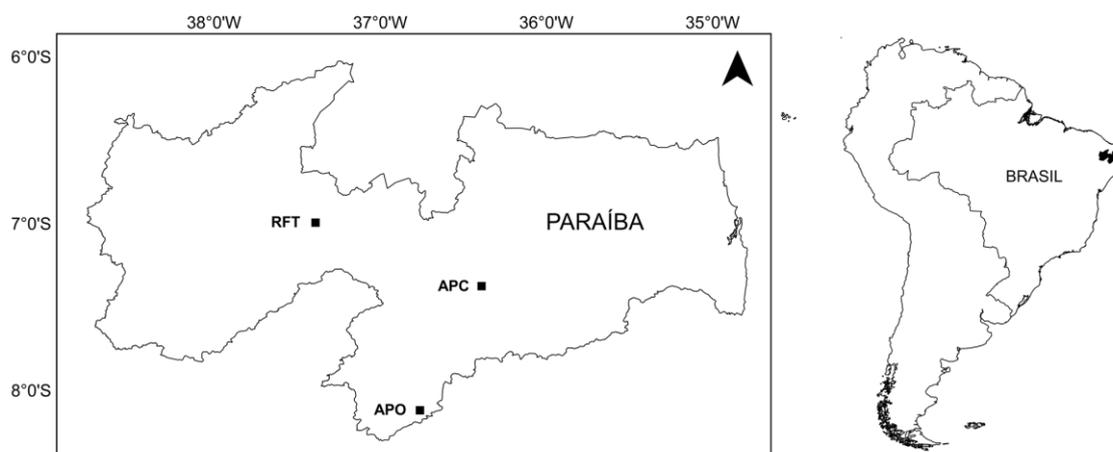
## **Material e Métodos**

### **Áreas de Estudo**

O estudo foi realizado em três localidades do estado da Paraíba: (1) APA (Área de Proteção Ambiental) do Cariri (7°23'30"S e 36°31'59"W), onde a temperatura varia entre 23.1 °C a 27.2 °C, com precipitação média anual de 400 mm. A vegetação local é predominantemente caatinga arbustiva e encontra-se bastante alterada em virtude de

usos diversos ao longo dos anos, incluindo a retirada de lenha e caprinocultura (BARBOSA et al., 2007); (2) APA das Onças (08°4'53" S e 36°50'41" W) no Planalto da Borborema, possui uma área de 36.000 ha e apresenta diferentes fitofisionomias, caatinga hiperxerófila, com trechos de Floresta caducifólia, fragmentos com alta porcentagem de cobertura vegetal arbórea do solo, como também com pequena cobertura vegetal do tipo arbustiva espaçada; possui precipitação média anual de 431.8 mm, temperatura média anual de 28 °C e a pecuária semiextensiva é predominante (SOUZA, 2011); (3) RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) Fazenda Tamanduá (07°2'20" S e 37°26'43" W), o fragmento possui aproximadamente 20 ha, que vem sendo mantido com sua cobertura vegetal nativa há pelo menos 40 anos, sendo usada anteriormente para atividades pecuárias (CABRAL et al., 2013). A vegetação apresenta fisionomia arbóreo aberta com presença de clareiras (GUEDES et al., 2012), possui temperatura média anual de 32.8 °C e chuvas anuais médias de 800 mm, concentradas em um curto período de dois a quatro meses (SILVA et al., 2012).

De acordo com Brasil (1972) o solo predominante na APA do Cariri (APC) é Bruno Não Cálxico. Na APA das Onças (APO) os solos são: Bruno Não Cálxico, Litólicos Eutróficos e Regossolo Distrófico. E na região da RPPN (RFT) são Bruno Não Cálxico e Litólicos Eutróficos. O clima de APC é Semiárido (BSh), de APO é Savana Equatorial com verão seco (As) e da RFT é Savana Equatorial com inverno seco (Aw), segundo a classificação de Köppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006).



**Figura 2.** Localização da Paraíba com destaque para as três Unidades de Conservação. APC: APA do Cariri, APO: APA das Onças e RFT: RPPN Fazenda Tamanduá.

Amostragem e análise de dados

A coleta de dados ocorreu ao longo de 2013. Nessa amostragem foram delimitadas em cada unidade de conservação, obedecendo a distância mínima de 250 m, 10 parcelas de 100 m<sup>2</sup> selecionadas aleatoriamente, sobrepondo uma grade de 100 pontos nas imagens do Google Earth Pro (licença: 8-0668000001302) de cada localidade. Dentro das parcelas, foram selecionados todos os indivíduos vivos, inclusive as cactáceas, com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) maior ou igual a 3.0 cm e altura total (HT) maior ou igual a 1.0 m, critério de inclusão bem estabelecido para estudos nas caatingas (Rodal et al. 2013). Foram medidos o DNS e HT dos indivíduos, com paquímetro e vara graduada, respectivamente. Para cada indivíduo, foi estimada a biomassa aérea utilizando duas equações alométricas desenvolvidas por Sampaio & Silva (2005) com base no diâmetro do caule:

$$C. \textit{jamacaru} \text{ (para todas as cactáceas): } 0.0268 * \text{DNS}^{2.3440}$$

$$\text{Todos os indivíduos, exceto cactáceas: } 0.0644 * \text{DNS}^{2.3948}$$

Para indivíduos com bifurcações, cada bifurcação com  $\text{DNS} \geq 3.0$  cm teve sua biomassa estimada separadamente. Foram medidas as áreas das copas (AC) através da fórmula  $AC = C1 * C2 * \pi$ , onde: C1 = maior medida longitudinal e C2 = maior medida transversal, e área basal foi calculada pela fórmula  $AB = \text{DNS}^2 * \pi * 4^{-1}$ .

A estimativa de antropização (vias de acesso) foi realizada para cada parcela através da extensão (km) das trilhas e estradas por ser um correlato da antropização, as vias de acesso foram visualizadas através das imagens do Google Earth Pro onde foram delineados círculos de 500 m de raio a partir de um ponto central estabelecido em cada parcela, em seguida, foi determinado o comprimento de cada via de acesso dentro de cada parcela e somadas ao final.

Os dados das variáveis topográficas, inclinação e altitude também foram obtidos através do Google Earth, onde para a inclinação foram traçadas oito linhas de 300 m unidas pelo vértice no ponto central de cada parcela, em seguida foi selecionada a linha com o valor de maior inclinação. Para altitude, os dados foram obtidos através do Modelo Digital de Elevação (DEM), utilizando o sensor SSTRM, também visualizado pelo Google Earth Pro.

As amostras de solo foram coletadas em um único ponto, correspondente a área central das parcelas, como forma de padronizar o local da coleta, e retiradas na camada entre 0 - 20 cm do solo. A caracterização física foi baseada em análises de composição granulométrica (areia, silte e argila) e classe textural, de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Já os parâmetros químicos analisados foram:

matéria orgânica (MO), pH em H<sub>2</sub>O, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> e P. A soma de bases (SB), saturação de bases (V) e capacidade de troca de cátions (CTC) foram analisadas de acordo com Embrapa (1998). Todas essas análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Águas da Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Patos, Paraíba.

Há variáveis tidas como determinantes da biomassa vegetal como a idade de pousio, precipitação e umidade do solo (Brienza-Júnior 1999, Becknell et al. 2012, Ursino 2007), mas que não foram medidas para cada parcela por dificuldades de logística e equipamentos e portanto, não foram utilizadas nas regressões.

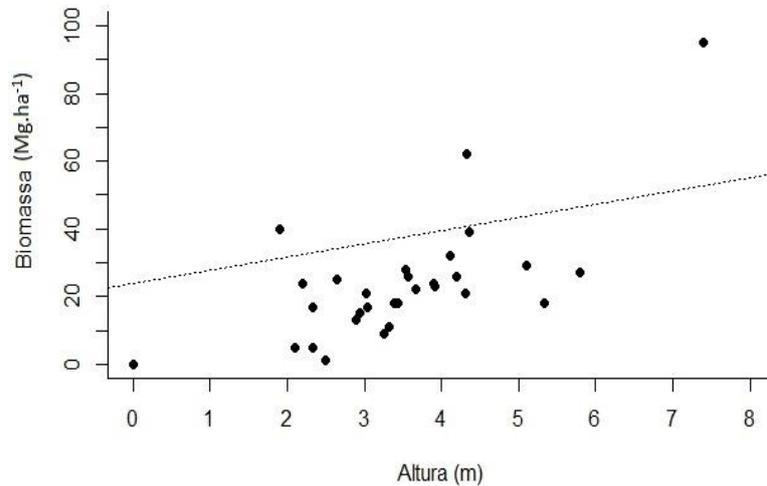
A auto-correlação espacial das variáveis foi testada através do índice I de Moran (DINIZ FILHO et al., 2003) através do programa SAM (RANGEL et al., 2006). Para cada classe de distância foi calculado um valor de I e verificada a significância a um nível de probabilidade de 0.05 (LEGENDRE, 2002). Os valores do índice foram estimados para oito classes de distância. Não foi apresentada auto-correlação espacial por qualquer classe de distância e variável, exceto para a densidade em cinco classes de distância ( $p < 0.05$ ), no entanto os índices de Moran (I) foram baixos (0.39; -0.27; 0.12; -0.33; -0.40), nas classes de distância (0.514 - 1.314 km, 46.975 - 93.05 km, 93.05 - 106.508 km, 120.224 - 131.956 km, 131.956 - 143.411 km) o que configura uma correlação fraca. Para a biomassa, da mesma forma, houve uma correlação fraca com I Moran de -0.26 em apenas uma classe de distância (1.314 - 46.975 km).

Para testar as relações entre a variável resposta (biomassa) e as variáveis explicativas (vias de acesso, densidade, altura, áreas das copas, altitude, inclinação, MO, pH em H<sub>2</sub>O, P, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>, CTC, V, SB, areia, silte e argila) foram utilizadas regressões lineares univariadas. Em seguida, uma regressão linear multivariada foi realizada, utilizando as variáveis que obtiveram uma relação significativa com a biomassa na regressão linear univariada, para verificar os efeitos destas na biomassa (variável dependente). Foi assumido o nível de significância de 5% para todas as análises. Essas análises foram realizadas através do programa estatístico R (R Development Core Team 2013).

