



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JEFTE ARNON DE ALMEIDA CONRADO**

**BIOMASSA HERBÁCEA E BIODIVERSIDADE DA CAATINGA SUBMETIDA A  
DIFERENTES RALEAMENTOS E ENRIQUECIMENTOS**

**FORTALEZA**

**2017**

JEFTE ARNON DE ALMEIDA CONRADO

BIOMASSA HERBÁCEA E BIODIVERSIDADE DA CAATINGA SUBMETIDA A  
DIFERENTES RALEAMENTOS E ENRIQUECIMENTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.

Coorientadora: Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C764b Conrado, Jefte Arnon de Almeida.  
Biomassa herbácea e biodiversidade da Caatinga submetida a diferentes raleamentos e enriquecimentos / Jefte Arnon de Almeida Conrado. – 2017.  
76 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.

Coorientação: Profa. Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante.

1. Raleamento em savana, raleamento em faixas, enriquecimento, capim-búffel, capim-massai, composição botânica. I. Título.

CDD 636.08

---

JEFTE ARNON DE ALMEIDA CONRADO

BIOMASSA HERBÁCEA E BIODIVERSIDADE DA CAATINGA SUBMETIDA A  
DIFERENTES RALEAMENTOS E ENRIQUECIMENTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

APROVADA EM: 13/02/2017

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. D. Sc. Magno José Duarte Cândido (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

D. Sc. Ana Clara Rodrigues Cavalcante (Coorientadora)  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Caprinos e Ovinos)

---

Profa. D. Sc. Maria Socorro de Souza Carneiro (Examinadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

D. Sc. Rafael Gonçalves Tonucci (Examinador)  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Caprinos e Ovinos)

---

D. Sc. Guilherme de Lira Sobral Silva (Examinador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **DEDICATÓRIA**

A Deus princípio e razão de tudo. Por sempre me ajudar guiando meus passos e minhas escolhas na vida.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pai todo poderoso por ter me dado o dom da vida e assim ter dado as oportunidades para que eu pudesse crescer como pessoa e como profissional.

À minha família, meus pais Antonio Gomes e Vanderlene Rodrigues e ao meu irmão Ramon por terem me dado todas as condições e ensinamentos da vida para que eu fosse o que sou hoje e principalmente pela amizade, amor, carinho e incentivo para que eu caminhasse no caminho do “bem” e da fé, estudando de forma focada e dedicada. A todos os meus familiares que estão entre nós, obrigado pelos conselhos e ensinamentos e orações e aos que já partiram fisicamente, mas que permanecem em nossas memórias. Eu amo a todos vocês.

A Eduarda de Almeida Pinheiro, Francisco Eduardo Duarte Pinheiro e Maria das Dores Ferreira de Almeida pessoas muito especiais que estiveram sempre presentes durante toda essa caminhada, sendo muito importantes em todo esse processo de formação, contribuindo assim para a concretização desse sonho.

À Universidade Federal do Ceará por ter me dado à oportunidade através do Programa de Pós Graduação em Zootecnia ingressar na vida científica, me ensinando a como buscar a resolver problemas e descobrir novas realidades e assim contribuir na minha qualificação profissional, obrigado pela oportunidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro que muito me ajudou na condução da minha pesquisa e contribuíram na minha.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Caprinos e Ovinos), por ter “aberto as portas” e ter me dado todo o suporte e condições para que eu conduzisse a pesquisa.

Ao Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido, grande exemplo de dedicação profissional, obrigado pela sua paciência, amizade e ensinamentos que me fizeram crescer como pessoa e como profissional.

A Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante que sempre confiou em mim, obrigado pela paciência, ensinamentos, incentivos, conselhos de mãe e “puchões de orelha”, disponibilidade e por sempre estar presente em todos os momentos da condução da pesquisa, e por me ajudar a tornar possível a concretização desse sonho.

Ao Dr. Rafael Gonçalves Tonucci por acreditar no meu potencial, por me dar conselhos de pai, ensinar, sugerir e me ajudar a ser um profissional mais “pensante” e pela sua valiosa amizade.

Ao Dr. Roberto Pompeu pela valiosa amizade e ensinamentos, incentivo e apoio nesta

jornada de pós-graduação.

Ao professor M.Sc. José Maria Gomes Vasconcelos da Universidade Vale do Acaraú (UVA), pela grande amizade, pelos ensinamentos e experiências de vida transmitidos e por ser essa pessoa de um espírito generoso.

Aos membros da banca examinadora, Professora Maria Socorro de Souza Carneiro, Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante e Dr. Rafael Gonçalves Tonucci pelas valiosas sugestões, apoio e palavras de incentivo na colaboração do trabalho.

Aos professores do Departamento de Zootecnia que muito me ajudaram repassando-me ensinamentos de qualidade e assim contribuindo para que minha formação fosse obtida com êxito.

Ao Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura – NEEF, pelos ensinamentos, amizade, companherismo e momentos juntos, em especial: Janaely, Danielle, Theyson, Odécia, Nascimento, Eduardo, Ellen, Alano, Daniel, Marcos Neves, Elayne, Leane, Monique e João Paulo.

A minha amiga e irmã de coração Natália Brito que muito me incentivou nesta jornada e torceu para que esse sonho se concretizasse.

Aos amigos de mestrado Eduardo Duarte, Natalia Brito, Eranildo Brasil, Francisco Gleyson, Heiciane Soares, Herbenson Marques, Iraildes Lima, João Paulo Muniz, Josana Camila, Kamila Otávio, Andréia Galvão, Abner Girão, Marina Pantaleão, Bruna Felix e Paulo Herbenson, pelos ótimos momentos compartilhados, amizades, trocas de experiências, ensinamentos e críticas construtivas, sucesso para todos vocês.

Aos colegas de república, Clemente Fernandes, Ricardo Araújo, Thyarlon Berguesson, Thiago Conrado, Mário Meneses e Samuel Maranhão, pelos conselhos, brincadeiras, respeito, ensinamentos, troca de experiências e companherismo em todos esses meses convvidos.

Aos amigos e companheiros da Embrapa Caprinos e Ovinos, Ivanderlete, Diana, Augusto, Renato, Getúlio, Milena, Delano, Shirlene, Rafaela, Yara, dona “Lidu”, Tibério, Juliete, Thays, Joice e Claudelice, obrigado pela valiosa amizade e ensinamentos.

Aos estagiários da Embrapa Caprinos e Ovinos, Alan Rocha, Aparecida e Ana Karina por muito terem contribuído na condução da pesquisa, por não terem medido esforços e sempre serem atenciosos e pela valiosa amizade em todos os momentos.

À secretaria do Programa de Pós-Graduação em zootecnia pela atenção e por ter me atendido em todas as horas que necessitei.

Aos funcionários de campo e terceirizados da Embrapa Caprinos e Ovinos, Seu Pedro, Chiquinho, “Chinês”, Luizão, Filomeno, Fábio, Paulo, Deca, Alcides (Peba) e seu Cícero.

Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar.

As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.....

Tudo que criamos para nós, de que não temos necessidade, se transforma em angústia, em depressão.....

Fico triste quando alguém me ofende, mas, com certeza, eu ficaria mais triste se fosse eu o ofensor... Magoar alguém é terrível!....

Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta.....

Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.

Chico Xavier



## RESUMO

A vegetação da Caatinga encontra-se em estágio de degradação, sendo necessária a busca por práticas de manejo que intensifiquem o seu uso sem degradá-las, com isso o raleamento e o enriquecimento tornam estratégias viáveis. Objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial do raleamento e do enriquecimento, como práticas para manter a biodiversidade e favorecer a produção de biomassa de forragem, a fim de viabilizar o uso pastoril. O estudo foi realizado em 2016 em áreas testemunhas (sem raleamento) e duas áreas raleadas: uma em savana e outra em faixas, em duas épocas: época das águas e transição águas-seca. Foram avaliados também nos dois tipos de raleamento, o estabelecimento de duas gramíneas: capim-búffel e capim-massai. O raleamento em savana promoveu uma maior biomassa de forragem: 1.940 kg ha<sup>-1</sup> contra 74 kg ha<sup>-1</sup> da testemunha, na época das águas, sem comprometimento da biodiversidade, conforme os índices de Shannon-Weaver ( $H' = 1,48$ ) e Pielou ( $J' = 0,62$ ) para a área raleada e  $H' (1,29)$  e  $J' (0,72)$ , para a testemunha. A mesma resposta foi observada no raleamento em faixa (tendo alcançado uma produção na época das águas de 1.1228 kg ha<sup>-1</sup>, contra 833,33 kg ha<sup>-1</sup> da testemunha, enquanto que os índices permaneceram próximos,  $H' = 1,86$  e  $J' = 0,74$ , para a área raleada e  $H' = 1,77$  e  $J' = 0,85$  para a testemunha, demonstrando a proximidade das áreas em termos de biodiversidade. O raleamento em faixas ainda ampliou a diversidade de espécies forrageiras desejáveis em até 73,2% quando comparado à área não raleada. O capim-massai apresentou melhor desempenho (cerca de 50% de germinação) em ambas as áreas raleadas, porém o capim-búffel (cerca de 4%), apenas na área raleada em savana, não germinando na área raleada em faixas. Na área raleada em savana produziu até 3 t ha<sup>-1</sup> e na faixa 1,4 t ha<sup>-1</sup>, no primeiro corte. Tanto o raleamento em savana quanto em faixas incrementa a biomassa de forragem, mantendo a diversidade e possibilitando o uso intensivo da Caatinga e o enriquecimento com capim-massai é recomendado por apresentar maior produção de biomassa de forragem, com grande participação da fração folha.

**Palavras-chave:** Raleamento em savana. Raleamento em faixas. Enriquecimento. Capim-búffel. Capim-massai. Composição botânica.

## ABSTRACT

Caatinga vegetation is at a stage of degradation, thus requiring the search for management practices that intensify its use without degrading, with this the thinning and the enrichment make feasible strategies. This study aimed to evaluate the potential of thinning and enrichment as practices to maintain biodiversity and increase the production of forage biomass, in order to enable pastoral use. The study was conducted in 2016 in a control area (without thinning) and two thinned areas: savanna thinning and strip thinning, in two seasons: rain season and the transition from rainy to dry season. Enrichment of the thinned areas was analyzed by the establishment of two grasses: búffel grass and massai grass. Savana thinning promoted a higher forage biomass: 1.940 kg ha<sup>-1</sup> in the rainy season, without impairing biodiversity, according to the indices of Shannon-Weaver and Pielou ( $H' = 1.48$ ,  $J' = 0.62$ , respectively) for the thinned area and  $H' = 1.29$  and  $J' = 0.72$ , for the control. The same response was found in the strip thinning, with a production in the rainy season of 1.1228 kg ha<sup>-1</sup> against 833.33 kg ha<sup>-1</sup> of the control; and biodiversity indices of  $H' = 1.86$  and  $J' = 0.74$  for the thinned area and  $H' = 1.77$  and  $J' = 0.85$  for the control, demonstrating the proximity of the areas in terms of biodiversity. Thinning also increased the diversity of desirable forage species by up to 73.2% when compared to the non-thinned area. Massai grass presented the best performance (about 50% of germination) in areas such as rural areas, but the búffel grass (about 4%) only in the savana thinned area, did not germinate in the thinned area in bands. Both savana and strip thinning increased forage biomass, maintaining diversity and enabling the intensive use of the Caatinga vegetation and the enrichment with massai grass is recommended because it presents greater production of forage biomass, with great participation of the leaf fraction.

**Keywords:** Savana thinning. Stripping in strips. Enrichment. Búffel grass. Massai grass. Botanical composition.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Localização das áreas experimentais do raleamento em faixas (A) e raleamento em savana (B).....	28
Figura 2	- Solo de textura argilosa da área raleada em savana (A) e solo com textura arenosa da área raleada em faixas (B).....	29
Figura 3	- Temperaturas (°C) máximas, médias e mínimas e precipitação acumulada durante a semana (mm) nas áreas dos experimentos do Raleamento em savana e do raleamento em faixas.....	30
Figura 4	- Ilustração esquemática de uma área raleada em faixa (A) e de uma área raleada em savana (B).....	32
Figura 5	- Implantação das parcelas experimentais do capim-massai cultivado em área raleada em faixas na condição a pleno sol e na condição sombreado (A) e do capim-massai e do capim-búffel em área raleada em savana (B).....	33
Figura 6	- Identificação e corte do estrato herbáceo nativo (A), utilizando uma moldura (B) e quantificando o índice de área foliar abaixo (C) e acima do dossel (D) com ceptômetro modelo Accupar LP-80.....	34
Figura 7	- Levantamento fitossociológico do estrato lenhoso (A), mensuração do diâmetro da altura da base (B), com uma suta (C) e uma fita métrica (D).....	35
Figura 8	- Teste de germinação em laboratório do capim-búffel (A) e do capim-massai (B).....	37
Figura 9	- Plantio do capim-massai (A) do capim-búffel (B), adubação nitrogenada (C) e acompanhamento semanal do desenvolvimento das plântulas (D).....	38
Figura10	- Mensuração da altura (A), quantificação do índice de área foliar (B), corte das parcelas (C) e fracionamento do material coletado (D).....	39
Figura11	- Avaliações fisiológicas das gramíneas (A) na última folha recém expandida (B) utilizando o equipamento IRGA (C) e quantificação do índice relativo de clorofila a e b com o equipamento SPAD (D).....	40
Figura12	- Variação da fotossíntese ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) ao longo do dia dos capins massai e búffel em área raleada em savana (A) e do capim-massai a pleno sol e sombreado em area raleada em faixas (B) na Caatinga em Sobral/CE, no ano de 2016 na época chuvosa.....	41
Figura13	- Frequência média das espécies forrageiras e não forrageiras herbáceas presentes em uma área raleada em savana e testemunha em duas épocas na Caatinga em Sobral/CE, no ano de 2016.....	49
Figura14	- Frequência de espécies forrageiras desejáveis herbáceas presentes em uma área raleada em faixas e testemunha em dois períodos na época chuvosa na Caatinga em Sobral/CE, no ano de 2016.....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Atributos químicos do solo coletado na área raleada em savana e área raleada em faixas.....	29
Tabela 2	- Componentes de cobertura, biomassa, altura, índice de área foliar e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa do estrato herbáceo em Caatinga raleada em savana e não raleada.....	44
Tabela 3	- Identificação botânica e frequência absoluta (%) por espécies do estrato herbáceo (em duas épocas) e frequência absoluta (%) e densidade específica (plantas.ha <sup>-1</sup> ) do estrato lenhoso, em área raleada savana (Rale.) e testemunha (teste.).....	47
Tabela 4	- Grupos funcionais (espécies forrageiras e não forrageiras) dos estratos herbáceo e lenhoso de uma Caatinga raleada em savana em Sobral/CE na época chuvosa do ano de 2016.....	48
Tabela 5	- Variáveis estruturais (DAB, DAP e altura) e índice de Shannon-Weaver (H') e Pielou (J') do estrato lenhoso em área raleada em savana e testemunha na Caatinga em Sobral/CE.....	50
Tabela 6	- Variáveis estruturais do capim-massai e do capim-búffel cultivado em área de Caatinga raleada em savana na época chuvosa do ano de 2016.....	52
Tabela 7	- Variáveis fisiológicas do capim-massai e do capim-búffel cultivado em área de Caatinga raleada em savana na época chuvosa do ano de 2016.....	52
Tabela 8	- Componentes de cobertura, biomassa, altura, índice de área foliar e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa do estrato herbáceo em Caatinga raleada em faixa e não raleada.....	55
Tabela 9	- Identificação botânica e frequência absoluta (%) de espécies do estrato herbáceo (em duas épocas) e frequência absoluta (%) e densidade específica (plantas.ha <sup>-1</sup> ) do estrato lenhoso, em área raleada em faixas (Rale.) e testemunha (Teste.).....	56
Tabela10	- Grupos funcionais (espécies forrageiras e não forrageiras) dos estratos herbáceo e lenhoso de uma Caatinga raleada em faixas em Sobral/CE na época chuvosa do ano de 2016.....	59
Tabela11	- Variáveis estruturais (DAB, DAP e altura) e índice de Shannon-Weaver (H') e Pielou (J') do estrato lenhoso em área raleada em faixa e testemunha na Caatinga em Sobral/CE.....	61
Tabela12	- Variáveis estruturais do capim-massai cultivado em condição a pleno sol e sombreado em área raleada em faixa na época chuvosa do ano de 2016.....	62
Tabela13	- Variáveis fisiológicas do capim-massai cultivado em condição a pleno sol e sombreado em área raleada em faixa na Caatinga de Sobral/CE, na época chuvosa do ano de 2016.....	63