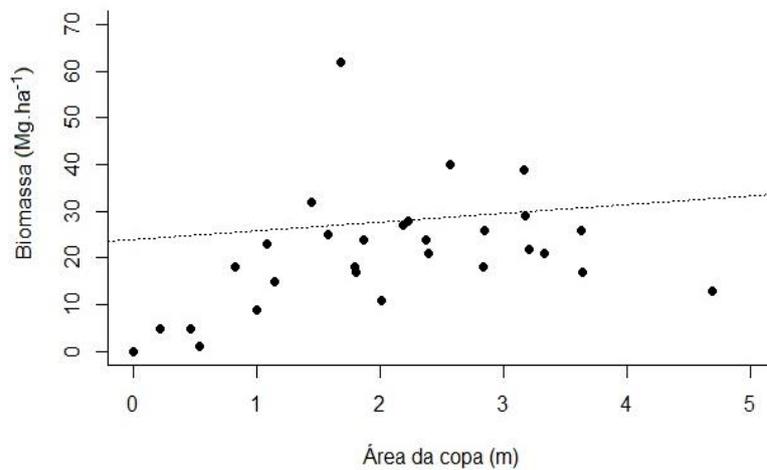
## Resultados

A equação da reta de ajuste das regressões lineares univariadas para os dados analisados foram todas positivas, para a variável altura foi  $y = - 8.114 + 9.107 * x$  ( $p = 4.8$

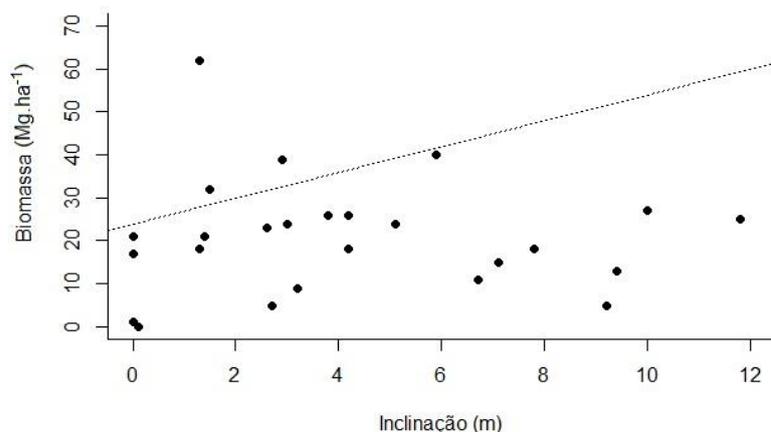
$\times 10^{-05}$ ;  $r^2= 0.4574$ ) (Figura 2), área da copa foi  $y = 6.510 + 7.408*x$  ( $p= 4.33 \times 10^{-06}$ ;  $r^2= 0.5355$ ) (Figura 3) e inclinação foi  $y = 17.044 + 0.8156*x$  ( $p= 0.01$ ;  $r^2= 0.1939$ ) (Figura 4). Contudo, a maioria das variáveis explicativas não apresentaram relações significativas (Tabela 1).



**Figura 3.** Diagrama de dispersão entre biomassa e altura dos indivíduos, amostrados no semiárido da Paraíba.



**Figura 4.** Diagrama de dispersão entre biomassa e área da copa dos indivíduos, amostrados no semiárido da Paraíba.



**Figura 4.** Diagrama de dispersão entre biomassa e inclinação da área, amostrados no semiárido da Paraíba.

**Tabela 1.** Coeficientes e equação da reta das regressões lineares univariadas com a variável resposta biomassa.

Variáveis	p	r <sup>2</sup>	Equação da reta
Área da copa	4.33 x 10 <sup>-06</sup>	0.5355	y = 6.510 + 7.408*x
Altura	4.8 x 10 <sup>-05</sup>	0.4574	y = - 8.114 + 9.107*x
Inclinação	0.01	0.1939	y = 17.044 + 0.8156*x
MO	0.06	0.1227	y = 8.72 + 0.4747*x
H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup>	0.07	0.1122	y = - 4.806 + 17.59*x
P	0.18	0.0630	y = 20.56 + 0.0753*x
K <sup>+</sup>	0.20	0.0565	y = 17.18 + 10.90*x
Al <sup>+3</sup>	0.28	0.0413	y = 13.92 + 53.29*x
pH (H2O)	0.30	0.0377	y = 111.51 - 13.59*x
Densidade	0.38	0.0269	y = 18.26 + 0.0023*x
Areia	0.40	0.0251	y = - 4.55 + 0.0373*x
Argila	0.43	0.0222	y = 28.93 - 0.600*x
Na <sup>+</sup>	0.44	0.0209	y = 25.86 - 2.003*x
Ca <sup>2+</sup>	0.45	0.0200	y = 28.11 - 0.6340*x
V	0.50	0.0160	y = 55.24 - 0.3707*x
Vias de acesso	0.56	0.0119	y = 26.67 - 0.0001*x
SB	0.59	0.0101	y = 26.99 - 29.54*x
Silte	0.60	0.0097	y = 28.77 - 0.0326*x
CTC	0.66	0.0068	y = 26.87 - 24.86*x
Altitude	0.77	0.0020	y = 20.90 + 0.0058*x
Mg <sup>2+</sup>	0.80	0.0021	y = 21.60 + 0.8316*x

A regressão linear multivariada entre a variável resposta biomassa e variáveis explicativas altura, área da copa e inclinação apresentou relação significativa ( $p= 1.65 \times 10^{-05}$ ,  $r^2= 0.6093$ ) (Tabela 2), ratificando os efeitos dessas variáveis sobre a biomassa, inclusive quando analisadas juntas. Sendo que a inclinação foi a variável que menos contribuiu na correlação.

**Tabela 2.** Coeficientes da regressão lineares multivariadas com a variável resposta biomassa.

Variáveis	Coefficiente	Erro padrão	t	p
Altura	4.76484	2.16736	2.198	0.03702
Área da copa	5.15490	1.76109	2.927	0.00702
Inclinação	-0.01119	0.27771	-0.040	0.96818

## Discussão

Os resultados indicam que a altura, área da copa e inclinação, juntas, explicam a variação da biomassa aérea viva das áreas estudadas. Entretanto, embora tenha sido gerado um modelo com 61 % de explicação ( $r^2$ ) as variáveis que o compõe possuem ligação com a variável dependente (biomassa), com exceção da inclinação.

Apesar de terem sido analisados vários atributos relacionados ao solo, altitude e vias de acesso como fator de antropização, que segundo vários estudos (Van der Waal et al. 2009, Ahrestani et al. 2011, Wiegand et al. 2006, Higgins et al. 2000, Griscom & Ashton 2011, Urquiza-Haas & Peres 2007) são aspectos relacionados com a biomassa no semiárido, nenhum destes apresentou relação com a biomassa neste estudo. Presume-se que aspectos como precipitação, idade das áreas e umidade do solo para os quais não foi possível obter dados, podem explicar parte da variação da biomassa, já que estes fatores, também são tidos como determinantes da biomassa (Kitajima & Fenner 2000, Becknell et al. 2012, Malhi et al. 2006, Menezes & Sampaio 2000, Brown & Lugo 1990, Pregitzer & Euskirchen 2004, Ursino 2007, Sala et al. 1988, Knapp & Smith 2001, Weltzin et al. 2003, Brown & Lugo 1982, Singh & Kushwaha 2005).

No presente estudo a inclinação atuou como uma variável explicativa para a determinação da variação da biomassa aérea no semiárido. Segundo Bispo et al. (2010) a inclinação corresponde ao ângulo de declive da superfície local, possui ação direta sobre o equilíbrio entre a infiltração de água no solo e escoamento superficial, além de controlar a intensidade dos fluxos de matéria e insolação, e mostra esse fator como uma variável geomorfométrica relacionada à caracterização dos tipos de vegetação da caatinga. De forma semelhante, Fernandes et al. (2008) em um estudo acerca de aspectos físico-químicos do solo afirmam que a inclinação do terreno é fator que atua negativamente no desenvolvimento da biomassa, devido a pedregosidade abundante, pequena capacidade de retenção de água, baixa fertilidade dos solos e seca prolongada. Apesar de se esperar uma menor biomassa em áreas com grande inclinação do terreno, já que há um maior escoamento de nutrientes e infiltração da água, no presente estudo isto não foi observado por sobreposição de fatores, como o difícil acesso da população a

estas áreas para exploração como a retirada de lenha ou desmatamento, o que permitiu a estas áreas que o processo de regeneração se dê por mais tempo.

As variáveis altura e área da copa atuaram como determinantes da variação da biomassa aérea, fato corroborado com estudos que mostram que áreas conservadas possuem maiores valores de altura e área da copa comparada a áreas degradadas (Alcoforado-Filho et al. 2003, Amorim et al. 2005, Pereira Júnior et al. 2012, Maragon et al. 2013, Fabricante e Andrade 2007). Em virtude de o crescimento das plantas estarem relacionado a fatores climáticos e fertilidade do solo, o estado de conservação das áreas tem implicações no desenvolvimento de biomassa (Souza 2011), além disso, muitos caracteres morfológicos e de desenvolvimento de diferentes partes de um indivíduo, variam dependendo da arquitetura específica, do microambiente e do grau de restrição ecológica onde este iniciou seu crescimento (Nishimura & Suzuki 2001, Wright & Westoby 2001).

Outra abordagem a respeito da altura e área da copa está ligada a determinação das variáveis e combinação de algumas delas no modelo obtido nesse estudo e está relacionada a estimativas de biomassa com a utilização de variáveis morfométricas em equações alométricas, por meio dos modelos de regressão. Nesse estudo a forte correlação entre a altura e área da copa com a biomassa sugere que tais variáveis sejam boas preditoras para as estimativas de biomassa nas análises de regressão. No entanto, segundo Shackleton & Scholes (2011) qualquer série de variáveis morfométricas geralmente produz resultados altamente significativos. Sendo que, a variável independente mais comumente usada a partir de uma variedade de tipos de vegetação é o diâmetro do caule (Dayton 1978, Hofstad 2005, Dias et al. 2006, Salis et al. 2006). Entretanto, a inclusão da altura dos indivíduos, por vezes, permite maior significância da relação na regressão (Chidumayo 1988, Brown et al. 1989). Diâmetro, área ou volume da copa também têm sido utilizados como uma variável preditiva por alguns autores (Kelly & Walker 1977, Deshmukh 1992). Isso explica a relevância da combinação altura e área da copa no modelo gerado pelo presente estudo, no que se refere à obtenção dessas medidas em campo. Além disso, há certa dificuldade em medir diâmetros do caule ao nível do solo (DNS), medida mais utilizada em estudos, uma vez que a maioria das árvores é muito ramificada, e também é demandado um grande esforço para realizar essa medida nas cactáceas. Vale a pena ressaltar que essa aplicabilidade é direcionada a ecossistemas de semiárido onde é viável, do ponto de

vista metodológico, pois são medidas que podem ser obtidas facilmente em virtude das dimensões dos indivíduos.

De acordo com alguns autores o fator antropização é forte influenciador na determinação da biomassa vegetal (Kambatuku et al. 2011, Ward & Esler 2011), o que contrasta com a não significância da variável vias de acesso, analisada nesse estudo. Seria esperada uma forte relação, principalmente, em virtude dos impactos antrópicos constantes e históricos que as áreas estudadas possuem. Como evidenciado por Shackleton & Scholes (2011) que explicam que a marcada experiência das regiões semiáridas em todo o mundo pelos impactos das atividades humanas, em especial o desmatamento e atividades de mudança do uso da terra, reduz ou eliminam a biomassa das árvores e arbustos. Entretanto, a forma como o impacto antrópico foi representada no presente estudo pode não corresponder fielmente às perturbações que atingem as áreas e isso pode ter causado ruído nas análises. Uma vez que, além do acesso a vegetação por parte da população, outros fatores que atingem fortemente regiões semiáridas como as queimadas e pecuária não pôde ser medido, assim há grande possibilidade de a estimativa de antropização deste estudo estar subamostrada. O que também corrobora com Chave et al (2001) que afirmam que os fatores de perturbação têm sido reconhecidos como sendo os mais importantes determinantes da variabilidade espacial da biomassa em pequenas escalas espaciais e Cardoso et al (2000) que explicam que em regiões semiáridas um dos fatores que mais afetam são as queimadas, atuando na diminuição da vegetação e quantidade de biomassa.

A disponibilidade de nutrientes responsáveis pela fertilização do solo nesse estudo também não explicou a variação da biomassa. Apesar de alguns trabalhos demonstrarem essa relação, principalmente dos nutrientes comumente citados como determinantes do incremento de biomassa a exemplos do fósforo e nitrogênio (Flanagan & Adkinson 2011). Uma possível explicação é que apesar do solo do semiárido ser rico em nutrientes, a escassez da precipitação impede que esses nutrientes sejam utilizados pela vegetação (Prado 2003), além disso, o efeito das ações antropogênicas nas áreas pode levar a baixas concentrações de vários elementos no solo, a exemplo do fósforo (Souza 2011).

A variação de fatores ambientais pode também complicar tentativas de generalizações sobre biomassa aérea em escala regional ou paisagem (Van Langevelde et al. 2011), porque esses fatores podem modificar-se de acordo com as peculiaridades dos ecossistemas estudados, sua localização geográfica e sua variabilidade ao longo do

tempo. No presente estudo a determinação da biomassa aponta para a inclinação do terreno, altura e área da copa dos indivíduos, entretanto, em ecossistemas de Savanas a biomassa parece ser determinada mais por umidade do que por nitrogênio (Mitchell et al. (1999), Wilson et al. 1999).

Tendo em vista que quantificar estoque de biomassa vegetal é importante para a concepção de políticas locais e construção de estimativas de carbono globais e regionais, e que isso requer a compreensão dos fatores que controlam o potencial de biomassa em uma área e das taxas esperadas de acúmulo de carbono de áreas em recuperação, há uma necessidade de melhorar o entendimento de como os fatores antrópicos e ambientais afetam a biomassa aérea por meio de seus impactos (Urquiza-Hass & Peres 2007). Uma vez que muitos estudos abordam acerca de quais fatores atuam na determinação da biomassa aérea em áreas em regeneração no semiárido, no entanto, há uma escassez de trabalhos relacionados à atuação dos fatores tidos como determinantes da distribuição e variação da biomassa.

Em conclusão, apesar da altura, área da copa e inclinação serem significativos para determinação da biomassa aérea, e outros fatores do solo não forem significativos, embora normalmente determinam a biomassa aérea. Esse resultado pode estar associado ao alto grau de perturbação antrópica das áreas, que pode não ter permitido a visualização dos fatores normalmente tidos como determinantes. Além disso, as vegetações não estão em clímax, portanto, ainda podem atingir um estado de maturidade, o que é um indício de que estas áreas de proteção podem atuar como sumidouros de carbono, por ainda não terem atingido seu estado máximo de acúmulo de biomassa.

## Referências

AHRESTANI, F.S., HEITKÖNIG, I.M.A., VAN LANGEVELDE, F., VAIDYANATHAN, S., MADHUSUDAND, M.D. & PRINS, H.H.T. 2011. Moisture and nutrients determine the distribution and richness of India's large herbivore species assemblage. *Basic Appl. Ecol.* 12: 634-642.

ALBUQUERQUE, U.P., ARAUJO, E.L., DEIR A.C.A., LIMA, A.L.A., SOUTO, A., BEZERRA, B.M., FERRAZ, E.M.N., FREIRE, E.M.X., SAMPAIO, E.V.S.B., LASCASAS, F.M.G., MOURA, G.J.B., PEREIRA, G.A., MELO, J.G., RAMOS, M.A.,

RODAL, M.J.N., SCHIEL, N., LYRA-NEVES, R.M., ALVES, R.R.N., AZEVEDO-JÚNIOR, S.M., TELINO JÚNIOR, W.R. & SEVERI, W. 2012. Caatinga Revisited: ecology and conservation of an important seasonal Dry Forest. *TheScientificWorldJ.* 2012:1–18.

ALBUQUERQUE, U.P. 2005. *Etnobiologia e Biodiversidade*. NUPEEA/Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, Recife.

ALCOFORADO-FILHO, F.G., SAMPAIO, E.V.S.B. & RODAL, M.J.N. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação Caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Bot. Bras.* 17(2):287-303.

AMORIM, I., SAMPAIO, E.V.S.B. & ARAÚJO, E.L. 2005. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19(3):615-623.

ANGASSA, A., SHELEME, B., OBA, G., TREYDTE, A.C., LINSTÄDTER, A. & SAUERBORN, J. 2012 Savanna land use and its effect on soil characteristics in southern Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 81: J. Arid Environ. 67-76.

ARAGÃO, L.E.O.C., MALHI, Y., METCALFE, D.B., SILVA-ESPEJO, J.E., JIMENEZ, E. & NAVARRETE, D. 2009. Above- and below-ground net primary productivity across ten Amazonian forests on contrasting soils. *Biogeosciences* 6:2441-2488.

ARUNACHALAM, A., ARUNACHALAM, K., PANDEY, H.N. & TRIPATHI, R.S., 1998. Fine litterfall and nutrient dynamics during forest regrowth in the humid subtropics of north-eastern India. *Forest Ecol. Manag.* 110(1-3):209–219.

BARBOSA, M.R.V., LIMA, I.B., LIMA, J.R., CUNHA, J.P., AGRA, M.F. & THOMAS, W.W. 2007. Vegetação e Flora no Cariri Paraibano. *Oecol. Bras.* 11(3):313-322.

BECKNELL, J.M., KUCEK, L.K. & POWERS, J.S. 2012. Aboveground biomass in mature and secondary seasonally dry tropical forests: A literature review and global synthesis. *Forest Ecol. Manag.* 276:88-95.

BISPO, P.C., VALERIADO, M.M. & KUPLICH, T.M. 2010. Relação da vegetação de caatinga com a condição geomorfométrica local. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* 14(5):523-530.

BRANDEIS, T.J., DELANEY, M., PARRESOL, B.R. & ROYER, L. 2006. Development of equations for predicting Puerto Rican tropical dry forest biomass and volume. *Forest Ecol. Manag.* 233:133-142.

BRASIL. 1972. Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. Ministério da Agricultura/Sudene, Rio de Janeiro.

BRIENZA JÚNIOR, S. 1999. Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in the Eastern Amazon of Brazil. Tese de doutorado, Gottingen University, Gottingen.

BROWN, S. & LUGO, A.E. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica* 14:161-187.

BROWN, S., GILLESPIE, A.J. & LUGO, A.E. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Sci.* 35:881-902.

BROWN, S. & LUGO, A. 1990. Effects of forest clearing and succession on the carbon and nitrogen content of soils in Puerto Rico and US Virgin Islands. *Plant Soil.* 53-64.

BROWN, S.L., P. SCHROEDER & KERN. J.S. 1999. Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. *Forest Ecol. Manag.* 123:81-90.

BULLOCK, S.H. 1986. Clima de Chamela, Jalisco, e as tendências na região litoral sul do México. *Arch. Meteor. Geophys. B.* 36:297-316.

CABRAL, G.A.L., SAMPAIO, E.V.S.B., ALMEIDA-CORTEZ, J.S. 2013. Estrutura Espacial e Biomassa da Parte Aérea em Diferentes Estádios Sucessionais de Caatinga, em Santa Terezinha, Paraíba. R. Bras. Geogr. Fís. 6(3):566-574.

CARDOSO, E.L.; CRISPIM, S.M.A.; RODRIGUES, C.A.G. & BARONI JÚNIOR, W. 2000. Biomassa aérea e produção primária do estrato herbáceo em campo de *Elyonurus muticus* submetido à queima anual, no Pantanal. Pesqui. Agropecu. Brás. 35(8):1501-1507.

CHAVE, J., RIERA, B. & DUBOIS, M.A. 2001. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. J. Trop. Ecol. 17:79–96.

CHENG, D., WANG, G. & ZHONG, Q. 2009. Age-related relationship between annual productivity and body size of trees, testing the metabolic theory. Pol. J. Ecol. 57:441-449.

CHIDUMAYO, E.N. 1988. Estimating fuelwood production and yield in regrowth dry miombo woodland in Zambia. Forest Ecol. Manag. 24:59-66.

COLE, T.G. & EWEL, J.J. 2006. Allometric equations for four valuable tropical tree species. Forest Ecol. Manag. 229:351-360.

DAYTON, B.F. 1978. Standing crops of dominant *Combretum* species at three browsing levels in the Kruger National Park. Koedoe 21:67-76.

DESHMUKH, I. 1992. Estimation of wood biomass in the Jubba Valley, southern Somalia, and its application to East African rangelands. Afr. J. Ecol. 30:127-136.

DIAS, A.T.C., DE MATTOS, E.A., VIEIRA, S.A., AZEREDO, J.V. & SACARANO, F.R. 2006. Aboveground biomass stocks of native woodland on a Brazilian sandy coastal plain: estimates based on the dominant tree species. Forest Ecol. Manage. 226:364–367.

DINIZ-FILHO, J.A.F., BINI, L.M. & HAWKINS, B.A. 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecol. Biogeogr.* 12(1):53-64.

FABRICANTE, J.R. & ANDRADE, L.A. 2007. Análise estrutural de um remanescente de Caatinga no Seridó paraibano. *Oecol Bras.* 11(3):341-349.