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Importância das áreas de pastagens para as regiões semiáridas.....	15
2.2	A Caatinga como base para a produção animal do semiárido.....	16
2.3	Degradação das pastagens da região semiárida.....	17
2.4	Manipulação da Caatinga para viabilizar a pecuária em pastagens nativas no semiárido brasileiro.....	19
2.5	Enriquecimento da Caatinga com espécies de gramíneas exóticas para fins pastoris.....	22
2.6	Parâmetros fisiológicos determinantes para o sucesso do estabelecimento de gramíneas exóticas em ambiente sombreado.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	Condução dos experimentos.....	31
3.2	Variáveis analisadas.....	34
3.3	Análise estatística.....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1	Experimento 1 – Levantamento fitossociológico da Caatinga raleada em savana em relação à Caatinga nativa (sem raleamento) em duas épocas na estação chuvosa (época das águas e época de transição águas-seca).....	42
4.2	Experimento 2 - Implantação do capim-massai e do capim-búffel em área raleada em savanna.....	51
4.3	Experimento 3 - Levantamento fitossociológico da Caatinga raleada em faixa em relação à Caatinga nativa (sem raleamento) em duas épocas na estação chuvosa (época das águas e época de transição águas-seca).....	53
4.4	Experimento 4 – Implantação do capim-massai e do capim-búffel em área raleada em faixas.....	61
5	CONCLUSÃO.....	64
	REFERÊNCIAS.....	65

## 1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é um dos biomas pastoris mais importantes para o Brasil, especialmente porque ocupa aproximadamente 844.453km<sup>2</sup>, isso representa 70% da região nordeste e 11% do território brasileiro (MMA, 2013) e está localizada em uma das áreas de semiárido mais densamente habitadas do mundo. A ocorrência de secas constantes e cada vez mais duradouras torna esse ambiente um local de risco para a prática da agricultura de sequeiro.

A pecuária torna-se então fundamental para o desenvolvimento da região, como atividade de grande resiliência à seca, especialmente quando se trata da produção de pequenos ruminantes. No entanto, nos últimos trinta anos tem sido apontada como um dos principais fatores motivadores da degradação da Caatinga, principalmente pelo superpastejo (CÂNDIDO; ARAÚJO; CAVALCANTE, 2005). Com áreas cada vez menores, devido ações antrópicas (fundiárias e sociais) os produtores tem feito uma pressão muito grande sobre o uso dos recursos forrageiros nessas áreas. Sem opções sustentáveis o desmatamento tem sido usado de forma intensa e constante (PEREIRA FILHO et al., 2007). De acordo com Franca Rocha (2009) apenas 21,16% do bioma Caatinga, é de vegetação original.

Na década de 1980 foi desenvolvida no Brasil, pela Embrapa (Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária), uma série de técnicas para manipulação da Caatinga de modo a aumentar a capacidade de suporte das pastagens e garantir a conservação do bioma através do seu uso pastoril (ARAÚJO FILHO et al., 1982; ARAÚJO FILHO, 1985). Dentre os métodos de manipulação existentes, o raleamento apresentou destaque como sendo capaz de manter a composição botânica e aumentar a produção de biomassa, com incrementos superiores a 76% (ARAÚJO FILHO et al., 2002).

Os anos se passaram e muito pouco avançou em relação ao uso dessas técnicas, sendo que foram apontadas como dificuldades: alto custo de mão de obra, dificuldade de implantação das gramíneas para enriquecimento e perda do vigor das plantas nativas, especialmente por que o raleamento em savana, técnica recomendada, apresentava tais limitações, que dificultavam sua manutenção ao longo do tempo (CAMPANHA et al., 2011).

O raleamento em faixas surge então como opção para solucionar parte dos problemas identificados no raleamento em savana, considerando que se intercalam faixas de mata com áreas desmatadas, garantindo coberturas em torno de 40% (ARAÚJO FILHO, 2013).

Apesar desse modelo teórico existir, não há no Brasil experiências que atestem

que o raleamento em faixas tem capacidade de manter a biodiversidade em equilíbrio, uma vez que parte da área deve ser desmatada e a outra parte preservada. Ressalta-se também que houve pouco avanço nos últimos anos, na disponibilização de espécies forrageiras perenes que pudessem ser semeadas de forma harmônica com o pasto nativo a fim de garantir maior oferta de forragem nesse ambiente para o período seco (PEREIRA FILHO; SILVA; CÉZAR, 2013).

O capim-búffel é a gramínea forrageira mais indicada para essas regiões, principalmente por possuir características adaptativas que favorecem seu desenvolvimento. No entanto segundo Vieira et al. (2001), essa espécie apresenta sérias limitações com relação à qualidade e germinação da semente. Estudos recentes têm trazido luz para esta questão, quando ensaios com capim-massai em condição de semiárido tem atestado o potencial dessa espécie para uso pastoril nesses ambientes (CAVALCANTE et al., 2014). Esta espécie segundo Jank et al. (2010) pode chegar a produzir 19.000 kg ha<sup>-1</sup> de biomassa, sendo 80% desta biomassa representada pela fração folha.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial do raleamento, como prática para manter a biodiversidade e favorecer a produção de biomassa, assim como, propor opções de gramíneas forrageiras que possam ser implantadas em áreas raleadas a fim de viabilizar o uso pastoril.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância das áreas de pastagens para as regiões semiáridas

A maioria das regiões semiáridas da terra está situada entre os trópicos de câncer e capricórnio e caracterizam-se principalmente por possuir precipitações médias com  $800 \text{ mm.ano}^{-1}$  sendo esta distribuída de forma irregular. Possui uma insolação média de  $2.800 \text{ h.ano}^{-1}$ , com temperaturas médias anuais entre  $23$  a  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  e solos na maioria areno-argilosos e pobres em matéria orgânica. Estas regiões, no entanto compreendem aproximadamente 5,0 bilhões de hectares, abrigando cerca de 1,0 bilhão de pessoas e que são responsáveis por gerar aproximadamente 22% da produção de alimentos da terra (FAO, 1998). Coutinho et al. (2013) citaram que estas áreas por possuírem características edafo-climáticas muito variadas, tornam-se muitas vezes inapropriadas a agricultura. Com isso a pecuária vem ser a principal atividade a ser explorada, isso em função da sua maior resistência a essas condições de clima e solo. Os animais além de servir como base alimentar das famílias rurais, são utilizados como produto de troca entre elas, gerando também uma renda extra. No entanto a oscilação na produção e na oferta de forragem nessas áreas, associado as baixas capacidade de suporte das áreas, tornam o desempenho animal limitado, principalmente no período seco do ano.

O Brasil possui uma área semiárida que ocupa  $969.589 \text{ km}^2$ , e abrange os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, parte da Paraíba, Pernambuco e Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, centro do estado da Bahia e uma faixa que estende-se pelo estado de Minas Gerais, que segue no rio São Francisco, juntamente com a divisão do vale seco da região média do rio Jequitinhonha (BRASIL, 2005). Esta região segundo a FAO (1998) correspondendo a 64,2% de todo o território nordestino e é um dos mais populosos do mundo sofrendo constantemente e intensas ações antrópicas, que com atuações estritamente extrativista dilapidam os recursos naturais restantes, sem levar em consideração os custos financeiros, ambientais e o tempo necessário para a sua recuperação. As propriedades seguem um modelo de exploração misto, sendo que 90% destas criam bovinos, caprinos e ovinos de forma simultânea, tendo uma distribuição no efetivo do rebanho nacional de bovinos (14,7%), ovinos (56,9%) e caprinos (90,6%) (IBGE, 2010).

O que pode-se observar é que, de modo geral a exploração das atividades



agropecuárias nas regiões semiáridas é afetada principalmente aos fatores climáticos, dentre os quais, a precipitação e a sua distribuição ao longo do ano destacam-se por serem determinantes na produção, disponibilidade e na qualidade da pastagem, gerando perda na produtividade animal (DANTAS et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2005).

## **2.2 A Caatinga como base para produção animal no semiárido**

A caatinga é um bioma que ocupa cerca de 800.000 km<sup>2</sup> do território brasileiro (DRUMOND et al., 2000), e difere de outras unidades de paisagem pastoris, por apresentar algumas características únicas são elas: 1° este bioma apresenta alta densidade de arbustos e árvores, sendo muito povoada por espécies da família Fabaceae de alto valor nutritivo, por isso tem papel relevante na alimentação de ruminantes, principalmente caprinos, pois estes possuem uma seletividade no ato de pastejo superior aos demais explorados (bovinos e ovinos); 2° parte da vegetação apresenta dormência logo depois que as chuvas encerram, sendo que as folhas ao caírem, podem ser utilizadas pelos animais em pastejo, bem como estas também servem como cobertura para o solo, diminuindo deste modo a evapotranspiração; e 3) a Caatinga possui um estrato herbáceo abundante na época chuvosa, mas efêmero principalmente no período seco. No entanto a Caatinga possui uma alta variação nos seus estratos, com relação aos índices de cobertura e densidade das espécies.

O bioma Caatinga é detentor de uma grande biodiversidade, sendo que já foram catalogadas mais de 3.500 espécies vegetais, estas são distribuídas nos seus diferentes estratos: arbórea (8 a 12 metros), arbustivas (2 a 5 metros) e herbáceas (abaixo de 2 metros), sendo caracterizada de uma forma geral por ter árvores de porte mais baixo e arbustos que em geral perdem suas folhas (espécies caducifólias) na época da seca, bem como de espécies cactáceas e espécies herbáceas efêmeras (CAVALCANTE; RESENDE, 2007). Essa variação no bioma, torna a Caatinga como um dos mais ricos em biodiversidade do mundo.

Segundo Pereira Filho e Bakke (2010), alguns estudos têm demonstrado que a vegetação da Caatinga apresenta uma alta diversidade de gêneros, famílias e espécies vegetais, sendo que os mesmos relataram 932 espécies vasculares durante o desenvolvimento da pesquisa Alves, Araújo e Nascimento (2009) citaram que dessas 380 são endêmicas. Essa biodiversidade historicamente, tem um papel relevante no crescimento ecológico, social e cultural para a região, sendo muitas vezes uma alternativa como fonte de renda (RODAL; COSTA; SILVA, 2008).

Além da sua grande diversidade de espécies botânicas, esse bioma apresenta uma alta capacidade de auto-recuperação diante de algum distúrbio por ele sofrido, essa reconstituição da vegetação ao longo do tempo é denominado resiliência. Porém segundo Silva (2012) as constantes atuações intensivas do homem, sem permitir um período mínimo de recuperação da área, veem contribuindo para que essa resiliência torne-se cada vez menor.

A ação intensiva e sem orientação técnica do homem sobre a vegetação nativa, têm contribuído no processo de sucessão secundária das áreas, favorecendo assim a perda da qualidade do solo, refletindo no desaparecimento de espécies forrageiras do estrato herbáceo, tais como os capins milhã (*Brachiaria plantagineae.*), capim-rabo-de-raposa (*Setária sp.*) e algumas dicotiledôneas como feijão-de-rola (*Phaseolus patyróides L.*), centrosema (*Centrosema sp.*) e erva-de-ovelha (*Stylosanthes humilis*), refletindo no surgimento de outras espécies sem valor forrageiro (BAKKE et al., 2007).

Dentre as espécies lenhosas que surgem como pioneiras em áreas com início de degradação, destacam-se o marmeleiro (*Croton sonderianus*), jurema-preta (*Mimosa Tenuiflora*), mororó (*Bauhinia cheilantha*) e o mofumbo (*Combretum leprosum*).