FERNANDES, L.A., LOPES, P.S.N., D'ANGELO, S., DAYRELL, C.A. & SAMPAIO, R.A. 2008. Relação entre o conhecimento local, atributos químicos e físicos do solo e uso das terras. *Rev. Bras. Cienc. Solo* 32:1355-1365.

FLANAGAN, L.B. & ADKINSON, A.C. 2011. Interacting controls on productivity in a northern Great Plains grassland and implications for response to ENSO events. *Glob. Change Biol.* 17:3293-3311.

GERHARDT, K. & HYTTEBORN, H. 1992. A dinâmica natural e métodos de regeneração em florestas tropicais secas-uma introdução. *J. Veg. Sci.* 3:361-364.

GOODALE, C.L., APPS, M.J., BIRDSEY, R.A., FIELD, C.B., HEATH, L.S., HOUGHTON, R.A., JENKINS, J.C., KOHLMAIER, G.H., KURZ, W., LIU, S.R., NABUURS, G.J., NILSSON, S. & SHVIDENKO, A.Z. 2002. Forest carbon sinks in the Northern Hemisphere. *Ecol. Appl.* 12:891-899.

GRISCOM, H.P. & ASHTON, M.S. 2011. Restoration of dry tropical forests in Central America: a review of pattern and process. *Forest Ecol. Manage.* 261:1564-1579.

GUEDES, R.S., ZANELLA, F.C.V., COSTA JUNIOR, J.E.V., SANTANA, G.M. & SILVA, J.A. 2012. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. *Revista caatinga* 25(2):99-108.

HIGGINS, S.I., BOND, W.J. & TROLLOPE, W.S.W. 2000. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass-tree coexistence in savanna. *J. Ecol.* 88:213-229.

HUI, D. & JACKSON, R.B. 2006. Geographical and interannual variability in biomass partitioning in grassland ecosystems: a synthesis of field data. *New Phytol.* 169:85-93.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2012. 2. Ed. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro.

JANZEN, D.H. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. In *Biodiversity* (E.O. Wilson, ed.). National Academy Press, Washington.

KAMBATUKU, J.R., CRAMER, M. D. & WARD, D. 2011. Savanna tree-grass competition is modified by substrate type and herbivory. *J. Veg. Sci.* 22:225-237.

KEELING, H.C. & PHILLIPS, O.L. 2007. The global relationship between forest productivity and biomass. *Global Ecol. Biogeogr.* 16:618-631.

KELLY, R.D. & WALKER, B.H. 1977. The effects of different forms of land use on the ecology of a semi-arid region in south-eastern Rhodesia. *J. Ecol.* 64:553-576.

KITAJIMA, K. & FENNER, M. 2000. Ecology of seedling regeneration. In *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities* (M. Fenner, ed.). Cabi Publishing, Wallingford, p. 331-359.

KNAPP, A.K. & SMITH, M.D. 2001. Variation among biomes in temporal dynamics of aboveground primary production. *Science* 291:481-484.

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B. & RUBE, F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.* 15:259-263.

LEGENDRE, P., DALE, M.R.T., FORTIN, M.J., GUREVITCH, J., HOHN, M. & MYERS, D. 2002. The Consequences of Spatial Structure for the Design and Analysis of Ecological Field Surveys. *Ecography* 25:601-15.

MALHI, Y. & GRACE, J. 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends Ecol. Evol.* 15:332-337.

MALHI, Y., BAKER, T.R., PHILLIPS, O.L., ALMEIDA, S., ALVAREZ, E., ARROYO, L., CHAVE, J., CZIMCZIK, C.I., DI FIORE, A., HIGUCHI, N., KILLEEN, T.J., LAURANCE, S.G., LAURANCE, W.F., LEWIS, S.L., MONTOYA, L.M.M., MONTEAGUDO, A., NEILL, D.A., VARGAS, P.N., PATINO, S., PITMANS, N.C.A., QUESADA, C.A., SALOMAOS, R., SILVA, J.N.M., LEZAMA, A.T., MARTINEZ, R.V., TERBORGH, J., VINCETI, B. & LLOYD, J. 2004. The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. *Glob. Change Biol.* 10:1-29.

MALHI, Y., WOOD, D., BAKER, T., WRIGHT, J., PHILLIPS, O., COCHRANE, T., MEIR, P., CHAVE, J., ALMEIDA, S., ARROYO, L., HIGUCHI, N., KILLEEN, T., LAURANCE, S., LAURANCE, W., LEWIS, S., MONTEAGUDO, A., NEILL, D., VARGAS, P., PITMAN, N., QUESADA, C., SALOMAO, R., SILVA, J., LEZAMA, A., TERBORGH, J., MARTINEZ, R. & BARBARA, V. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Glob. Change Biol.* 12:1107-1138.

MARAGON, G. P., FERREIRA, R.L.C., SILVA, J.A.A., LIRA, D.F.S., SILVA, E.A. & LOUREIRO, G.H. 2013. Estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de Caatinga. *Floresta* 43(1):83-92.

MENEZES, R.S.C. & SAMPAIO, E.V.S.B. 2000. Agricultura sustentável no semi-árido nordestino. In *Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido* (T.S. Oliveira, R.N. Assis Júnior, R.E. Romero & J.R.C. Silva, Eds). Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.21-45.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. *Ecosystems and human well-being*. World Resources Institute, Washington.

MITCHELL, R.J., KIRKMAN, L.K., PECOT, S.D., WILSON, C.A., PALIK, B.J. & BORING, L.R. 1999. Patterns and controls of ecosystem function in longleaf pine-wiregrass savannas. I. Aboveground net primary productivity. *Can. J. Forest Res.* 29:743-751.

MURPHY, P.G. & LUGO, A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 17:67–88.

NISHIMURA, T.B. & SUZUKI, E. 2001. Allometric differentiation among tropical tree seedlings in heath and peatswamp forest. *J. Trop. Ecol.* 17:667-681.

NOBRE, C. 2011. Mudanças climáticas e desertificação: os desafios para o Estado brasileiro. In *Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro* (R.C.C. Lima, A.M.B. Cavalcante & A.M.P. Marim, eds). ISNA/PB, Campina Grande, p.25-36.

OYAMA, M.D. & NOBRE, C.A. 2003. A new climate-vegetation equilibrium state for Tropical South America. *Geophys. Res. Lett.* 30:21-99.

PEREIRA JUNIOR, L.R., ANDRADE, A.P. & ARAÚJO, K.D. 2012. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de Caatinga em Monteiro, PB. *Holos* 6:73-87.

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

PREGITZER, K.S. & EUSKIRCHEN, E.S. 2004. Carbon cycling and storage in world forests: biome patterns related to forest age. *Glob. Change Biol.* 10:2052-2077.

PUGNAIRE, F, C. ARMAS & F. VALLADARES. 2004. Soil as a mediator in plant-plant interactions in a semi-arid community. *J Veg Sci.* 15:85-92.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. <http://www.R-project.org> (último acesso em 10/05/2014).

RAICH, J.W., RUSSELL, A.E., KITAYAMA, K., PARTON, W.J. & VITOUSEK, P.M. 2006. Temperature influences carbon accumulation in moist tropical forests. *Ecology* 87:76–87.

RANGEL, T. F. L.V.B. DINIZ-FILHO, J.A.F & BINI, L.M. 2006. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. *Global Ecol. Biogeogr.* 15:321-327.

RAPP, M., SANTA REGINA, I., RICO, M. & GALLEGO, H.A. 1999. Biomass, nutrient content, litterfall and nutrient return to the soil in Mediterranean oak forests. *Forest Ecol.Manage.* 119(1-3):39-49.

RODAL, M.J.N., SAMPAIO, E.V.S.B & FIGUEIREDO, M.A. 2013. Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico – ecossistema caatinga. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília.

SALA, O.E., PARTON, W.J., JOYCE, L.A. & LAUENROTH, W.K. 1988. Primary production of the central grassland region of the United States. *Ecology* 69(1):40-45.

SALIS, S.M., ASSIS, M.A., MATTOS, P.P. & PIÃO, A.C.S. 2006. Estimating aboveground biomass and wood volume of a savanna woodland in Brazil's Pantanal wetlands based on allometric correlations. *Forest Ecol. Manage.* 228:61-68.

SAMPAIO, E.V.S.B. 1996. Fitossociologia. In Pesquisa botânica nordestina: progressos e perspectivas (E.V.S.B. Sampaio, S.J. Mayo & M.R.V. Barbosa, eds). Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco, Recife, p.203-230.

SAMPAIO, E.V.S.B. & SILVA, G.C. 2005. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. *Acta Bot. Bras.* 19(4):937-945.

SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G.A., QUESADA, M., RODRÍGUEZ, J.P., NASSAR, J.M., STONER, K.E., CASTILLO, A., GARVIN, T., ZENT, E.L., CALVO-ALVARADO, J.C., KALACSKA, M.E.R., FAJARDO, L., GAMON, J.A. & CUEVAS-REYES, P. 2005. Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica* 37:477-485.

SANTA REGINA, I. 2000. Biomass estimation and nutrient pools in four quercus pyrenaica in sierra de gata mountains, Salamanca, Spain. *Forest Ecol. Manage.* 132(2-3):127-141.

SANTA REGINA, I. & TARAZONA, T. 2001. Organic matter and nitrogen dynamics in a mature forest of common beech in the Sierra de la Demanda, Spain. *Ann. Forest Sci.* 58:301-314.

SANTOS, M.V.F., LIRA, M., DUBEUX JUNIOR, J.C.B., GUIM, A., MELLO, A.C.L. & CUNHA, M.V. 2010. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. *Rev. Bras. Zootecn.* 39:204-215.

SHACKLETON, C.M. & SCHOLES, R.J. 2011. Above ground woody community attributes, biomass and carbon stocks along a rainfall gradient in the savannas of the central lowveld, South Africa. *S. Afr. J. Bot.* 77:184–192.

SILVA, F.C., EIRA, P.A., BARRETO, W.O., PÉREZ, D.V. & SILVA, C.A. 1988. Manual de métodos de análises químicas para a avaliação da fertilidade do solo. EMBRAPA-CNPS, Rio de Janeiro.

SILVA, S. O., FERREIRA, R.L.C., SILVA, J.A.A., LIRA, M.A., ALVES JUNIOR, F.T., CANO, M.O.O. & TORRES, J.E.L. 2012. Regeneração natural em um remanescente de caatinga com diferentes históricos de uso no agreste pernambucano. *Revista Árvore* 36(3):441-450.

SINGH, K. & KUSHWAHA, C. 2005. Emerging paradigms of tree phenology in dry tropics. *Curr. Sci. India* 89:964-975.

SOUZA, B.I. 2011. Uso da vegetação e dos solos em áreas susceptíveis à Desertificação na Paraíba/Brasil. *Revista Geographia* 77-105.

TABARELLI, T. & SILVA, J.M.C. 2003. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga. In *Ecologia e conservação da caatinga* (I. R. Leal, M. Tabarelli, J.M.C. Silva & M.L.B. Barros, eds). Editora Universitária da UFPE, Recife.

TURNER, D.P., ACKER, S.A., MEANS, J.E. & GARMAN, S.L. 2000. Assessing alternative allometric algorithms for estimating leaf area of Douglas-fir trees and stands. *Forest Ecol. Manage.* 126(1):61-76.

URQUIZA-HAAS, T, DOLMAN, P.M. & PERES, C.A. 2007. Regional scale variation in forest structure and biomass in the Yucatan Peninsula, Mexico: Effects of forest disturbance. *Forest Ecol. Manage.* 247:80-90.

URSINO, N. 2007. Modeling banded vegetation patterns in semiarid regions: interdependence between biomass growth rate and relevant hydrological processes. *Water Resour. Res.* 43:W04412.

VAN DER WAAL, C., DE KROON, H., DE BOER, F., HEITKÖNIG, I.M.A., SKIDMORE, A.K., DE KNEGT, H.J., VAN LANGEVELDE, F., VAN WIEREN, S.E., GRANT, R.C., PAGE, B.R., SLOTOW, R., KOHI, E.M., MWAKIWA, E. & PRINS, H.H.T. 2009. Water and nutrients alter herbaceous competitive effects on tree seedlings in a semi-arid savanna. *J. Ecol.* 97:430-439.

VAN LANGEVELDE, F., TOMLINSON, K.W., BARBOSA, E.R.M., BIE, S. DE, PRINS, H.H.T. & HIGGINS, S.I. 2011. Understanding tree-grass coexistence and impacts of disturbances and resource variability in savannas. In *Ecosystem function in savannas* (M. Hill & N. Hanan, eds). CRC Press, Boca Raton.

WARD, D. & ESLER, K.J. 2011. What are the effects of substrate and grass removal on recruitment of *Acacia mellifera* seedlings in a semi-arid environment? *Plant Ecol.* 212:245-250.

WELTZIN, J.F., LOIK, M.E., SCHWINNING, S., WILLIAMS, D.G., FAY, P., HADDAD, B., HARTE, J., HUXMAN, T.E., KNAPP, A.K., LIN, G., POCKMAN, W.T., SHAW, M.R., SMALL, E., SMITH, M.D., SMITH, S.D., TISSUE, D.T. & ZAK, J.C. 2003. Assessing the response of terrestrial ecosystems to potential changes in precipitation. *Bioscience* 53:941-952

WHITTAKER, R.H. & LIKENS, G.E. 1973. Primary production: the biosphere and man. *Human Ecology* 1:357-369.

WIEGAND, K., SALTZ, D. & WARD, D. 2006. A patch dynamics approach to savanna dynamics and bush encroachment – Insights from an arid savanna. *Perspect. Plant Ecol.* 7:229-242.

WILSON, C.A., MITCHELL, R.J., HENDRICKS, J.J. & BORING, L.R. 1999. Patterns and controls of ecosystem function in longleaf pine-wiregrass savannas. II. Nitrogen dynamics. *Can. J. Forest Res.* 29:752-760.

WRIGHT, I.J. & WEBSTOBY, M. 2001. Understanding seedling growth relationships through specific leaf area and leaf nitrogen concentration: generalisations across growth forms and growth irradiance. *Oecologia* 127:21-29.

XU, X., MA, K., FU, B., SONG, C. & LIU, W. 2008. Relationships between vegetation and soil and topography in a dry warm river valley, SW China. *Catena* 75(2):138-145.

## 7. CONCLUSÃO GERAL

As vegetações possuem ampla variação nas características estruturais como biomassa, diâmetro, área basal, altura e densidade, o que indica que se encontram em diferentes estágios sucessionais em virtude das perturbações antrópicas, estão em processo de regeneração e conseqüentemente podem atingir maior porte.

Tendo em vista o supracitado, embora fosse esperado que outras variáveis fossem determinantes da biomassa localmente, apenas altura, área da copa e inclinação foram significativamente correlacionadas com a biomassa. Sendo que o alto grau de perturbação antrópica das áreas pode não ter permitido a visualização dos fatores normalmente tidos como determinantes, além disso, por ainda possuírem capacidade de acúmulo de biomassa, as vegetações das áreas de proteção podem atuar como sumidouros de carbono.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H.C.; CABALLERO, J. Structure and floristics of homegardens in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 62, p. 491-506, 2005.

AMORIM, I. et al. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005.

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**, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

BROWN, S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer**. Rome: FAO, 1997.

CORRÊA, R. M. et al. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semi árido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n.02, 2009.

FULBRIGHT, T. E. Disturbance effects on species richness of herbaceous plants in a semi-arid habitat. **Journal of Arid Environments**, v. 58, p. 119-133, 2004.

HIGUCHI, N. 2001. **A Inserção do Amazonas no contexto da convenção do clima e Protocolo de Quioto**. Apontamentos Didáticos.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapas de biomas e vegetação**. Disponível em:< [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 10 mai. 2014.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change 2007**. Disponível em : < <http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 10 mai. 2014.

JENSEN, J. R. **Remote Sensing of the Environment: an Earth Resource Perspective**. 2. ed. New Jersey: Prentise Hall, 2000.

- KOSMAS, C.; DANALATOS, N. G.; GERONTIDIS, S. T. The effect of land parameters on vegetation performance and degree of erosion under Mediterranean conditions. **Catena**, v.40, p. 3-17, 2000.
- KUNTSCHIK, G. **Estimativa de biomassa vegetal lenhosa em cerrado por meio de sensoriamento óptico e de radar**. 2004. 154 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- MILES, L. et al. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 491–505, 2006.
- MORGENTHAL, T. L. et al. Vegetation and habitat types of the Umkhanyakude Node. **South African Journal of Botany**, v. 72, p. 1-10, 2006.
- PAN, Y. et al. The Structure, Distribution, and Biomass of the World's Forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. v. 44, n. 16, p. 1–16.30, 2013.
- RAMÍREZ, N., DEZZEO, N.; CHACÓN, N. Floristic composition, plant species abundance, and soil properties of montane savannas in the Gran Sabana, Venezuela. **Flora**, v. 202, p. 306-317, 2007.
- RODAL, M. J. N.; NASCIMENTO, L. M. The arboreal component of a dry forest in Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2, p. 479-491, 2006.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; COSTA, T. L. Estoques e Fluxos de Carbono no Semi-Árido Nordeste: Estimativas Preliminares. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1275-1291, 2011.
- SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. Determinação e estimativa da área basal. In: SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria florestal: medição e volumétrica de árvores**. Lavras: Universidade Federal de Lavras / Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1998. p. 105-160.
- SILVA, K. A., ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N. Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia-PE. **Acta Botânica Brasília**, v. 23, p. 100-110, 2009.
- SOUTO, P. C. et al. **Avaliação da decomposição de resíduos vegetais pela medição da respiração edáfica em áreas de caatinga em Patos, Paraíba**. In: Encontro

Brasileiro Sobre substâncias Húmicas, 3., 1999, Santa Maria. **Anais...**, Santa Maria, 1999. p. 329-331.

URSINO, N. Above and below ground biomass patterns in arid land. **Ecological Modelling**, v. 220, p. 1411-1418, 2009.

WALTHER, G. R.; BERGER, S.; SYKES, M. T. An ecological “footprint” of climate change. **Proceeding of the Royal Society of London B**, v. 272, p. 1427-1432, 2005.

## 9. ANEXOS

## 9.1. Tabela Suplementar 1: Dados referentes as áreas e vegetação utilizados nas análises da dissertação.

Áreas	Parcelas	Latitude	Longitude	Biomassa	Vias de acesso	Densidade	HT	AC	DNS	AB	Altitude	Inclinação
RFT	RFT1	-6.995139	-37.391056	24.00	1934.98	2500.00	3.90	1.87	5.90	0.11	275.00	3.00
RFT	RFT2	-6.995611	-37.400528	18.00	2387.47	2000.00	3.44	0.83	5.84	0.09	283.00	1.30
RFT	RFT3	-6.996861	-37.394139	23.00	1497.73	3800.00	3.91	1.09	5.28	0.12	280.00	2.60
RFT	RFT4	-6.99725	-37.402083	18.00	1957.75	2900.00	5.33	2.84	5.00	0.11	290.00	7.80
RFT	RFT5	-7.000444	-37.4035	26.00	1142.14	3400.00	4.19	3.63	5.29	0.14	296.00	3.80
RFT	RFT6	-7.000389	-37.401917	21.00	1633.61	3100.00	4.31	3.33	5.03	0.12	291.00	0.00
RFT	RFT7	-7.001783	-37.398667	39.00	2526.04	4800.00	4.36	3.17	5.87	0.19	298.00	2.90
RFT	RFT8	-6.995278	-37.394222	62.00	1740.21	1900.00	4.33	1.68	7.88	0.23	277.00	1.30
RFT	RFT9	-6.996528	-37.395611	32.00	1794.46	4300.00	4.12	1.45	6.02	0.16	281.00	1.50
RFT	RFT10	-6.99625	-37.390889	9.00	1460.87	1800.00	3.25	1.00	4.92	0.05	278.00	3.20
APC	APC1	-7.375778	-36.391972	24.00	2294.41	2600.00	2.20	2.37	6.90	0.20	459.00	5.10
APC	APC2	-7.368333	-36.387806	0.00	2232.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	449.00	0.10
APC	APC3	-7.368056	-36.383694	21.00	2515.14	1300.00	3.02	2.39	7.61	0.10	446.00	1.40
APC	APC4	-7.371944	-36.391667	5.00	1728.08	300.00	2.33	0.22	8.09	0.02	461.00	2.70
APC	APC5	-7.372306	-36.375694	27.00	1755.3	1800.00	5.79	2.19	7.20	0.13	442.00	10.00
APC	APC6	-7.372472	-36.364058	11.00	1674.65	3600.00	3.32	2.01	4.06	0.07	457.00	6.70
APC	APC7	-7.392061	-36.372314	26.00	4304.09	4200.00	3.57	2.85	5.82	0.17	464.00	4.20
APC	APC8	-7.380083	-36.376028	22.00	1071.39	2900.00	3.66	3.21	5.21	0.14	458.00	28.20
APC	APC9	-7.386111	-36.392667	29.00	937.71	2100.00	5.10	3.18	6.71	0.14	535.00	28.60
APC	APC10	-7.383583	-36.384833	13.00	2363.36	3600.00	2.90	4.69	4.86	0.11	475.00	9.40
APO	APO1	-8.120139	-36.762889	15.00	0	1100.00	2.94	1.15	7.12	0.08	732.00	7.10
APO	APO2	-8.118775	-36.770683	28.00	1324.63	3000.00	3.53	2.23	4.78	0.13	700.00	16.90
APO	APO3	-8.118833	-36.772528	5.00	0	800.00	2.10	0.47	6.96	0.03	669.00	9.20
APO	APO4	-8.118528	-36.766833	17.00	122.31	1900.00	3.04	1.81	4.42	0.08	726.00	28.60
APO	APO5	-8.120111	-36.760972	18.00	0	3200.00	3.38	1.80	4.75	0.11	728.00	4.20
APO	APO6	-8.124528	-36.772222	25.00	2806.8	2200.00	2.65	1.58	7.65	0.14	644.00	11.80
APO	APO7	-8.126222	-36.768361	40.00	2552.74	1400.00	1.91	2.57	6.24	0.20	626.00	5.90
APO	APO8	-8.128306	-36.772056	17.00	5317.8	800.00	2.33	3.64	5.72	0.08	619.00	0.00
APO	APO9	-8.127944	-36.764389	1.00	1572.67	300.00	2.50	0.54	4.19	0.01	633.00	0.00
APO	APO10	-8.132333	-36.758361	95.00	0	1200.00	7.39	9.82	12.60	0.34	756.00	37.30