Toda essa variabilidade das espécies associado a falta de planejamento na utilização dos recursos oferecidos deste bioma, gera uma fragmentação da cobertura vegetal, em um ambiente pouco conhecido e complexo, possibilitando levar o mesmo através de alguma tomadas de decisão precipitada a entrar em um processo irreversível de degradação (SANTANA;SOUTO, 2006).

O estudo das avaliações fitossociológicas: densidade das espécies, frequência, e a sua divisão por família, gênero e espécie; estruturais: altura, produção de biomassa, Índice de área foliar e Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, tornam-se importantes ferramentas que permitem uma avaliação da área, visando o aumento da intensidade de produção de forragem sem comprometer a biodiversidade do bioma (SOUZA et al., 2007).

### **2.3 Degradação das pastagens da região semiárida**

O uso intensivo da agropecuária nas regiões semiáridas, vem causando perda da biodiversidade e na produção de biomassa de forragem dessas áreas ao longo dos anos. Sampaio (2003) mencionou que a deterioração dessas áreas se dá muito em função da sua baixa capacidade produtiva, devido a redução na fertilização, ocasionado pelo desmatamento,

queimadas e contaminação dos solos por agrotóxicos, salinizando-os muitas vezes devido ao uso inadequado da irrigação. Amorim et al. (2014) mencionaram que a Caatinga tem sido degradada de forma intensiva, sendo alterada ou convertida para diversos fins. Na maioria das vezes essa conversão dar-se início com a agricultura que está ligada ao desmatamento total da área, seguido pela queima da vegetação, quando a produção não se torna mais satisfatória, a área é então abandonada para pousio.

Segundo Sousa et al. (2010), o desmatamento é o principal meio de início do processo de desertificação em uma área. Santos et al. (2010) citaram que 20% do bioma Caatinga encontra-se em processo de desertificação. Leal et al. (2003) mencionaram ainda que a Caatinga é o bioma menos protegido do Brasil com cerca de 2% das unidades de conservação do território semiárido, gerando grande impacto na economia da região e na geração de renda das famílias rurais. Conforme Martinelli e Moraes (2013) mencionaram as perdas na biodiversidade do habitat representa a maior ameaça ao bioma, essas perdas são associadas com o aparecimento de espécies invasoras, ocasionado pela baixa fertilidade do solo. Segundo Brasil (2014), o desmatamento na Caatinga pode chegar a 46% de todo o bioma. Sendo que este número vem aumentando em média 2,7% ao ano (ARAÚJO FILHO, 2013).

Esse desmatamento reflete na redução da biodiversidade local, tornando assim a vegetação com poucas espécies, predominando espécies fixadoras de nitrogênio (N) como a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd. Poir.)). Quando o solo recupera os teores de N, essas espécies são sucedidas por outras como a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), leguminosa não fixadora de N, que é comum em áreas próximas recuperadas (GARÍGLIO et al., 2010). Essas práticas acabam que diminuindo o banco de sementes ao longo dos anos seja das espécies herbáceas e ou lenhosas, reduzindo sua biodiversidade e a produção de biomassa, podendo esse efeito ser minimizada pela presença mínima do componente lenhoso nas áreas de pastagem (ARAÚJO FILHO, 2013).

De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013) a Caatinga ocupa 11% do território brasileiro, tendo cerca de 27 milhões de pessoas que vivem na região, sendo a grande maioria proveniente de famílias carentes e dependentes dos recursos do bioma para a sustentabilidade familiar, visto que a sua alta biodiversidade ampara inúmeras atividades, voltadas principalmente para fins agrossilvopastoris. A pecuária representa a principal atividade na Caatinga, sendo-a o principal fornecedor de forragem para os animais

durante parte do ano, no entanto apresenta uma baixa capacidade de suporte, sendo necessária de 10 a 12 ha/cab para bovinos e de 2 a 3 ha/ca para ovinos e caprinos, tornando a atividade insustentável (ARAÚJO FILHO, 2013).

É importante salientar que a riqueza florística da Caatinga é pouco conhecida, dificultando a seleção de plantas com potencial forrageiro (ARAÚJO FILHO, 2013). Alguns estudos (ANDRADE et al., 2003; COSTA et al., 2010; SCORIZA et al., 2012) demonstram a contribuição das árvores para a manutenção dos ciclos de nutrientes no solo, possibilitando manter a produção de biomassa, como é o caso do raleamento. A estabilidade deste bioma ao longo do tempo é baseada no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes, bem como na regulação da população de animais e plantas (AGUIAR et al., 2014).

Demodo a reduzir o avanço dos índices de degradação nas áreas de Caatinga sem comprometer a biodiversidade local, sendo possível aumentar a produção de biomassa para a alimentação animal, a manipulação do estrato lenhoso vem sendo testado em suas diferentes formas. Segundo Paciullo et al. (2008) a presença mínima de árvores e ou arbustivo em um número mínimo, traz inúmeros benefícios ao solo que reflete de forma positiva na produção de biomassa herbácea e na biodiversidade da área.

#### **2.4 Manipulação da Caatinga para viabilizar a pecuária em pastagens nativas no semiárido brasileiro.**

A produção média anual de biomassa da parte aérea da Caatinga, considerando todo o estrato lenhoso, situa-se entre 6 toneladas por hectare, sendo distribuída: 2 toneladas de madeira e 4 toneladas de folhas, flores e frutos, porém apenas 10% das toneladas torna-se disponível para os animais (ARAÚJO FILHO, 2013).

No entanto na época das chuvas a forragem é abundante e de boa qualidade porém é inaccessível para os animais principalmente devido à altura do dossel das árvores e arbustos. Na época seca a forragem torna-se disponível mas de baixo valor nutritivo (ARAÚJO FILHO, 2013).

A presença mínima do componente arbóreo na área contribui para melhorar o microclima, o bem-estar animal, a conservação do solo e da água, a regularização do ciclo hidrológico, a biodiversidade, sequestrando o carbono e a favorecendo a beleza cênica da

paisagem rural. Além disso é possível produzir madeira para o mercado consumidor, minimizando a pressão por uso de madeira nativa, contribuindo assim na diminuição do desmatamento (OLIVEIRA et al., 2007).

Para que a produção de biomassa herbácea não seja comprometida pelo excesso de sombreamento do estrato lenhoso Andrade, Salman e Oliveira (2012), recomendaram que seja realizado um planejamento do estrato lenhoso, sugerindo que a densidade arbórea deva promover uma cobertura de copa variando entre 10 a 40% da área da pastagem, corroborando com a recomendação de 30% a 40% em área de Caatinga para fins pastoris, conforme sugere ARAÚJO FILHO (2013).

No semiárido, especialmente na Caatinga, a manutenção de uma cobertura ideal do solo é uma realidade, uma vez que o pastejo dos animais ocorre em áreas onde há presença de estratos herbáceos e lenhosos (ARAÚJO FILHO, 2013). No entanto, o que se observa é uma degradação dos pastos nativos ocasionado pelo superpastejo e pelo desmatamento total da área.

A maioria das propriedades dispõem de áreas pequenas para grandes rebanhos, por isso faz-se necessário a aplicação de alguma técnica que venha a incrementar a oferta de forragem nesses sistemas, intensificando-o sem degradar.

O raleamento é uma técnica de manipulação do componente arbustivo arbóreo que propõe a substituição de biomassa não forrageira, por biomassa de forragem aceitável pelos ruminantes, via redução na densidade de árvores e arbustos de baixo potencial madeireiro e forrageiro, sem proporcionar a perda da biodiversidade da área. As espécies mais recomendadas para o raleamento são marmeleiro (*Croton suderianus*), velame (*Croton campestris*) e mofumbo (*Combretum leprosum*). Essa prática permite a incidência de luz no interior do sub-bosque e deste modo aumentar a oferta de forragem do estrato herbáceo (ARAÚJO FILHO, 1992). A radiação solar é um fator muito importante para o bom desenvolvimento do sub-bosque e esta afeta diretamente a fotossíntese das plantas (ANDRADE et al., 2002).

A técnica mais conhecida e usual de raleamento é o tipo savana, que consiste no corte seletivo de árvores isoladas, de modo que a paisagem se assemelhe a uma savana africana (ARAÚJO FILHO, 2013). Araújo Filho (2010) recomendou uma densidade de 400 árvores por hectare para que a produção herbácea seja potencializada no raleamento em savana, o que corresponde a uma cobertura de aproximadamente 30%.

Com essa nova arquitetura surge plantas herbáceas mais acessíveis ao pastejo, especialmente no período chuvoso. Araújo Filho et al. (1995) identificaram a presença de

plantas herbáceas em até 80% da dieta dos ruminantes na região semiárida no período das águas. Na época seca o aporte de forragem fica por conta da maior participação do estrato lenhoso. Mourão et al. (2013) mensuraram os benefícios da presença das árvores durante a época seca via aporte de matéria seca de pelo menos 3.000 kg ha<sup>-1</sup>, oriundos do processo de queda de folhas de espécies arbustivo arbóreas com valor forrageiro.

Apesar de todas as vantagens apresentadas, o raleamento em savana apresenta como desvantagens o alto custo de manutenção e a alta dependência de mão de obra, pela singularidade da arquitetura que deve ser mantida. Esse é o principal fator que limita o amplo uso da técnica no semiárido. É comum encontrar pequenas áreas raleadas nas propriedades, no entanto, não mais que três hectares, quantidade insuficiente para manter em equilíbrio a capacidade de suporte das propriedades rurais.

Outro tipo de raleamento é o tipo faixas, que surgiu especialmente para áreas de declividade entre 10-25%. Este tipo de raleamento consiste em manter fileiras de árvores em sentido perpendicular à declividade do terreno, funcionando também como barreira natural contra a erosão, ao centro da área são colocadas leiras que ao longo do tempo são degradadas e recicladas. Porém áreas planas também podem ser raleadas em faixa, tendo como vantagem, em relação ao tipo de raleamento em savana, a menor necessidade de mão de obra e a possibilidade do uso de implementos agrícolas que possam auxiliar o produtor nos tratamentos culturais e no manejo animal (ARAÚJO FILHO, 2013).

Não existem tantas experiências no uso do raleamento em faixas quanto há no raleamento em savana, sendo o raleamento em faixas uma alternativa promissora para áreas de Caatinga. Existe uma resistência de parte dos usuários da manipulação da Caatinga por acreditar que o raleamento em faixas degrada a biodiversidade, uma vez que toda uma área de faixa é desmatada. Porém, esse aspecto pode ser contornado com o dimensionamento adequado da faixa. No interior da faixa devem-se picotar os restos vegetais desmatados em leiras não maiores que 1,5 m, perpendicular ao terreno (CAVALCANTE et al., 2013).

O espaçamento irá exercer interferência sobre a densidade das árvores, sobre a taxa de crescimento da mesma e no desenvolvimento do estrato herbáceo, esses fatores irão contribuir para a viabilidade econômica do empreendimento, por isso é importante se ter um planejamento correto do sistema (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2006).

Uma decisão importante em sistemas onde se pretende adotar o raleamento em faixas é o distanciamento que deve ser adotado e o rearranjo dessas árvores dentro da área. Galzerano e Morgado (2008) citaram que essa decisão é de extrema importância e isso determinará uma condição luminosa moderada para o crescimento das espécies, evitando que

isso possa comprometer o crescimento da planta herbácea.

O sombreamento moderado desencadeado pela presença do componente arbóreo não causa uma diminuição excessiva na maioria das plantas herbáceas, podendo assim manter sua produção semelhante ou até mesmo maior a do cultivo a sol pleno (PACIULLO et al., 2008; SOUZA; SUERTEGARAY; LIMA, 2010).

Em situações onde a faixa é adotada com espécies arbóreas inseridas (plantadas), algumas recomendações já podem ser encontradas em outras regiões do Brasil. Ribaski et al. (2003) descreveram que os plantios em linhas duplas ou triplas (1,5 entre plantas e 3,0 m entre as linhas), com 10, 20 ou 40 m entre as linhas de árvores, permitem além da produção de biomassa herbácea uma boa produção de madeira, gerando uma renda extra ao produtor. Macedo, Valle e Venturini (2010) e Oliveira et al. (2007), observaram que maiores espaçamentos entre linhas, são usados com o objetivo de incrementar a atividade madeireira que pode ser comercializada para empresas de serraria. Radomski e Ribaski (2010), afirmaram que um maior espaçamento das árvores, promoverá realmente um maior acúmulo de madeira porém potencializa a produção de biomassa de forragem devido a maior incidência da luz solar no interior da área, contudo esse espaçamento entre os renques não pode ser grande, muito menos pequeno, pois isto possibilitaria uma maior exposição do solo, da gramínea e dos animais a fatores ambientais.

No caso da Caatinga não existem indicações claras de qual seria a dimensão mais adequada da faixa, porém, tomando por base os estudos pioneiros de Araujo Filho (1992), a manutenção de uma cobertura de copas total na área em torno de 40%, adotando o mesmo critério do raleamento em savana, estabelece que a largura da faixa desmatada seria de 20 m. Gathérum (1960) observou que coberturas superiores a 50% promoveram uma diminuição na produção do estrato herbáceo, não possibilitando um incremento da biomassa. Em ambiente de raleamento em faixas com a avegetação nativa de Caatinga não se conhece os efeitos que o sombreamento das árvores teria sobre a parte da parcela desmatada, especialmente no desenvolvimento de gramíneas forrageiras.

Existe também a possibilidade em se aumentar a produção de biomassa em uma área raleada de modo a se refletir no aumento da capacidade de suporte da Caatinga manipulada, como é o caso do enriquecimento com espécies adaptadas ao clima, sejam elas nativas e ou exóticas (JANK et al., 2010).

## **2.5. Enriquecimento da Caatinga com espécies de gramíneas exóticas para fins pastoris.**

A técnica de implantação de espécies exóticas e ou nativas em áreas de Caatinga raleada é conhecida como enriquecimento. Araújo Filho e Silva (1994) recomendaram as seguintes gramíneas como opções para o enriquecimento do estrato herbáceo: capim-búffel (*Pennisetum ciliare* syn. *Cenchrus ciliaris*), capim-corrente (*Urochloa mosambicensis*), capim-gramão (*Cynodon dactylon*). Ainda na mesma publicação, Araújo Filho e Silva (1994) afirmaram ser o enriquecimento a prática mais efetiva para promover incrementos sustentáveis na produtividade e na capacidade de suporte da Caatinga, aumentando em até 6.400 kg ha<sup>-1</sup> a oferta de forragem e podendo favorecer a quantidade de animais por hectare.