9.2. Tabela Suplementar 2: Dados de solo utilizados nas análises da dissertação.

Áreas	Parcelas	MO	pH-H <sub>2</sub> O	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	SB	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	CTC	V	Areia	Silte	Argila	Classe textural
RFT	RFT1	27.57	6.90	1.10	5.00	3.00	0.22	0.78	9.00	1.80	0.20	10.80	83.30	739.00	105.00	156.00	franco_arenoso
RFT	RFT2	13.79	6.30	3.30	3.00	1.30	0.20	1.00	5.50	1.70	0.20	7.20	76.40	877.00	66.00	55.00	areia_franca
RFT	RFT3	16.54	6.60	2.30	5.00	1.10	0.27	0.83	7.20	1.90	0.20	9.10	79.10	799.00	145.00	56.00	areia_franca
RFT	RFT4	23.43	6.50	2.00	3.60	1.40	0.21	0.78	5.99	2.00	0.30	8.00	75.00	879.00	65.00	56.00	areia_franca
RFT	RFT5	31.71	6.40	8.80	7.20	2.80	0.32	0.83	11.15	1.60	0.20	12.70	87.40	739.00	165.00	96.00	franco_arenoso
RFT	RFT6	31.71	6.60	4.20	7.00	2.80	0.42	0.87	11.09	1.80	0.20	12.90	86.00	699.00	125.00	176.00	franco_arenoso
RFT	RFT7	28.95	6.50	37.30	5.30	2.70	0.30	0.87	9.17	1.80	0.30	11.00	83.60	879.00	65.00	56.00	areia_franca
RFT	RFT8	30.33	6.50	1.30	4.00	1.70	0.27	0.78	6.75	1.50	0.10	8.20	81.80	799.00	105.00	96.00	areia_franca
RFT	RFT9	26.88	6.10	6.60	3.20	1.80	0.36	0.91	6.27	2.20	0.30	8.50	74.00	879.00	65.00	56.00	areia_franca
RFT	RFT10	29.64	6.10	1.80	5.00	2.10	0.52	0.87	8.49	2.20	0.30	10.70	79.40	779.00	146.00	75.00	areia_franca
APC	APC1	8.96	6.50	1.50	7.00	2.00	0.32	1.04	10.36	1.60	0.20	12.00	86.60	699.00	186.00	115.00	franco_arenoso
APC	APC2	41.36	6.60	9.40	7.30	2.70	0.38	0.87	11.25	1.70	0.20	13.00	86.90	698.00	186.00	116.00	franco_arenoso
APC	APC3	26.19	6.00	12.70	10.00	4.00	0.87	1.52	16.39	1.60	0.20	18.00	91.10	699.00	186.00	115.00	franco_arenoso
APC	APC4	27.57	6.40	49.50	8.60	3.00	0.87	1.22	13.69	1.70	0.20	15.40	89.00	579.00	286.00	135.00	franco_arenoso
APC	APC5	34.46	6.30	2.60	14.00	3.00	0.38	2.61	19.99	1.60	0.20	21.60	92.60	579.00	166.00	255.00	franco_argilo_arenoso
APC	APC6	9.65	6.40	64.10	3.00	1.60	0.47	1.17	6.24	1.00	0.10	7.20	86.20	799.00	146.00	56.00	areia_franca
APC	APC7	55.14	6.80	141.20	15.00	3.00	1.41	0.74	20.15	0.90	0.10	21.10	95.70	758.00	186.00	56.00	areia_franca
APC	APC8	38.60	6.60	17.30	5.50	2.50	0.48	0.43	8.91	1.30	0.10	10.20	87.30	798.00	146.00	56.00	areia_franca
APC	APC9	31.02	6.50	18.90	5.50	3.00	0.72	0.61	9.83	1.30	0.10	11.10	88.30	758.00	166.00	76.00	areia_franca
APC	APC10	41.36	6.70	14.00	9.00	3.00	0.40	0.52	12.92	1.40	0.10	14.30	90.20	758.00	146.00	96.00	areia_franca
APO	APO1	55.14	6.20	49.50	7.10	3.00	1.33	0.43	11.86	1.70	0.20	13.60	87.50	698.00	226.00	76.00	franco_arenoso

Tabela Suplementar 2: Continuação...

Áreas	Parcelas	MO	pH-H <sub>2</sub> O	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	SB	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	CTC	V	Areia	Silte	Argila	Classe textural
APO	APO2	58.59	6.20	172.30	8.50	3.50	1.60	0.57	14.17	1.80	0.20	16.00	88.70	759.00	165.00	76.00	areia_franca
APO	APO3	37.91	6.70	80.30	7.00	2.60	0.82	0.74	11.16	1.30	0.10	12.50	89.60	758.00	186.00	56.00	areia_franca
APO	APO4	18.61	7.00	36.20	3.00	1.00	0.27	0.43	4.70	1.30	0.10	6.00	78.30	878.00	66.00	56.00	areia_franca
APO	APO5	24.12	6.90	11.00	5.00	2.00	0.47	0.87	8.34	1.40	0.10	9.70	85.60	678.00	226.00	96.00	franco_arenoso
APO	APO6	50.32	6.60	33.40	7.90	3.10	0.78	0.87	12.65	1.60	0.20	14.30	88.80	778.00	166.00	56.00	areia_franca
APO	APO7	44.80	6.50	111.20	7.50	3.00	1.41	0.61	12.52	1.60	0.20	14.10	88.70	778.00	166.00	56.00	areia_franca
APO	APO8	48.25	6.30	63.60	4.50	2.00	0.35	0.52	7.37	2.50	0.30	9.90	74.70	678.00	246.00	76.00	franco_arenoso
APO	APO9	19.99	6.00	270.00	22.00	6.00	1.00	7.74	36.74	1.10	0.10	37.80	97.10	759.00	185.00	56.00	areia_franca
APO	APO10	13.79	6.20	21.30	3.00	1.00	0.50	0.43	4.93	1.70	0.20	6.60	74.40	759.00	185.00	56.00	areia_franca

### 9.3. Normas de Submissão da Revista Caatinga

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

### ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO CIENTÍFICO

- **Digitação:** o texto deve ser composto em programa Word (DOC ou RTF) ou compatível e os gráficos em programas compatíveis com o Windows, como Excel, e formato de imagens: Figuras (GIF) e Fotos (JPEG). Deve ter no máximo de 20 páginas, A4, digitado em espaço 1,5, fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho doze e parágrafo recuado por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. Páginas e linhas devem ser numeradas; os números de páginas devem ser colocados na margem inferior, à direita e as linhas numeradas de forma contínua. Se forem necessárias outras orientações, entre em contato com o Comitê Editorial ou consulte o último número da Revista Caatinga. As notas devem apresentar até 12 páginas, incluindo tabelas e figuras. As revisões são publicadas a convite da Revista. O manuscrito não deverá ultrapassar 2,0 MB.
- **Estrutura:** o artigo científico deverá ser organizado em título, nome do(s) autor(es), resumo, palavras-chave, título em inglês, abstract, keywords, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos (opcional), e referências.
- **Título:** deve ser escrito em maiúsculo, negrito, centralizado na página, no **máximo com 15 palavras**, não deve ter subtítulo e abreviações. Com a chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação) e referências às instituições colaboradoras. O nome científico deve ser indicado no título apenas se a espécie for desconhecida. Os títulos das demais seções da estrutura (resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos e referências) deverão ser escritos em letra maiúscula, negrito e justificado à esquerda.
- **Autores(es):** nomes completos (sem abreviaturas), em letra maiúscula, um após o outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, indicar, para cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição,

cidade, país), endereço completo e e-mail do autor correspondente. Este deve ser indicado por um “\*”. Só serão aceitos, no máximo, cinco autores. Caso ultrapasse esse limite, os autores precisam comprovar que a pesquisa foi desenvolvida em regiões diferentes.

**Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé com os endereços deverão ser omitidos.**

Para a inserção do(s) nome(s) do(s) autor(es) e do(s) endereço(s) na versão final do artigo deve observar o padrão no último número da Revista Caatinga (<http://caatinga.ufersa.edu.br/index.php/sistema>).

• **Resumo e Abstract:** no mínimo 100 e no máximo 250 palavras.

• **Palavras-chave e Keywords:** em negrito, com a primeira letra maiúscula. Devem ter, no mínimo, três e, no máximo, cinco palavras, não constantes no Título/Title e separadas por ponto (consultar modelo de artigo).

**Obs.** Em se tratando de artigo escrito em idioma estrangeiro (Inglês ou Espanhol), o título, resumo e palavras-chave deverão, também, constar em Português, mas com a seqüência alterada, vindo primeiro no idioma estrangeiro.

• **Introdução:** no máximo, 550 palavras, contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa.

• **Citações de autores no texto:** devem ser observadas as normas da ABNT, NBR 10520 de agosto/2002.