A Caatinga nativa possui uma baixa capacidade de suporte sendo necessário de 10 a 12 ha/cab para bovino e 2 a 3 ha/cab de ovinos e caprinos, quando o enriquecimento ocorre é possível intensificar ainda mais a área, passando a 1,1 bovinos ha<sup>-1</sup> e 10 ovinos e caprinos ha<sup>-1</sup>.

Com o enriquecimento de uma área de Caatinga é possível aumentar a produção de biomassa para 8.000 kg ha<sup>-1</sup>, com uma disponibilidade alcançando 6.400 kg ha<sup>-1</sup>, havendo um aumento no desempenho animal para bovinos de 172 kg ha<sup>-1</sup> para bovinos e 120 kg ha<sup>-1</sup> para ovinos e caprinos (ARAÚJO FILHO, 2013).

Vários autores tais como Albuquerque (1984); Oliveira e Silva (1988); Oliveira (1993) e Oliveira (1996) demonstraram que o capim búffel é uma das gramíneas mais utilizadas para o enriquecimento da caatinga devido sua rusticidade.

Segundo Oliveira (1993) o capim-búffel (*Pennisetum ciliare*) é uma forrageira originária da África, porém se propagou para os continentes Asiático (Indonésia e Índia) e americano (Estados Unidos da América, México e Argentina). A resistência do capim-búffel é originária de seu sistema radicular, que pode chegar a 1,5 m dependendo do cultivar e dos rizomas. Essas características favorecem uma redução no processo de desidratação da planta, promovendo assim a manutenção da umidade, e isso somado a capacidade de absorver água do solo, fazem com que o mesmo se destaque (VIEIRA et al., 2001).

Das cultivares disponíveis no mercado, o cv. Áridus é um dos mais comercializados e cultivados nas regiões semiáridas. Como características morfológicas esta gramínea apresenta colmos mais finos, folhagem densa e uma altura que varia 0,75 a 1,0 m, porém seu florescimento é precoce fazendo com que seu valor nutritivo diminua rapidamente, a produtividade média varia de 2.000 a 6.000 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca (OLIVEIRA 1993). Dantas Neto et al. (2000) conseguiram uma produção de 5.000 kg ha<sup>-1</sup> com uma lâmina de



373 mm ao longo de 88 dias, demonstrando a eficiência no uso da água por essa planta, além disso Oliveira (1993) mencionou que essa gramínea possui uma boa aceitabilidade pelos animais.

Voltolini et al. (2011) relataram ganhos de 0,064 kg animal<sup>-1</sup> em ovinos na categoria de cordeiros mantidos em áreas exclusivas com capim búffel. No entanto essa espécie apresenta algumas características que restringem o seu uso, que são dificuldade em encontrar sementes e a baixa eficiência de germinação. Oliveira (1993) sugere que o capim-búffel seja plantado no mínimo 6 meses após ser colhido, que é o período mínimo para que ocorra a quebra de dormência, no entanto essa dormência nem sempre consegue ser quebrada com facilidade, tendo na maioria das vezes índices de germinação inferiores a 20%.

Com isso algumas outras espécies pertencentes ao gênero *panicum maximum* syn. *Megathyrsus maximus*, vem ganhando espaço na pecuária, pois além da facilidade da colheita da semente e aquisição destas, as mesmas possuem índices de germinação superiores a 70%. As espécies produzem biomassa em quantidade e qualidade, favorecendo a aceitabilidade pelos animais, sendo importante mencionar que as mesmas possuem uma capacidade de adaptativa as condições edafoclimáticas das regiões semiáridas (JANK et al., 2010).

O capim-massai (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs cv. Massai) é uma espécie de origem africana, forma touceiras e apresenta altura média em torno de 60 cm, suas folhas caracterizando-se como quebradiças, sem cerosidade e largura de 1 cm, favorecendo ao consumo animal. As lâminas apresentam densidade média com pelos curtos e resistentes, já a bainha um pouco mais densa. Os colmos são verdes e possui excelente produção de forragem podendo chegar a produzir 19.000 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, com cerca de 80,4% dessa biomassa ser de folha, com grande velocidade de estabelecimento e de rebrota, média tolerância ao frio e boa resistência ao fogo, essas características fazem-na uma excelente alternativa para a produção de forragem em áreas raleadas (JANK et al., 2010). Cavalcante et al. (2014) avaliaram o capim-massai em condição de sequeiro para uso diferido e, observaram uma produção de 2.000 kg de biomassa de forragem total produzida aos 90 dias, sendo que esta apresentava apenas 10% de colmo.

A presença do estrato lenhoso na área não compromete o desempenho da gramínea, desde que o sombreamento seja mantido entre 40% de cobertura, pois valores superiores a esse podem promover mudanças no comportamento das plantas, principalmente estruturais e fisiológicos.

## **2.6 Parâmetros fisiológicos determinantes para o sucesso do estabelecimento de gramíneas exóticas em ambiente sombreado**

Os sistemas de produção de forragem submetidos a algum nível de sombreamento devem ser conduzidos e acompanhados de uma forma mais criteriosa, pois as plantas forrageiras encontram-se em grau de competição constante com o componente arbóreo pela luz solar, água e nutrientes, porém essa concorrência pode ser minimizada e esse nível de sombreamento pode ser utilizado para estimular a produção do estrato herbáceo (ANDRADE et al., 2002).

O desempenho de gramíneas forrageiras em áreas sombreadas pode ser afetado, principalmente os seus índices estruturais, isso a depender da intensidade de sombreamento e do estágio de desenvolvimento da planta, pois, a radiação solar direta é responsável pelo desenvolvimento de um dossel vigoroso, com folhas apresentando várias camadas de células no mesófilo e ricas em cloroplastos, que refletirá na eficiência fotossintética da planta (LARCHER, 2006).

Almeida et al., (2014) relataram que as gramíneas forrageiras de modo geral se mantidas com níveis de sombreamento de superiores a 50%, apresentam lamina foliares e colmos mais longos, menor índice de área foliar (IAF) e maior área foliar específica, essas modificações fazem com que as mesmas aumentem a eficiência no momento de captação de luz solar, para compensar a restrição da radiação fotossinteticamente ativa em ambientes com baixa luz.

Porém alguns estudos têm demonstrado que quando mantidos entre níveis de 30 a 50% de sombreamento, a produção não é afetada e o seu desempenho é mantido ou até mesmo melhorado, muito em função do aumento da mineralização do nitrogênio e da matéria orgânica. Algumas gramíneas são mais tolerantes do que outros ao sombreamento, um exemplo disso são as espécies do gênero *Panicum maximum*, onde pelo menos quatro cultivares (cv. Aruana, cv. Mombaça, cv. Tanzânia e cv. Massai), são recomendadas em sistemas de produção silvipastoris.

Rozados et al. (2007); Yamamoto, Dewi e Ibrahim (2007) e Souza, Suertegaray e Lima (2010) afirmaram haver evidências suficientes para descrever que as características produtivas e nutricionais do pasto em sistema cujo haja interação do estrato lenhoso com o herbáceo podem ser mantidas e até melhoradas, dependendo da quantidade e da qualidade dessa radiação incidente que incide no dossel. Em geral a produção de forragem decresce em

condições de sombreamento intenso, porém em sombreamentos moderados as espécies forrageiras podem desenvolver-se de forma satisfatória. Carvalho (2001) observou que o sombreamento de 30%, foi capaz de favorecer a produção de matéria seca em 20% a mais do que plantas a pleno sol. Paciullo et al (2007) mencionaram que o sombreamento moderado além de possibilitar uma boa produção, pode promover uma melhoria também nos teores de proteína bruta e de minerais na forragem, tais como cálcio, fósforo e potássio em comparação as plantas a pleno sol.

Segundo Fuentes e King (1989) mecanismos fisiológicos são desencadeados quando as plantas forrageiras são submetidas à condição de sombreamento intensivo, tendo início com um processo mecânico de fechamento estomático, induzido por transmissores elétricos que captam a diminuição da incidência luminosa, causando assim, uma redução na transpiração e na fixação interna de CO<sub>2</sub>. Quando isso ocorre, aumenta a concentração interna de CO<sub>2</sub>, isso seguirá ocorrendo até que o mesmo possa ser novamente incorporado ao mesófilo e à PEP case (Fosfoenolpiruvato, enzima que aceita o carbono na etapa bioquímica de plantas C<sub>4</sub>, no entanto esses acontecimentos podem ser minimizados em ambientes com sombreamento moderado.

Mendes et al. (2013) avaliando o distanciamento de árvores de pau-branco (*cordia oncocalyx*) na cultura do milho (*Zea mays*) na Caatinga, observou que a medida que as linhas de plantio da cultura agrícola distanciavam-se da área sombreada, aumentava-se também a condutância estomática para fins de transpiração da cultura, cujo objetivo era diminuir a temperatura foliar devido a alta radiação solar e temperatura. Porém com o aumento desta transpiração desencadeada por esses fatores, a planta acaba que liberando o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que ela passaria a utilizar na fotossíntese e passa a consumir o oxigênio (O<sub>2</sub>), revertendo o uso desses gases que favoreceriam a realização das atividades fotossintéticas. Pois o processo fotossintético ocorre quando a planta fixa o CO<sub>2</sub> e libera o O<sub>2</sub>. Quando o total de CO<sub>2</sub> é fixado pela planta forrageira (fotossíntese bruta) e uma parte excede o gasto com a respiração, é realizado a fotossíntese líquida, que resulta no acúmulo de biomassa (TAIZ; ZEIGER, 2004). Com isso o o raleamento em áreas de Caatinga seja ela no modelo em savana ou faixa, contribui de forma significativa melhorando o desempenho de plantas forrageiras, refletindo no aumento da oferta e na qualidade de forragem para os animais ruminantes.

O estudo das variáveis estruturais: altura, produção de biomassa total, índice de área foliar, interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, densidade populacional de

perfilhos, número de folhas vivas e variáveis fisiológicas: taxa de transpiração e temperatura foliar, taxa de fotossíntese foliar, concentração de dióxido de carbono na folha, condutância estomática, relação fotossíntese/transpiração (uso eficiente da água), relação fotossíntese/condutância (uso eficiente da água intrínseca) e relação de clorofila a e b em áreas de Caatinga raleada, permitem uma avaliação conjunta da busca pela melhor condição de produção animal, visando o aumento da intensidade de produção de forragem sem comprometer a biodiversidade do bioma.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos quatro experimentos, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa caprinos e ovinos) em Sobral/CE, Brasil, de janeiro a junho de 2016, dois em área raleada em savana ( $03^{\circ}46'S$  e  $040^{\circ}19'W$ ) e dois em área raleada em faixas ( $03^{\circ}44'S$  e  $040^{\circ}21'W$ ). A área raleada em savana tem vinte anos (1997) que foi manipulada e a área raleada em faixas apenas um ano (2016) de manipulação, ambas com aproximadamente três hectares cada (Figura 1).

**Figura 1:** Localização das áreas experimentais do raleamento em faixas (A) e raleamento em savana (B).



Fonte: Google earth

O clima nas áreas experimentais é semiárido, do tipo BShw, segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa de janeiro a junho. A temperatura média anual é de  $28^{\circ}C$  e a precipitação média de  $759\text{ mm ano}^{-1}$ . Ambas as áreas havia presença de manchas de Luvissole Crômico Órtico típico e Luvissole Hipocrômico Órtico típico (AGUIAR et al., 2006), cujas as análises químicas podem ser visualizadas logo abaixo (Tabela 1).

O solo da área raleada em savana apresentava textura argilosa, enquanto que o solo da área raleada em faixa textura arenosa (Figura 2).

**Tabela 1:** Atributos químicos do solo coletado na área raleada em savana e área raleada em faixas.

Área raleada em savana											
Camada	pH	M.O	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
M		g dm <sup>-3</sup>	-----mg dm <sup>-3</sup> -----					-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			%
0,00-0,10	6,9	31,5	11,1	200,8	5,8	72,0	24,0	15,0	101,0	116,6	87
0,10-0,20	6,9	17,4	6,4	150,0	7,7	66,0	27,0	17,8	99,6	117,4	85
Área raleada em faixas											
Camada	pH	M.O	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
M		g kg	-----mg dm <sup>-3</sup> -----					-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			%
0,00-0,10	5,4	20,38	9,0	162,0	39,0	36,0	43,0	23,1	85,0	108,0	78
0,10-0,20	5,4	10,24	2,0	123,0	59,0	50,0	54,0	29,7	109,0	139,0	79

**Figura 2:** Solo de textura argilosa da área raleada em savana (A) e solo com textura arenosa da área raleada em faixas (B).

(A)



(B)

Fonte: Autor.

Os quatro experimentos conduzidos foram:

Experimento 1: Levantamento fitossociológico da Caatinga raleada em savana em relação à Caatinga nativa (sem raleamento) em duas épocas na estação chuvosa (época das águas e época de transição águas-seca).

Experimento 2: Implantação do capim-massai e do capim-búffel em área raleada em savana.

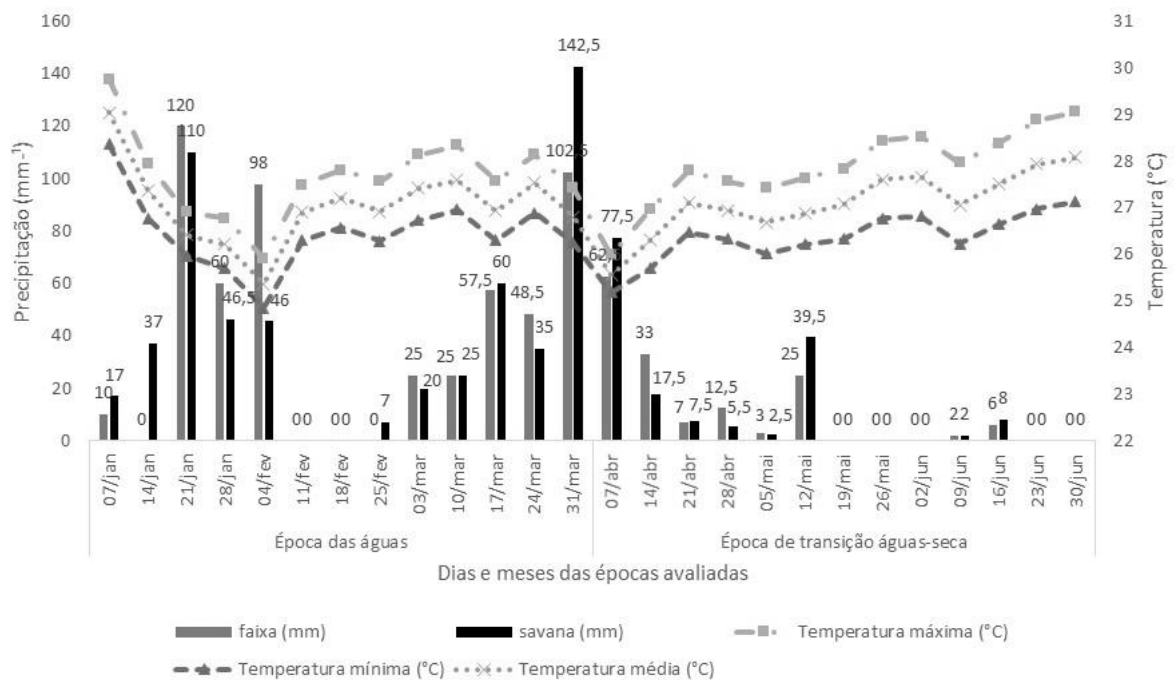
Experimento 3: Levantamento fitossociológico da Caatinga raleada em faixas em relação à Caatinga nativa (sem raleamento) em duas épocas na estação chuvosa (época das águas e época de transição águas-seca).

Experimento 4: Implantação do capim-massai e do capim-búffel em área raleada em faixas.

Os dados de temperatura foram obtidos via estação meteorológica automática, enquanto, a precipitação foi coletada diariamente, em cada local experimental, com pluviômetro, sendo o acumulado por semana, apresentado logo abaixo (Figura 3).

O acumulado total de chuvas durante a época das águas foi de 546,0 mm e 546,5 mm, e na transição águas-seca foi de 160,0 mm e 151,0 mm, para a área raleada em faixa e para a área raleada em savana, respectivamente.

**Figura 3:** Temperaturas (°C) máximas, médias e mínimas e precipitação acumulada durante a semana (mm) nas áreas dos experimentos do Raleamento em savana e do raleamento em faixas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O delineamento utilizado para o experimento 1 e para o experimento 3, foi em blocos completos casualizados no arranjo em parcelas subdivididas, com medidas repetidas no tempo (sendo as parcelas as áreas raleadas e não raleadas e as subparcelas as épocas: águas

e transição águas-seca), com quatro repetições. Para o experimento 2 e o experimento 4, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições.

O raleamento da Caatinga em savana foi realizado manualmente no ano de 1996, mantendo cobertura lenhosa de 35% à 40% após o corte seletivo das árvores que apresentavam alta densidade e frequência na área. O raleamento da Caatinga em faixas foi realizado no ano de 2015 e consistiu na presença intercalada de vegetação nativa intacta (15 m x 250 m) e área desmatada (20 m x 250 m), mantendo cobertura lenhosa semelhante à do raleamento em savana.

### 3.1 Condução dos experimentos

Para o experimento 1, conduzido na área raleada em savana (figura 4), foram implementados os seguintes tratamentos: raleamento em savana e testemunha (área não raleada), onde se avaliaram características estruturais, fitossociológicas e composição botânica do pasto nativo em duas épocas do ano: época das águas (07/01/16 a 31/03/16) e época de transição águas-seca (01/04/16 a 30/06/16).

Para o experimento 2, também conduzido na área raleada em savana testou-se o estabelecimento em parcelas de duas gramíneas: capim-búffel (*Pennisetum ciliare* cv. Áridus syn. *Cenchrus ciliares* cv. Áridus) e capim-massai (*Megathyrsus maximus* cv. Massai syn. *Panicum maximum* cv. Massai), iniciando após a germinação das sementes (08/03/16) e finalizando 80 dias após (03/06/16) (Figura 5).

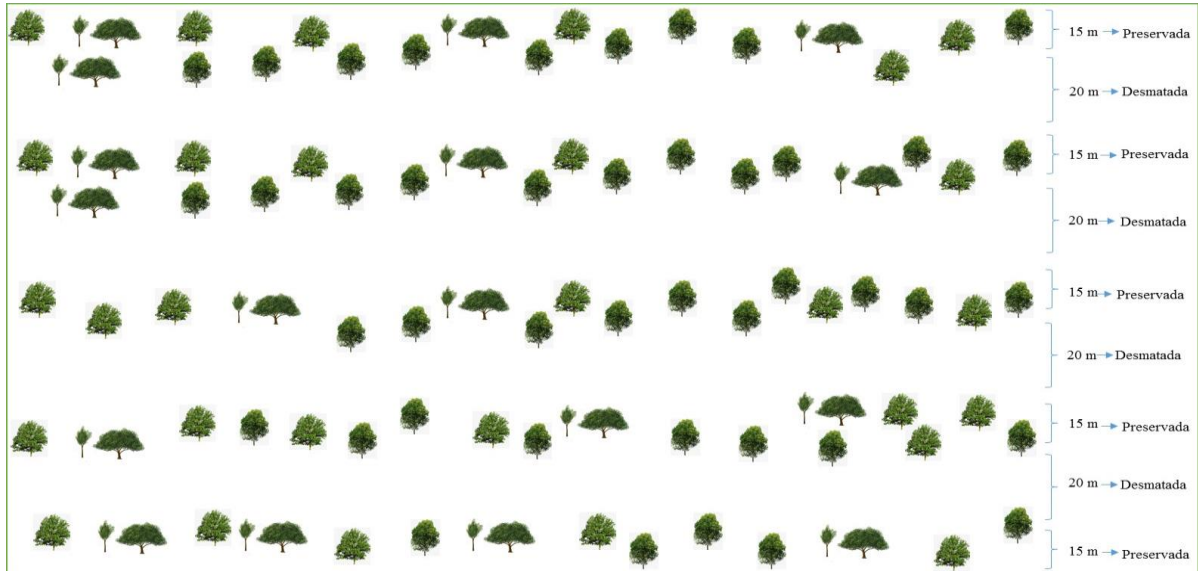
No experimento 3, conduzido na área raleada em faixas (figura 4), foram implementados os seguintes tratamentos: raleamento em faixas e testemunha (área não raleada), onde se avaliaram características estruturais, fitossociológicas e composição botânica do pasto nativo em duas épocas do ano: época das águas (07/01/16 a 31/03/16) e época de transição águas-seca (01/04/16 a 30/06/16).

No experimento 4, também conduzido na área raleada em faixas testou-se o estabelecimento em parcelas de duas gramíneas: capim-búffel (*Pennisetum ciliare* cv. Áridus syn. *Cenchrus ciliares* cv. Áridus) e capim-massai (*Megathyrsus maximus* cv. Massai syn. *Panicum maximum* cv. Massai), iniciando após a germinação das sementes (08/03/16) e finalizando 80 dias após (03/06/16), porém, pela não germinação das plantas de capim-búffel, analisou-se apenas o capim-massai e considerou-se a condição de sol e sombra como tratamento, sendo as parcelas de sol localizadas ao centro da faixa e a de sombra nas laterais

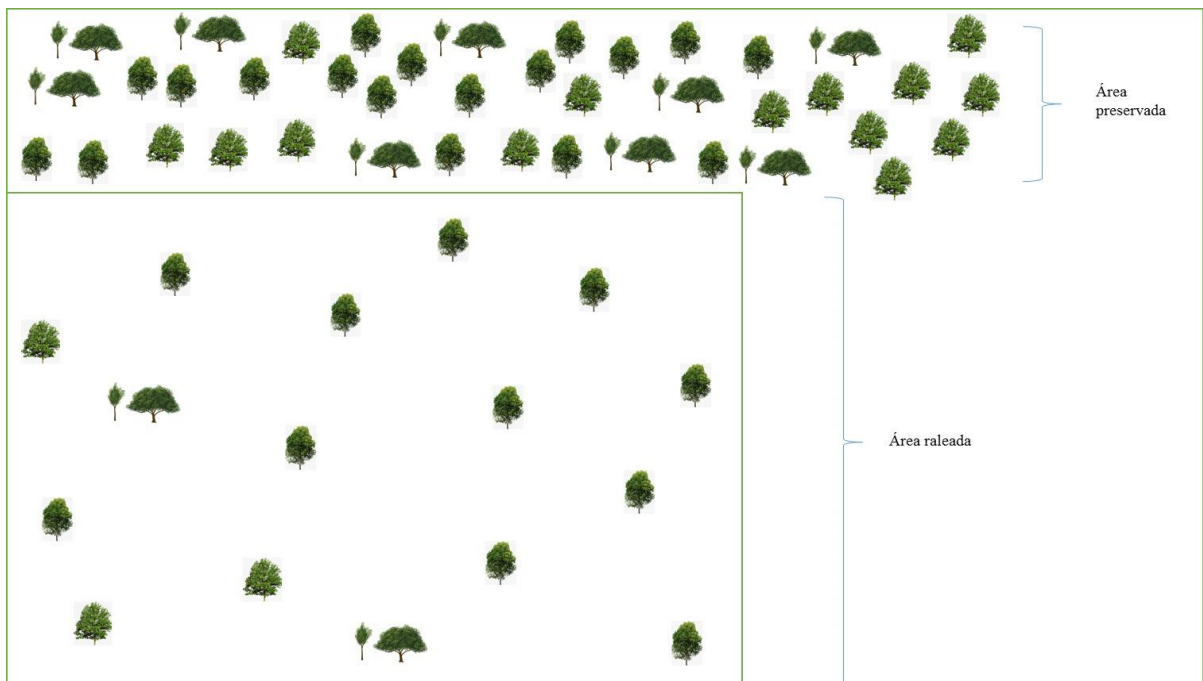


das faixas (sendo considerada a média dos dois lados para representar a condição sombreado) (Figura 5).

**Figura 4:** Ilustração esquemática de uma área raleada em faixa (A) e de uma área raleada em savana (B).



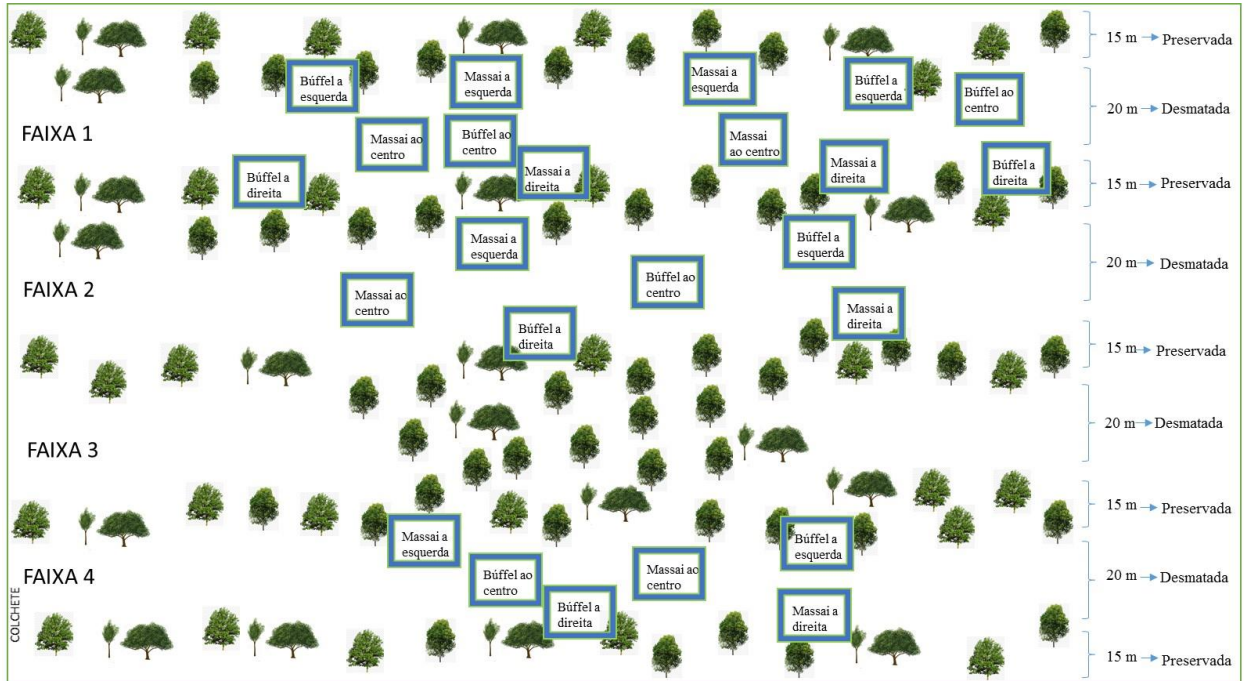
(A)



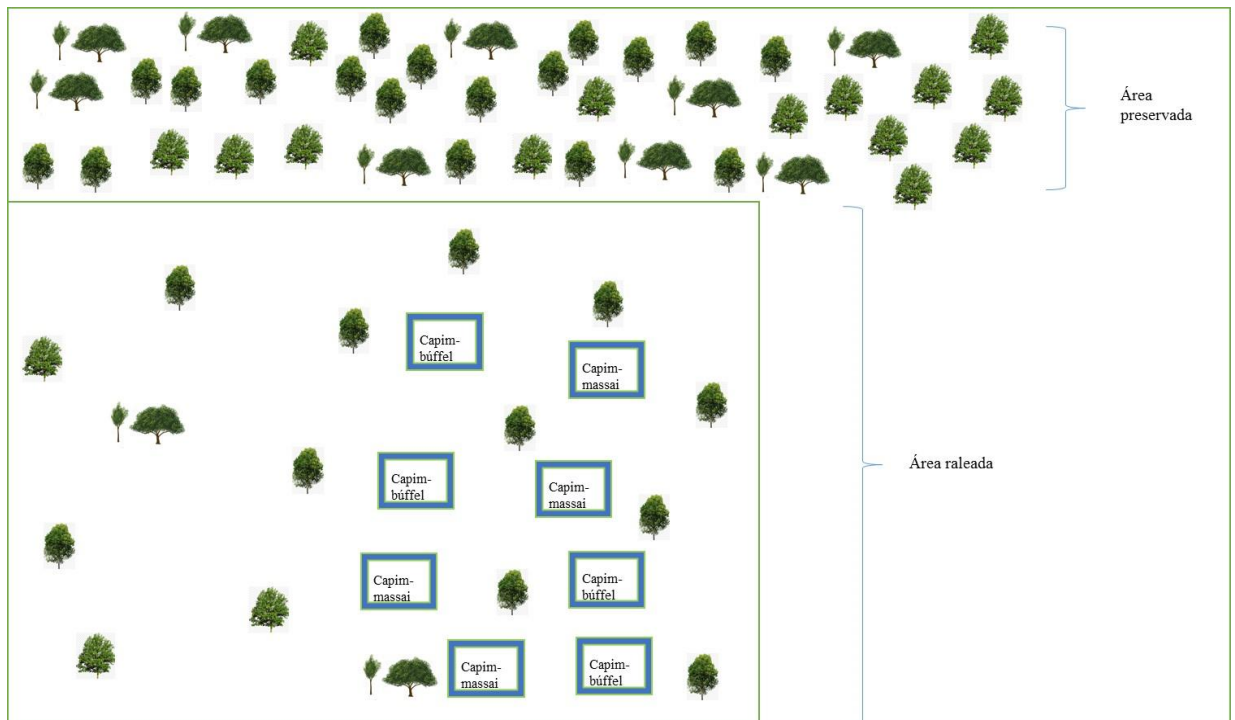
(B)

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 5:** Implantação das parcelas experimentais do capim-massai cultivado em área raleada em faixas na condição a pleno sol e na condição sombreado (A) e do capim-massai e do capim-búffel em área raleada em savana (B).