Ex: Torres (2008) ou (TORRES, 2008); com dois autores, usar Torres e Marcos Filho (2002) ou (TORRES; MARCOS FILHO, 2002); com mais de três autores, usar Torres et al. (2002) ou (TORRES et al., 2002).

• **Tabelas:** serão numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. **Não usar linhas verticais.** As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada

dado deve ocupar uma célula distinta. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. Recomenda-se que as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm (consulte o modelo de artigo), acessando a página da Revista Caatinga (<http://periodico.caatinga.ufersa.edu.br/index.php/sistema>).

- **Figuras:** gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura** sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. A resolução deve ter qualidade máxima com pelo menos 300 dpi. As figuras devem apresentar 8,5 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte empregada deve ser a Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. As linhas dos eixos devem apresentar uma espessura de 1,5 mm de cor preta. A Revista Caatinga reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após à sua primeira citação.**

- **Equações:** devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. As equações devem apresentar o seguinte padrão de tamanho:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

Estas definições são encontradas no editor de equação no Word.

- **Agradecimentos:** logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos a pessoas ou instituições, indicando, de forma clara, as razões pelas quais os faz.

- **Referências:** devem ser digitadas em espaço 1,5 cm e separadas entre si pelo mesmo espaço (1,5 cm). Precisam ser apresentadas em ordem alfabética de autores, Justificar (Ctrl + J) - NBR 6023 de agosto/2002 da ABNT. **UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS**

## **CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS.**

O título do periódico não deve ser abreviado e recomenda-se um total de 20 a 30 referências. **EVITE CITAR RESUMOS E TRABALHOS APRESENTADOS E PUBLICADOS EM CONGRESSOS E SIMILARES.**

### **REGRAS DE ENTRADA DE AUTOR**

#### **Até 3 (três) autores**

Mencionam-se todos os nomes, na ordem em que aparecem na publicação, separados por ponto e vírgula.

Ex: TORRES, S. B.; PAIVA, E. P. PEDRO, A. R. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de jiló. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 0, n. 0, p. 00-00, 2010.

#### **Acima de 3 (três) autores**

Menciona-se apenas o primeiro nome, acrescentando-se a expressão **et al.**

Ex: BAKKE, I. A. et al. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora* (Willd.) poiret seed germination. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006.

#### **Grau de parentesco**

HOLANDA NETO, J. P. **Método de enxertia em cajueiro-anão-precoce sob condições de campo em Mossoró-RN.** 1995. 26 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 1995.

COSTA SOBRINHO, João da Silva. Cultura do melão. **Cuiabá:** Prefeitura de Cuiabá, 2005.

## MODELOS DE REFERÊNCIAS:

### a) Artigos de Periódicos: Elementos essenciais:

AUTOR. Título do artigo. **Título do periódico**, Local de publicação (cidade), n.º do volume, n.º do fascículo, páginas inicial-final, mês (abreviado), ano.

Ex: BAKKE, I. A. et al. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora* (Willd.) poiret seed germination. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 261-267, set. 2006.

### b) Livros ou Folhetos, no todo: Devem ser referenciados da seguinte forma:

AUTOR. **Título**: subtítulo. Edição. Local (cidade) de publicação: Editora, data. Número de páginas ou volumes. (nome e número da série)

Ex: RESENDE, M. et al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 2. ed. Viçosa, MG: NEPUT, 1997. 367 p.

OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. **Geologia do Brasil**. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1978. 813 p. (Coleção mossoroense, 72).

### c) Livros ou Folhetos, em parte (Capítulo de Livro):

AUTOR DO CAPÍTULO. Título do capítulo. In: AUTOR DO LIVRO. **Título**: subtítulo do livro. Número de edição. Local de publicação (cidade): Editora, data. Indicação de volume, capítulo ou páginas inicial-final da parte.

Ex: BALMER, E.; PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, cap. 14, p. 595-634.

**d) Dissertações e Teses:** (somente serão permitidas citações recentes, PUBLICADAS NOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS QUE ANTECEDEM A REDAÇÃO DO ARTIGO).

Referenciam-se da seguinte maneira:

AUTOR. **Título:** subtítulo. Ano de apresentação. Número de folhas ou volumes. Categoria (grau e área de concentração) - Instituição, local.

Ex: OLIVEIRA, F. N. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.).** 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de Concentração em Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

**e) Artigos de Anais ou Resumos:** (DEVEM SER EVITADOS)

NOME DO CONGRESSO, n.º., ano, local de realização (cidade). Título... subtítulo. Local de publicação (cidade): Editora, data de publicação. Número de páginas ou volumes.

Ex: BALLONI, A. E.; KAGEYAMA, P. Y.; CORRADINI, I. Efeito do tamanho da semente de *Eucalyptus grandis* sobre o vigor das mudas no viveiro e no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus. **Anais...** Manaus: UFAM, 1978. p. 41-43.

**f) Literatura não publicada, mimeografada, datilografada etc.:**

Ex: GURGEL, J. J. S. **Relatório anual de pesca e piscicultura do DNOCS.** Fortaleza: DNOCS, 1989. 27 p. Datilografado.

**g) Literatura cuja autoria é uma ou mais pessoas jurídicas:**

Ex: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:** informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

**h) Literatura sem autoria expressa:**

Ex: NOVAS Técnicas – Revestimento de sementes facilita o plantio. **Globo Rural**, São Paulo, v. 9, n. 107, p. 7-9, jun. 1994.

**i) Documento cartográfico:**

Ex: INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo, SP). **Regiões de governo do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1994. 1 atlas. Escala 1:2.000.

**J) Em meio eletrônico (CD e Internet):** Os documentos /informações de **acesso exclusivo por computador** (on line) compõem-se dos seguintes elementos essenciais para sua referência:

AUTOR. Denominação ou título e subtítulo (se houver) do serviço ou produto, indicação de responsabilidade, endereço eletrônico entre os sinais < > precedido da expressão – Disponível em: – e a data de acesso precedida da expressão – Acesso em:.

Ex: BRASIL. Ministério da Agricultura e do abastecimento. **SNPC – Lista de Cultivares protegidas**. Disponível em: <<http://agricultura.gov.br/scpn/list/200.htm>>. Acesso em: 08 set. 2008.

GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. In: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Tec Treina, 1998. 1 CD-ROM.

9.4. Normas de Submissão da Revista Biota Neotropica

**Instruções aos Autores**

A submissão de trabalhos para publicação na revista BIOTA NEOTROPICA é feita, EXCLUSIVAMENTE, através do site de submissão eletrônica de manuscritos <http://mc04.manuscriptcentral.com/bn-scielo>.

Desde 1º de março de 2007 a Comissão Editorial da Biota Neotropica instituiu a cobrança de uma taxa que era cobrada por página impressa de cada trabalho publicado. A partir de 20 de Julho de 2013, quando iniciamos a parceria com a SciELO, esta taxa passou a ser de **RS\$ 1000,00 (Hum mil Reais) para autores brasileiros ou US\$ 400,00 (Quatrocento Dólares) para autores estrangeiros**,

**independentemente do número de páginas do trabalho.** Os detalhes para o pagamento serão comunicados aos autores no estágio final de editoração do trabalho aceito para publicação.

A Biota Neotropica não aceita trabalhos que incluam a descrição de espécies de grupos taxonômicos cujo Código Nomenclatural exige a publicação impressa. Cabe aos autores a verificação das exigências do Código Nomenclatural de seu grupo taxonômico. Caso seu grupo taxonômico exija a publicação impressa de novas espécies, você deve procurar outro periódico especializado para a publicação de seu trabalho. A partir do volume 13 de 2013 a publicação dos volumes impressos da Biota Neotropica será descontinuada.

A revista publica oito tipos de manuscritos. Apenas o Editorial é escrito pela Comissão Editorial ou por um(a) pesquisador(a) convidado(a) tendo, portanto, regras distintas de submissão.

**Trabalhos submetidos em qualquer categoria deverão ser escritos integralmente em inglês.** Os autores são responsáveis pelo uso correto do inglês, recomendando-se fortemente que a revisão do manuscrito final seja feita por serviços especializados, American Journal Experts/AJE, Nature Publishing Group Language Editing, Edanz e/ou dos serviços intermediados pelo SciELO. Caso a Comissão Editorial considere que o inglês não atende os padrões da revista, este poderá ser recusado, mesmo depois de ter sido aprovado pelo(a) Editor(a) de Área.

## Tipos de Manuscrito

Segue uma breve descrição do que a Comissão Editorial entende por cada tipo de manuscrito

- ***Editorial***

Para cada volume da BIOTA NEOTROPICA, o Editor-Chefe poderá convidar um(a) pesquisador(a) para escrever um Editorial abordando tópicos relevantes, tanto do ponto de vista científico quanto do ponto de vista de formulação de políticas de conservação e uso sustentável da biodiversidade na região Neotropical. O Editorial tem no máximo 3000 palavras. As opiniões nele expressas são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

- ***Pontos de Vista***

Esta seção servirá de fórum para a discussão acadêmica de um tema relevante para o escopo da revista. Nesta seção o (a) pesquisador (a) escreverá um artigo curto, expressando de uma forma provocativa o(s) seu(s) ponto(s) de vista sobre o tema em questão. Ao critério da Comissão Editorial, a revista poderá publicar respostas ou considerações de outros pesquisadores (as) estimulando a discussão sobre o tema. As opiniões expressas no Ponto de Vista e na(s) respectiva(s) resposta(s) são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

- ***Artigos***

Artigos são submetidos espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista <http://mc04.manuscriptcentral.com/bn-scielo>. O manuscrito deve trazer dados inéditos, que não tenham sido publicados e/ou submetidos à publicação, em parte ou no todo, em outros periódicos ou livros, e sejam resultantes de pesquisa no âmbito da temática caracterização, conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade Neotropical. Espera-se que o manuscrito contemple um tema de interesse científico na área de abrangência da revista, e que inclua uma revisão da literatura especializada no tema bem como uma discussão com trabalhos

recentes publicados na literatura internacional.

- ***Revisões Temáticas***

Revisões Temáticas também são submetidas espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista. Espera-se que o manuscrito consiga sistematizar o desenvolvimento de conceito ou tema científico relacionado com o escopo da revista, embasado em referências essenciais para a compreensão do tema da revisão e incluindo as publicações mais recentes sobre o mesmo.

- ***Short Communications***

São artigos curtos submetidos espontaneamente por seus autores. O manuscrito deve trazer dados inéditos, que não tenham sido publicados e/ou submetidos à publicação, em parte ou no todo, em outros periódicos ou livros, e sejam resultantes de pesquisa no âmbito da temática caracterização, conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade Neotropical. Espera-se que o manuscrito indique de maneira sucinta um componente novo dentro dos temas de interesse científico relacionados com o escopo da BIOTA NEOTROPICA, embasado na literatura recente.