(A)



(B)

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2 Variáveis analisadas

Para os experimentos 1 e 3 foram avaliadas as características estruturais do estrato herbáceo, sendo elas: biomassa de forragem total e serapilheira ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); altura (cm), utilizando bastão graduado tipo *Swardstick*; índice de área foliar (IAF) e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA - %), utilizando analisador PAR-LAI em agricultura modelo Accupar LP-80. As medidas foram tomadas ao longo do comprimento da parcela experimental ( $0,250 \text{ m}^2$ ), abaixo e acima do dossel, no número mínimo de 12 pontos na área raleada em savana e testemunha e; 24 pontos na área raleada em faixa e testemunha (Figura 6).

**Figura 6:** Identificação e corte do estrato herbáceo nativo (A), utilizando uma moldura (B) e quantificando o índice de área foliar abaixo (C) e acima do dossel (D) com ceptômetro modelo Accupar LP-80.



(A)



(B)



(C)



(D)



Também foi avaliado o estrato lenhoso das áreas raleadas e não raleadas.

O estrato herbáceo foi composto por todas as espécies presentes na moldura de 0,25 m x 1 m (0,250 m<sup>2</sup>), com até 1,0 m de altura. O estrato lenhoso foi composto por arbustos e árvores cuja altura (m) maior que 1,0 m e diâmetro ao nível do solo (DNS) acima de 3 cm em parcelas de 15 m x 30 m (RODAL; SAMPAIO; FIGUEIREDO, 2013). O diâmetro da altura da base a 0,30 m do solo (DAB), do peito a 1,3 m do solo (DAP) e altura (m) da árvore, presentes na parcela também foram colhidos, utilizando-se uma suta finlandesa (Figura 7).

**Figura 7:** Levantamento fitossociológico do estrato lenhoso (A), mensuração do diâmetro da altura da base (B), com uma suta (C) e uma fita métrica (D).



(A)



(B)



(C)



(D)

As características fitossociológicas foram avaliadas tanto no estrato herbáceo quanto no lenhoso. Para o estrato herbáceo avaliou-se pelo método visual: cobertura total do solo (%), cobertura por monocotiledôneas (%), dicotiledôneas herbáceas (%) e serrapilheira (%) e a frequência absoluta das espécies herbáceas. Para o estrato lenhoso, foram quantificados a frequência absoluta (%) (1); as densidades específica (indivíduos/ha) (2), relativa (%) (Indivíduos por espécie em função do número total de indivíduos por hectare) (3) e total (4); o índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) (5) e o índice de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (6).

$$(1) \quad F. A(\%) = \frac{n.a.e}{N.A.T} \times 100$$

$$(2) \quad D. E = \frac{10.000}{A \times N}$$

$$(3) \quad D. R(\%) = \frac{D.E}{D.T}$$

$$(4) \quad D. T = \sum D.E$$

$$(5) \quad H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \times \ln \frac{n_i}{N}$$

$$(6) \quad J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

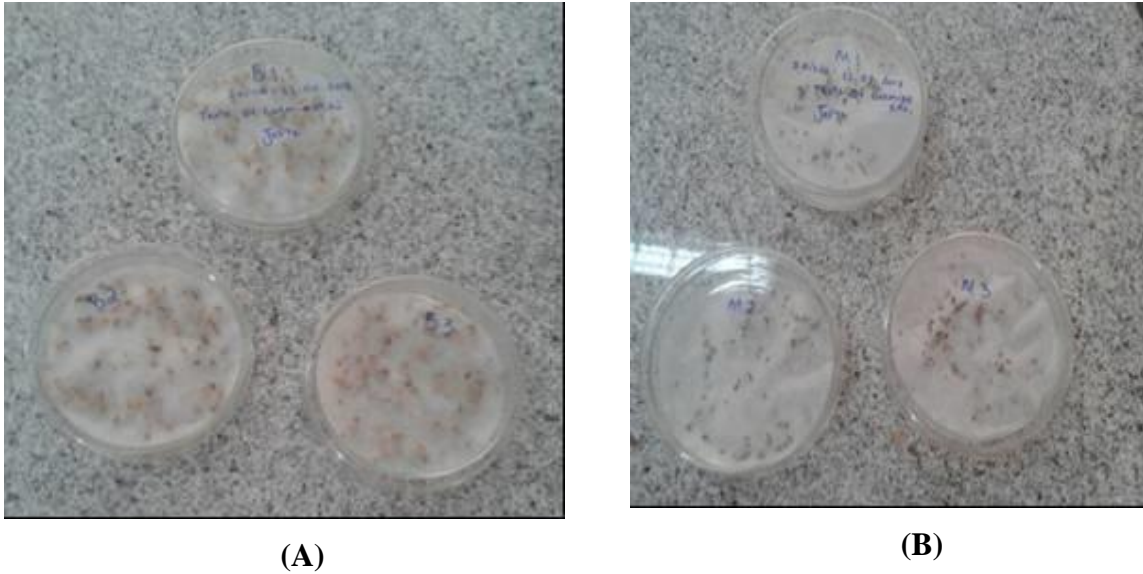
Em que: n.a.t = Número de unidades amostrais com ocorrência da espécie; N.A.T = Número total de unidades amostrais; S = número total de espécies amostradas; A = area amostrada; N = número total de indivíduos amostrados;  $n_i$  = número de indivíduos amostrados para a  $i$ -ésima espécie; Ln= Logaritmo neperiano.

A identificação botânica das espécies dos estratos herbáceo e lenhoso do pasto nativo seguiu o protocolo do sistema APG III (Angiosperm Phylogeny Group, 2009). A partir da composição botânica, as espécies foram agrupadas em forrageiras, aquelas de reconhecida aceitação pelos animais; e não forrageiras, as plantas invasoras, tóxicas e de baixo valor nutritivo. As plantas identificadas nesse trabalho receberam uma numeração, de acordo com a coleção de trabalho do projeto de pesquisa, registrada no herbário da Embrapa Caprinos e Ovinos.

No experimento 2 realizado na área raleada em savana e 4 conduzido na área raleada em faixas, testou-se a implantação de duas gramíneas: capim-búffel e o capim-massai.

Para as gramíneas utilizadas no enriquecimento das áreas raleadas, foram colhidos os dados de germinação (%), conforme metodologia de BRASIL (2009) (Figura 8).

**Figura 8:** Teste de germinação em laboratório do capim-búffel (A) e do capim-massai (B).



Fonte: Autor.

Após a germinação ser calculada, foram realizados os calculados cálculos de valor cultural (1) e taxa mínima de sementeira (2), conforme as fórmulas abaixo:

$$(1) \quad V.C (\%) = \frac{P}{G} * 100$$

$$(2) \quad T.M.S (kg/ha) = \frac{P.V.C}{\% V.C}$$

Em que: V.C (%) = Valor cultural; P = Pureza; G = Germinação; T.M.S (kg/ha) = Taxa mínima de sementeira; P.V.C = Pontos de valor cultural;

Foi adotado uma taxa mínima de sementeira de 866 kg.ha<sup>-1</sup> para o capim-búffel e 110 kg.ha<sup>-1</sup> para o capim-massai em ambas as áreas raleadas, sendo as mesmas plantadas no mesmo dia.

As espécies foram implantadas em parcelas de 9 m<sup>2</sup>, no início das chuvas, em profundidades de 1 a 3 cm para o capim-massai e de 2 a 4 cm para o capim-búffel de acordo com Dias Filho (2012), com espaçamento entre linhas de 35 cm, adubadas com nitrogênio em uma quantidade equivalente a 300 kg.ha<sup>-1</sup>, 16 dias após a germinação quando já se tinha 60% do solo coberto pela espécie afim de se ter um melhor aproveitamento do adubo. A adubação foi realizada para condição de baixo nível tecnológico (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999) (Figura 9).



**Figura 9:** Plantio do capim-massai (A) do capim-búffel (B), adubação nitrogenada (C) e acompanhamento semanal do desenvolvimento das plântulas (D).



(A)



(B)



(C)



(D)

Fonte: Autor.

As características estruturais foram avaliadas aos 80 dias pós-germinação. A amostragem foi realizada ao nível do solo para a contabilização da biomassa total e seus componentes (lâmina foliar, colmo e material morto). O material foi levado à estufa de ventilação forçada de ar a 55 °C até peso constante. Mediu-se também o IAF e IRFA, conforme descrito anteriormente, amostrando-se cinco pontos por parcela (9 m<sup>2</sup>); a altura (cm), densidade populacional de perfilhos (DPP) e o número de folhas vivas por perfilho (NFV) em moldura de 0,5 m x 0,5 m; e quantificado a eficiência de uso da água (EUA)

segundo TUNER (2004) (Figura 10).

**Figura 10:** Mensuração da altura (A), quantificação do índice de área foliar (B), corte das parcelas (C) e fracionamento do material coletado (D).



(A)



(B)



(C)



(D)

Fonte: Autor.

As características fisiológicas foram obtidas com uso de dois equipamentos: Analisador de trocas gasosas por infravermelho (IRGA) modelo LC-Pro-SD (ADC Bioscientific Ltd Hoddesdon, Hertfordshire, UK) e clorofilômetro modelo SPAD-502. As medidas foram tomadas na última folha recém-expandida de plantas localizadas em posição de crescimento intermediário dentro da parcela (Figura 11). No dia anterior a essas medições, foi realizado o curso diário de fotossíntese a cada duas horas (06:00; 08:00; 10:00; 12:00;



14:00 e 16:00 horas), para se determinar o melhor momento para avaliar as características fisiológicas das gramíneas utilizadas no enriquecimento, ficando determinado o horário de 08:00 horas para a área raleada em faixas na condição de pleno sol e 10:00 horas para a área raleada em faixas na condição de sombra e para a área raleada em savana (Figura 12). As variáveis mensuradas foram: taxa de transpiração foliar ( $E$ ,  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ); taxa fotossintética ( $A$ ,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ); taxa de condutância estomática ( $g_s$ ,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ); concentração interna de dióxido de carbono ( $C_i$ , ppm); temperatura interna da folha ( $T_{\text{Fol}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ); taxa de carboxilação ( $A/C_i$ ); uso eficiente da água ( $A/E$ ) e índice relativo de clorofila a e b (unidades SPAD).

**Figura 11:** Avaliações fisiológicas das gramíneas (A) na última folha recém expandida (B) utilizando o equipamento IRGA (C) e quantificação do índice relativo de clorofila a e b com o equipamento SPAD (D).



(A)



(B)

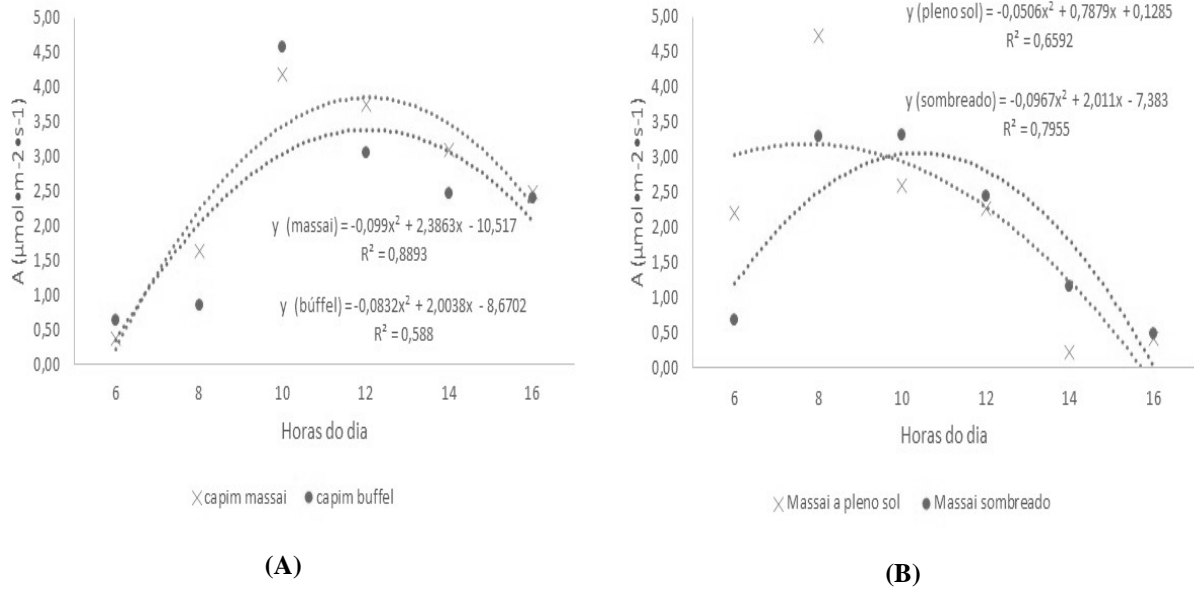


(C)



(D)

**Figura 12:** Variação da fotossíntese ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) ao longo do dia dos capins massai e búffel em área raleada em savana (A) e do capim-massai a pleno sol e sombreado em area raleada em faixas (B) na Caatinga em Sobral/CE, no ano de 2016 na época chuvosa.



Fonte: Autor

### 3.3 Análises estatística

Todos os dados foram submetidos a testes de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk ( $p < 0,05$ ) e homocedasticidade, pelo teste de Bartlett ( $p < 0,05$ ). Os dados referentes às características estruturais e fisiológicas foram submetidos a análise de variância (ANOVA). As interações foram desdobradas quando significativas pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A variável Número de folhas vivas por perfilho do experimento dois foi transformado pela equação  $Y' = y^2$ . Utilizou-se estatística descritiva para os parâmetros fitossociológicos e de composição botânica. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, adotou-se o procedimento MIXED, do programa computacional SAS (SAS Institute, versão 9.3, ano 2009).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Experimento 1 – Levantamento fitossociológico da Caatinga raleada em savana em relação à Caatinga nativa (sem raleamento) em duas épocas na estação chuvosa (época das águas e época de transição águas-seca).

O raleamento em savana favoreceu o aumento de biomassa de forragem ( $p < 0,05$ ), tanto na época das águas quanto na época de transição águas-seca. Essa resposta deve-se ao aumento significativo ( $p < 0,05$ ) do componente dicotiledônea herbácea na área raleada em savana, já que na área testemunha a cobertura variou de 21,4% na época das águas e 14,4% na época de transição águas-seca, enquanto na área raleada em savana esses valores foram em média de 45,2% na época das águas e 39,6% na época de transição águas-seca (Tabela 2).

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a variável cobertura total do solo na área raleada em savana para a época de transição águas-seca, muito em função do fluxo de diminuição de espécies na área testemunha, onde foi possível quantificar nessa época cerca de 3 espécies, com destaque para a espécie *Senna obtusifolia* Link. Irwin & Barneby com frequência de 100% na área testemunha (Tabela 3). Esta espécie é invasora e caracteriza-se como uma leguminosa herbácea anual muito comum nas épocas de baixa precipitação, prolongando-se por toda a estação chuvosa devido aos seus teores de lignina e fibra, que possibilitam-na uma adaptação a períodos mais secos (NASCIMENTO; NASCIMENTO; RIBEIRO, 2001).

Para a área raleada em savana foram identificadas 14 espécies, com destaque para a espécie *Phaseolus patyróides* Linnaeus com frequência de 20,8%. Esta espécie herbácea é considerada de grande potencial forrageiro (PEREIRA FILHO; SILVA; CÉZAR, 2013).

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para o aparecimento do componente cobertura por monocotiledôneas (%) na área raleada em savana, especialmente na época das águas, quando comparada à testemunha (Tabela 2). O raleamento em savana promoveu uma condição de luminosidade mais favorável (IRFA 87%) contra (IRFA 97%) da área testemunha. Para as gramíneas anuais que se desenvolvem nesse período, merece destaque a espécie *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc., com frequência superior de 79% (Tabela 3). Esta espécie tem ciclo efêmero com duração média de 21 dias e muito apreciada pelos animais (SILVA et al., 2011).

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a variável IAF entre as épocas avaliadas (época das águas e época de transição águas-seca), demonstrando que a baixa

frequência associada ao baixo volume de chuva precipitado, fizeram com que as plantas diminuíssem a área foliar, como medida de adaptação buscando diminuir a transpiração. Beltrão e Oliveira (2008) citaram que o aumento das temperaturas na região semiárida, associadas ao alto índice de radiação solar e as variações na concentração de CO<sub>2</sub>, durante o ano, podem influenciar no crescimento, produção e reprodução das plantas nativas, refletindo assim na sua produção final de biomassa.

A área testemunha apresentou como vantagem uma maior cobertura por serrapilheira em ambas as épocas avaliadas se comparada a área raleada em savana (Tabela 3). Essa resposta é devido à presença do maior número de árvores e arbustos.ha<sup>-1</sup> (1.099 na área testemunha, contra 182 na área raleada em savana), em sua grande maioria, caducifólias (especialmente *Croton sonderianus* Muell. Arg., um arbusto que apresentou 628 plantas.ha<sup>-1</sup>). Segundo Alves, Araújo e Nascimento (2009) o processo de caducifoliar (queda das folhas) se dá como medida adaptativa das espécies lenhosas para diminuir a transpiração.

A área raleada em savana apresentou uma menor produção de biomassa de serrapilheira (BSP, kg.ha<sup>-1</sup>) seguindo o mesmo comportamento da variável anterior (cobertura por serrapilheira, %), demonstrando a serrapilheira diminuiu ao longo das duas épocas avaliadas independente da área ter sido ou não raleada. A época das águas apresentou a maior quantidade de serrapilheira, devido a maioria das espécies presentes na área terem característica caducifólia (comum em épocas secas). Como a época avaliada (águas) veio logo após essa época seca, foi comum que a mesma tivesse uma maior quantidade desse componente. A presença da precipitação ao longo da época das águas, favoreceu a decomposição da serrapilheira que segundo Lima et al., (2015) favorece o crescimento de microorganismos que atuaram de forma mais intensiva na decomposição.

O maior sombreamento presente na área testemunha não foi capaz de aumentar a altura do pasto, que foi mais influenciada pela presença da espécie *Hyptis suaveolens* (Link) Poit., com mais de 90% de frequência na área raleada em savana, em ambas as épocas avaliadas. Esta espécie caracteriza-se por ser invasora e ter baixo valor forrageiro e pode chegar a 2 m de altura. É considerada uma das principais colonizadoras da Caatinga em estágio sucessional do nordeste brasileiro e pode provocar uma redução na produtividade das pastagens de maior valor forrageiro (SILVA; ARAÚJO FILHO; FERNANDES, 2009).

**Tabela 2:** Componentes de cobertura, biomassa, altura, índice de área foliar e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa do estrato herbáceo em Caatinga raleada em savana e não raleada

Manipulação	Época das águas	Época de transição águas-seca	Média
Cobertura total do solo (%) (cv = 22,73%)			
Raleamento	61,35 <sup>Aa</sup>	45,83 <sup>Ab</sup>	53,59
Testemunha	64,48 <sup>Aa</sup>	37,92 <sup>Bb</sup>	51,20
Média	62,92	41,88	
Cobertura por monocotiledôneas herbáceas (%) (cv = 150,00%)			
Raleamento	9,85 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Ab</sup>	4,93
Testemunha	1,77 <sup>Ba</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>	0,89
Média	5,81	0,00	
Cobertura por dicotiledôneas herbáceas (%) (cv = 47,00%)			
Raleamento	45,21	39,58	42,40 <sup>A</sup>
Testemunha	21,36	14,38	17,87 <sup>B</sup>
Média	33,28 <sup>a</sup>	26,98 <sup>a</sup>	
Cobertura por serrapilheira (%) (cv = 79,00%)			
Raleamento	6,08 <sup>Ba</sup>	6,67 <sup>Ba</sup>	6,37
Testemunha	41,56 <sup>Aa</sup>	23,55 <sup>Ab</sup>	32,55
Média	23,82	15,11	
Biomassa forragem total (BFT, kg ha <sup>-1</sup> ) (cv = 104,00%)			
Raleamento	1.940,55	1.918,55	1.929,75 <sup>A</sup>
Testemunha	78,42	37,40	57,91 <sup>B</sup>
Média	1.009,50 <sup>a</sup>	978,18 <sup>a</sup>	
Biomassa de serrapilheira (BSP, kg ha <sup>-1</sup> ) (cv = 82,00%)			
Raleamento	1.033,33 <sup>Ba</sup>	170,00 <sup>Ab</sup>	601,67
Testemunha	1.777,50 <sup>Aa</sup>	640,00 <sup>Ab</sup>	1.206,25
Média	1.402,92	405,00	
Altura do estrato herbáceo (cm) (cv = 87,00%)			
Raleamento	19,35 <sup>Ab</sup>	77,96 <sup>Aa</sup>	48,65
Testemunha	12,86 <sup>Aa</sup>	16,04 <sup>Ba</sup>	14,45
Média	16,11	47,00	
Índice de área foliar (IAF) (cv = 52,41%)			
Raleamento	4,79	1,46	3,13 <sup>B</sup>
Testemunha	7,04	3,14	5,10 <sup>A</sup>
Média	5,92 <sup>a</sup>	2,30 <sup>b</sup>	
Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA, %) (cv = 18,00%)			
Raleamento	87,13	59,92	73,52 <sup>B</sup>
Testemunha	97,25	78,92	88,10 <sup>A</sup>
Média	92,19 <sup>a</sup>	62,42 <sup>b</sup>	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, dentro de cada variável, diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quando foi detectado interação significativa as letras foram deixadas ao centro de cada variável e não na média, já quando não foi observado interação significativa as letras foram deixadas apenas na média.

Para as espécies pertencentes ao grupo funcional das forrageiras, foi possível observar que a área raleada em savana favoreceu o aparecimento de espécies forrageiras do estrato herbáceo em relação à área testemunha. Na época das águas a área raleada em savana produziu 9 (nove) espécies, enquanto na época de transição águas-seca esse número foi de 7 (sete); Já a área testemunha 7 (sete) na época das águas e 1 (um) na época de transição águas-seca para esse grupo (Tabela 3).

Na área raleada em savana o aumento do grupo funcional das forrageiras foi especialmente em plantas da família Fabaceae com variação mínima de 0 e máxima de 64,6% na frequência de aparecimento na época das águas e, 0 (mínima) e 20,8 (máxima) na época de transição das águas (Tabela 4). As espécies pertencentes a esta família são reconhecidas por seus altos teores de proteína e boa capacidade de fixar nitrogênio, refletindo na melhoria da fertilidade do solo (QUEIROZ, 2009; CARVALHO, 2001).

A espécie que apresentou a maior frequência da família Fabaceae na área raleada em savana foi a *Arachis dardani* Krapov. & Wing. Coutu. Gregory (com 64,6% na época das águas), e a *Phaseolus patyroides* Linnaeus. (com 20,8% na época de transição águas-seca) (Tabela 3). Essas duas espécies são consideradas forrageiras, demonstrando que o raleamento promoveu o aparecimento do grupo funcional das espécies forrageiras durante as duas épocas de intensidade de chuva. Segundo Silva, Araújo Filho e Fernandes (2009) citaram que o raleamento é uma técnica capaz de manter as espécies não forrageiras em cobertura e densidade, de modo a não interferir no aumento e desenvolvimento de espécies forrageiras, sem comprometer a biodiversidade.

De modo geral as espécies herbáceas apresentam ciclo efêmero, sendo as monocotiledôneas encerrando o seu ciclo geralmente até a primeira metade da época chuvosa, enquanto as dicotiledôneas na segunda metade dessa época.

A espécie que apresentou a maior frequência na área raleada em savana e na testemunha na época das águas foi a *Lantana Camará* Link. (97,9% e 63,3%, respectivamente) diminuindo para 2% e 0% na época de transição águas-seca, respectivamente. Araújo, Quirino e Machado (2011) citaram que a diminuição da precipitação é um dos principais fatores que ativam a floração de algumas espécies do estrato herbáceo na Caatinga, favorecendo a sua fenologia reprodutiva e fazendo com que desapareçam logo em seguida. Na época de transição águas-seca na área raleada em savana, a espécie *Hyptis suaveolens* Link. Poit (95,8%) e *Senna obtusifolia* Link Irwin e Barneby (100%) apresentaram a maior frequência de aparecimento. Essas espécies são comuns em áreas de Caatinga, sendo muito comuns em épocas cuja precipitação é baixa. Essa adaptação está associado a mecanismos que estas plantas desenvolvem de modo a usar melhor a água em regiões semiáridas (SOUSA, 2004).

Para as espécies referentes ao estrato lenhoso foi possível observar que a área raleada apresentou o menor número de árvores (isso em função do corte seletivo que caracteriza esta técnica), porém com aumento do número de espécies.

No estrato lenhoso as famílias Fabaceae e Euphorbiaceae foram as que

apresentaram o maior número de espécies na área raleada em savana, enquanto na área testemunha apenas a família botânica Fabaceae foi a que apresentou esse maior número de espécies. Segundo Giulietti et al. (2004) as famílias Fabaceae e Euphorbiaceae estão entre as que possuem a maior frequência em regiões semiáridas, principalmente em áreas de Caatinga, principalmente por possuírem características adaptativas as condições impostas nesses ambientes.

As espécies mais comuns na área raleada em savana foram *Cordia oncocalyx* Allemão (105 árvores.ha<sup>-1</sup>), *Poincianella pyramidalis* Tui. (21 árvores.ha<sup>-1</sup>) e *Mimosa Caesalpinifolia* Benth (20 árvores.ha<sup>-1</sup>). Estas espécies são comuns e predominam também em outras áreas de Caatinga (CALIXTO JUNIOR; DRUMOND, 2011).

A família Anacardiaceae teve sua presença detectada apenas na área raleada em savana. Nesta família a espécie *Myracrodruon urundeuva* Allemão, apresentou 4 árvores.ha<sup>-1</sup>. Esta espécie caracteriza-se por não entrar em dormência durante a seca, a mesma consegue manter aproximadamente 10% da sua folhosidade.

A espécie que teve a maior frequência na área raleada em savana foi a *Cordia oncocalyx* Allemão, muito em função da sua alta densidade presente na área (105 árvores.ha<sup>-1</sup>) na área raleada (Tabela 3). Esta espécie apresenta uma rápida rebrotação, tendo sua fenologia plena acontecendo durante a estação chuvosa (ARAÚJO FILHO, 2013).