Trabalhos que apenas registram a ocorrência de espécies em uma região onde sua presença seria esperada, mas o registro ainda não havia sido feito, não são publicados pela BIOTA NEOTROPICA.

- ***Chaves de Identificação***

Chaves de identificação são submetidas espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista. Espera-se que o manuscrito contemple da melhor maneira possível o grupo taxonômico que está sendo caracterizado pela chave de identificação. Este deve estar bem embasado na literatura taxonômica do grupo em questão.

- ***Inventários***

Inventários são submetidos espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista. O manuscrito deve trazer dados inéditos, que não tenham sido publicados e/ou submetidos a publicação, em parte ou no todo, em outros periódicos ou livros, e sejam resultantes de pesquisa no âmbito da temática caracterização, conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade Neotropical. Além da lista das espécies inventariadas o manuscrito precisa contemplar os critérios de escolha (taxocenose, guilda, localidade etc.) dos autores, a metodologia utilizada e as coordenadas geográficas da área estudada. O trabalho deve estar embasado na literatura taxonômica do grupo em questão, bem como informar a instituição onde o material está depositado.

- ***Revisões Taxonômicas***

Revisões Taxonômicas são submetidas espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista. O manuscrito deve trazer dados inéditos, que não tenham sido publicados e/ou submetidos a publicação, em parte ou no todo, em outros periódicos ou livros, e sejam resultantes de pesquisa no âmbito da temática caracterização, conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade Neotropical. Espera-se que o manuscrito contemple

exaustivamente as informações sobre o táxon revisado, elucide as principais questões taxonômicas e esclareça a necessidade de revisão do mesmo. A revisão deve estar embasado na literatura taxonômica, histórica e atual, do táxon em questão, bem como deve informar a(s) instituição(ões) onde o material examinado está(ão) depositado(s).

Após a submissão do manuscrito para a revista, manuscritos que estejam de acordo com as normas serão enviados para o Editor-chefe que por sua vez encaminhará o mesmo aos Editores de Área, que selecionarão no mínimo dois revisores. Os Editores de Área são responsáveis por toda fase de editoração do manuscrito, enviando pareceres aos autores e versões reformuladas dos trabalhos aos revisores. Uma vez atendidas todas as exigências e recomendações feitas pelos revisores e pelo Editor de Área o trabalho é, preliminarmente, aceito e encaminhado ao Editor-chefe. Cabe ao Editor-chefe, em comum acordo com a Comissão Editorial, o aceite definitivo do trabalho. Essas normas valem para trabalhos em todas as categorias.

Uma vez definitivamente aceitos os trabalhos entram na fila para terem o Resumo e o Abstract publicados online no volume da BIOTA NEOTROPICA em curso. Antes da disponibilização online os autores farão uma última revisão do Resumo/Abstract, Palavras-Chave, Filiações Institucionais e autor(a) para correspondência. É importantíssimo que os autores insiram no Sistema de Submissão a versão definitiva dos trabalhos (incluindo texto, tabelas e figuras), incorporando as últimas alterações/correções solicitadas pelos revisores e/ou pelo Editor de Área, pois é esta versão que será encaminhada pelo Editor-chefe para publicação. Portanto, os cuidados tomados nesta etapa reduzem significativamente, a necessidade de correções/alterações nas provas do manuscrito.

### **Formatação dos arquivos**

Os trabalhos deverão ser enviados em arquivos em formato DOC (MS-Word for Windows versão 6.0 ou superior). Em todos os textos devem ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos das seções, deve-se usar fonte em tamanho doze (12). Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e sobrescritos, quando pertinente. Evite, porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais (ver fórmulas abaixo), podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings. Os trabalhos poderão conter os links eletrônicos que o autor julgar apropriados. A inclusão de links eletrônicos é encorajada pelos editores por tornar o trabalho mais rico. Os links devem ser incluídos usando-se os recursos disponíveis no MS-Word para tal.

Ao serem submetidos, os trabalhos enviados à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser divididos em: um primeiro arquivo contendo todo o texto do manuscrito, incluindo o corpo principal do texto (primeira página, resumo, introdução, material, métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências); caso necessário um com as tabelas, Figuras serão inseridas isoladamente com identificação dentro do sistema. É imprescindível que o autor abra os arquivos que preparou para submissão e verifique, cuidadosamente, se as figuras, gráficos ou tabelas estão, efetivamente, no formato desejado.

### **Documento principal**

Um único arquivo chamado Principal.rtf ou Principal.doc com os títulos, resumos e palavras-chave, texto integral do trabalho, referências bibliográficas e tabelas. Esse arquivo não deve conter figuras, que deverão ser inseridas no sistema separadamente, conforme descrito a seguir. O manuscrito deverá seguir o seguinte formato:

- Título conciso e informativo

Usar letra maiúscula apenas no início da primeira palavra e quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas;

- Corpo do Trabalho
  - 1. Seções – não devem ser numeradas

*Introdução (Introduction)*

*Material e Métodos (Material and Methods)*

*Resultados (Results)*

*Discussão (Discussion)*

*Agradecimentos (Acknowledgments)*

*Referências bibliográficas (References)*

- **Tabelas**

Tabelas podem ser inseridas diretamente do software MS Excel, mas devem ser salvas em formato spreadsheet, não workbook (o sistema só irá ler a primeira tabela do arquivo);

- 2. Casos especiais

A critério do autor, no caso de Short Communications, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos. Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

No caso da categoria "Inventários" a listagem de espécies, ambientes, descrições, fotos etc., devem ser enviadas separadamente para que possam ser organizadas conforme formatações específicas. Além disso, para viabilizar o uso de ferramentas eletrônicas de busca, como o XML, a Comissão Editorial enviará aos autores dos trabalhos aceitos para publicação instruções específicas para a formatação da lista de espécies citadas no trabalho.

Na categoria "Chaves de Identificação" a chave em si deve ser enviada separadamente para que possa ser formatada adequadamente. No caso de referência de material coletado é obrigatória citação das coordenadas geográficas do local de coleta. Sempre que possível, a citação deve ser feita em graus, minutos e segundos (por exemplo, 24°32'75" S e 53°06'31" W). No caso de referência a espécies ameaçadas especificar apenas graus e minutos.

- 3. Numeração dos subtítulos

O título de cada seção deve ser escrito sem numeração, em negrito, apenas com a inicial maiúscula (Ex. **Introdução**, **Material e Métodos** etc.). Apenas dois níveis de subtítulos

serão permitidos, abaixo do título de cada seção. Os subtítulos deverão ser numerados em algarismos arábicos seguidos de um ponto para auxiliar na identificação de sua hierarquia quando da formatação final do trabalho. Ex. Material e Métodos; 1. Subtítulo; 1.1. Sub-subtítulo).

○ 4. Nomes de espécies

No caso de citações de espécies, as mesmas devem obedecer aos respectivos Códigos Nomenclaturais. Na área de Zoologia todas as espécies citadas no trabalho devem obrigatoriamente estar seguidas do autor e a data da publicação original da descrição. No caso da área de Botânica devem vir acompanhadas do autor e/ou revisor da espécie. Na área de Microbiologia é necessário consultar fontes específicas como o International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.

○ 5. Citações bibliográficas

Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão:

Silva (1960) ou (Silva 1960)

Silva (1960, 1973)

Silva (1960a, b)

Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979)

Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990)

(Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araújo et al. 1996, Lima 1997)

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

○ 6. Números e unidades

Citar números e unidades da seguinte forma:

- escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades;
- utilizar ponto para número decimal (10.5 m);
- utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos);
- utilizar abreviações das unidades sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

○ 7. Fórmulas

Fórmulas que puderem ser escritas em uma única linha, mesmo que exijam a utilização de fontes especiais (Symbol, Courier New e Wingdings), poderão fazer parte do texto.

Ex.  $a = p.r^2$  ou  $Na_2HPO_4$ , etc. Qualquer outro tipo de fórmula ou equação deverá ser considerada uma figura e, portanto, seguir as regras estabelecidas para figuras.

○ 8. Citações de figuras e tabelas

Escrever as palavras por extenso (Ex. Figure 1, Table 1)

○ 9. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos, colocando todos os dados solicitados, na seqüência e com a pontuação indicadas, não acrescentando itens não mencionados:

FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40(6):1057-1065.

SMITH, P.M. 1976. *The chemotaxonomy of plants*. Edward Arnold, London.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. *Statistical methods*. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.

SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In *Plant tissue and cell culture* (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In *Flora Brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y., WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In *Simpósio sobre mata ciliar* (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. *Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHBASE. <http://www.fishbase.org/home.htm> (último acesso em dd/mmm/aaaa)

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals" ou conforme o banco de dados do Catálogo Coletivo Nacional (CCN - IBICT).

Todos os trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho. Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (002 no exemplo que segue), o número do volume (10), o número do fascículo (04) e o ano (2010). Portanto, para citação dos trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA seguir o seguinte exemplo:

Rocha-Mendes, F.; Mikich, S. B.; Quadros, J. and Pedro, W. A. 2010. *Ecologia*

alimentar de carnívoros (Mammalia, Carnivora) em fragmentos de Floresta Atlântica do sul do Brasil. *Biota Neotrop.* 10(4): 21-30 <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00210042010> (último acesso em dd/mm/aaaa)

○ 10. Tabelas

As tabelas devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

○ 11. Figuras

Mapas, fotos, gráficos são considerados figuras. As figuras devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

No caso de pranchas os textos inseridos nas figuras devem utilizar fontes sans-serif, como Arial ou Helvética, para maior legibilidade. Figuras compostas por várias outras devem ser identificadas por letras (Ex. Figura 1a, Figura 1b). Utilize escala de barras para indicar tamanho. As figuras não devem conter legendas, estas deverão ser especificadas em arquivo próprio.

As legendas das figuras devem fazer parte do arquivo texto Principal.rtf ou Principal.doc inseridas após as referências bibliográficas. Cada legenda deve estar contida em um único parágrafo e deve ser identificada, iniciando-se o parágrafo por Figura N, onde N é o número da figura. Figuras compostas podem ou não ter legendas independentes.

**Esta publicação é financiada com recursos do Programa BIOTA/FAPESP da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP.**

Fundação de Amparo | Pesquisa do Estado de São Paulo, Fapesp  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq  
© BIOTA NEOTROPICA, 2014