A área testemunha (não raleada) apresentou uma maior densidade de árvores (1.099 árvores.ha<sup>-1</sup>) se comparada a área raleada em savana (Tabela 3). Apesar de que alguns estudos demonstram que em áreas de Caatinga, esse valor pode variar entre 1.076 a 5.827 indivíduos.ha<sup>-1</sup>, a depender da altitude, da profundidade do solo e estágio de sucessão da área (MOREIRA et al., 2006). Segundo Santana e Souto (2006) valores superiores a 3.000 árvores.ha<sup>-1</sup> são comumente encontradas em locais que foram menos antropizados. Esta densidade é menor a grande parte encontrado em áreas de Caatinga, o que se explica pela grande variabilidade de fisionomias e/ou pelas diferentes pressões exercidas pelo homem tendo em vista diferentes usos (CALIXTO JUNIOR; DRUMOND, 2011).

**Tabela 3:** Identificação botânica e frequência absoluta (%) por espécies do estrato herbáceo (em duas épocas) e frequência absoluta (%) e densidade específica (plantas.ha<sup>-1</sup>) do estrato lenhoso, em área raleada savana (Rale.) e testemunha (teste.)

Família	N°	Nome científico das espécies presentes no estrato herbáceo	Frequência absoluta E. herbáceo (%)			
			Águas		Trans. águas-seca	
			Rale.	Test.	Rale.	Teste.
Asteraceae	01	<i>Bidens pilosava</i> . Minor Blume Sherff.	2,10	5,00	8,30	0,00
Costaceae	02	<i>Costus spiralis</i> . Jacq	2,10	0,00	0,00	0,00
Commelinaceae	03*	<i>Commelina nudiflora</i> Linnaeus	0,00	6,70	6,20	0,00
Convolvulaceae	04	<i>Ipomoea asarifolia</i> Desr. Roem. & Schult	12,50	15,00	0,00	0,00
Convolvulaceae	05*	<i>Jacquemontia gracillima</i> Choisy. Hallierf.	0,00	36,70	0,00	0,00
Combretaceae	06*	<i>Combretum leprosum</i> Martius	0,00	3,30	0,00	0,00
Euphorbiaceae	07	<i>Croton sonderianus</i> Muell.Arg	2,10	11,70	0,00	0,00
Euphorbiaceae	08	<i>Cnidoscolus urens</i> Link. Arthur	4,10	0,00	0,00	0,00
Equisetaceae	09	<i>Equisetum hyemale</i> Lehm.	13,50	1,70	0,00	0,00
Fabaceae	10*	<i>Arachis dardani</i> Krapov. & Wing. Coutu. Gregory	64,60	8,30	2,00	0,00
Fabaceae	11*	<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. Benth.	10,40	21,70	0,00	0,00
Fabaceae	12*	<i>Cajanus cajan</i> Link Millsp	9,40	0,00	0,00	0,00
Fabaceae	13*	<i>Poincianella pyramidalis</i> Tui.	6,20	0,00	4,20	0,00
Fabaceae	14*	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	4,10	0,00	4,20	0,00
Fabaceae	15*	<i>Mimosa modesta</i> Martius.	4,20	0,00	0,00	0,00
Fabaceae	16*	<i>Mimosa tenuiflora</i> Wild. Poir.	33,30	0,00	8,30	0,00
Fabaceae	17*	<i>Phaseolus patyróides</i> Linnaeus	0,00	0,00	20,80	2,10
Fabaceae	18	<i>Senna obtusifolia</i> Link. Irwin & Barneby	24,00	75,00	16,70	100,00
Fabaceae	19*	<i>Stylosanthes macrocephala</i> Ferreira & Sousa	0,00	3,30	4,20	0,00
Fabaceae	20	<i>Senna trachypus</i> Benth. Irwin & Barneby	0,00	1,70	0,00	0,00
Hypoxidaceae	21	<i>Hypoxis decumbens</i> Lehm	33,30	5,00	0,00	0,00
Lamiaceae	22	<i>Hyptis suaveolens</i> Link Poit.	91,70	25,00	95,80	2,10
Malvaceae	23	<i>Herissantia tiubae</i> Schum. Brizicky	0,00	0,00	6,20	0,00
Malvaceae	24	<i>Wissadula spicata</i> Kunth. C.Presl	8,30	41,70	0,00	0,00
Oxalidaceae	25	<i>Oxalis glaucescens</i> Norlind	60,40	3,30	0,00	0,00
Poaceae	26*	<i>Anthephora Hermaphrodita</i> Link. Kuntze	35,40	0,00	0,00	0,00
Poaceae	27*	<i>Brachiaria plantaginea</i> Link. Hitchc	79,20	21,70	0,00	0,00
Portulacaceae	28	<i>Portulaca oleracea</i> Linnaeus	10,40	6,70	2,10	0,00
Rubiaceae.	29	<i>Borreria verticillata</i> L. G.Mey	0,00	0,00	4,20	0,00
Verbenaceae	30	<i>Lantana camara</i> Linnaeus.	97,90	63,30	2,00	0,00
Verbenaceae	31	<i>Lippia alba</i> Mill. Brown	10,40	1,70	0,00	0,00
Família	N°	Nome científico presente no estrato lenhoso	Frequência absoluta (%)		Den. Esp. (pl.ha <sup>-1</sup> )	
			Rale.	Teste.	Rale.	Teste.
Anacardiaceae	32*	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	100,00	0,00	4,00	0,00
Boraginaceae	33*	<i>Cordia oncocalyx</i> Allemão	100,00	100,00	105,00	33,00
Combretaceae	34*	<i>Combretum leprosum</i> Martius	100,00	100,00	4,00	94,00
Euphorbiaceae	35	<i>Croton sonderianus</i> Mull. Arg	100,00	100,00	1,00	628,00
Euphorbiaceae	36*	<i>Manihot glaziovii</i> Mull. Arg	100,00	0,00	1,00	0,00
Fabaceae	37	<i>Anadenanthera colubrina</i> Vell Brenam	100,00	0,00	14,00	0,00
Fabaceae	38	<i>Amburana cearensis</i> Allemão.Smith	100,00	0,00	2,00	0,00
Fabaceae	39	<i>Dioclea virgata</i> Rich.	100,00	0,00	8,00	0,00
Fabaceae	40*	<i>Mimosa tenuiflora</i> Willd. Poir	100,00	100,00	2,00	50,00
Fabaceae	41*	<i>Mimosa Caesalpinifolia</i> Benth	100,00	100,00	20,00	83,00
Fabaceae	42*	<i>Poincianella pyramidalis</i> Tui.	100,00	100,00	21,00	211,00
Densidade Total (plantas.ha <sup>-1</sup> )					182,00	1.099,00

Número de identificação dado a espécie de acordo com a ordem alfabética da família (N°)

\*Grupo funcional das espécies forrageiras.



Foi possível observar também que a família Poaceae (pertencente ao grupo funcional das espécies forrageiras herbáceas) apresentou destaque na área raleada, tendo uma variação mínima na frequência absoluta de 35,4% e máxima de 79,2% (Tabela 4). Das espécies pertencentes a esta família a *Antheophora Hermaphrodita* Link. Kuntze foi a que apresentou a maior frequência com 35,4% na época das águas enquanto na área testemunha 0%. Esta espécie é anual, sendo muito apreciada pelos animais em áreas de Caatinga, tendo seu desenvolvimento estimulado pela presença da radiação incidente na área raleada, favorecendo o desenvolvimento de novas gemas (SILVA et al., 2011).

**Tabela 4:** Grupos funcionais (espécies forrageiras e não forrageiras) dos estratos herbáceo e lenhoso de uma Caatinga raleada em savana em Sobral/CE na época chuvosa do ano de 2016

Grupo funcional	Família	Nº de identificação da espécie herbácea	Variação mínima e máxima da frequência absoluta (%) do estrato herbáceo			
			Época das águas		Época de transição águas-seca	
			Raleada	Testemunha	Raleada	Testemunha
Forrageiras	Commelinaceae	03	0-0	0-6,70	0-6,20	0-0
	Convolvulaceae	05	0-0	0-36,70	0-0	0-0
	Combretaceae	06	0-0	0-3,30	0-0	0-0
	Fabaceae	10,11,12,13,14,15,16,17 e 19	0-64,6	0-21,70	0-20,80	0-2,10
	Poaceae	26 e 27	35,40-79,20	0-21,70	0-0	0-0
Não forrageiras	Asteraceae	01	0-2,10	0-5,00	0-8,30	0-0
	Costaceae	02	0-2,10	0-0	0-0	0-0
	Convolvulaceae	04	0-12,50	0-15,00	0-0	0-0
	Euphorbiaceae	07 e 08	2,10-4,10	0-11,70	0-0	0-0
	Equisetaceae	09	0-13,50	0-1,70	0-0	0-0
	Fabaceae	18 e 20	0-24,00	1,7-75	0-16,70	0-100,00
	Hypoxidaceae	21	0-33,30	0-5,00	0-0	0-0
	Laminaceae	22	0-91,70	0-25,00	0-95,80	0-2,10
	Malvaceae	23 e 24	0-8,3	0-41,70	0-6,20	0-0
	Oxalidaceae	25	0-60,40	0-3,30	0-0	0-0
	Portulacaceae	28	0-10,40	0-6,70	0-2,10	0-0
	Rubiaceae	29	0-0	0-0	0-4,20	0-0
Verbenaceae	30 e 31	10,40-97,90	1,7-63,30	0-2,00	0-0	
Grupo funcional	Família	Nº de identificação da espécie lenhosa	Variação mínima e máxima da frequência absoluta (%) do estrato lenhoso			
			Raleada	Testemunha		
Forrageiras	Anacardiaceae	32	0-100,00	0-0		
	Boraginaceae	33	0-100,00	0-100,00		
	Combretaceae	34	0-100,00	0-100,00		
	Euphorbiaceae	36	0-100,00	0-0		
	Fabaceae	40,41 e 42	0-100,00	0-100,00		
Não forrageiras	Euphorbiaceae	35	0-100,00	0-100,00		
	Fabaceae	37,38 e 39	0-100,00	0-0		

Número de identificação dado a espécie de acordo com a ordem alfabética da família da tabela 3 (Nº).

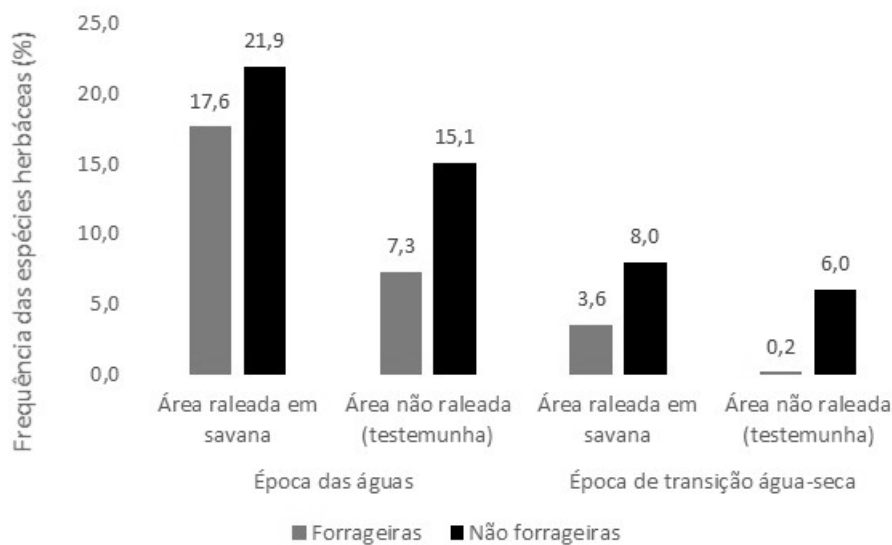
Houve um incremento na ordem de 141% e 1.700% na frequência de aparecimento das espécies herbáceas forrageiras na área raleada em savana se comparada a área testemunha, na época das águas e transição águas-seca, respectivamente (Figura 13). Demonstrando que o raleamento contribuiu para o surgimento e as manteve por um maior

período de tempo na área.

Foi observado aumentos de menor intensidade na frequência das espécies não forrageiras na área raleada, sendo estes na ordem de 45% na época das águas e 33% na época de transição águas-seca (Figura 13).

Possivelmente a área raleada em savana possui em seu solo um maior banco de sementes herbáceas, já que a densidade de árvores e arbustos era menor se comparada a área testemunha. Isso pode ter contribuído no aumento do número de espécies forrageiras na área raleada em savana. Outro fator que pode ter contribuído foi o tempo de raleamento (20 anos), isso também pode ter contribuído para um aumento no suporte de sementes herbáceas anuais e uma diminuição do número de sementes do estrato arbustivo-arbóreo, enriquecendo o solo.

**Figura 13:** Frequência média das espécies forrageiras e não forrageiras herbáceas presentes em uma área raleada em savana e testemunha em duas épocas na Caatinga em Sobral/CE, no ano de 2016.



De um modo geral a área não raleada (testemunha) apresentou uma maior densidade do estrato lenhoso ( $1.099 \text{ árvores.ha}^{-1}$ ) contra  $182 \text{ árvores.ha}^{-1}$  da área raleada em savana. No entanto esse baixo número de árvores da área raleada em savana se comparada a área testemunha, não foi capaz de influenciar a biodiversidade das espécies presentes.

O raleamento contribuiu no aumento da diversidade de espécies lenhosas na área raleada, conforme os índices de Shannon-Weaver e Pielou. Os valores obtidos para o índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) na área raleada em savana e na área testemunha foram de 1,48 e 1,29, respectivamente, mostrando uma diversidade semelhante entre as duas áreas.

De modo geral, as áreas de Caatinga manejada apresentam valores menores se comparados a áreas não manejadas (VERSIEUX et al., 2011). No entanto, quando a manipulação é precedida de um inventário florestal, é possível preservar todas as espécies de interesse, promovendo um aumento nesse índice (ARAÚJO FILHO, 2006).

O índice de Pielou ( $J'$ ) também demonstrou comportamento semelhante 0,62 e 0,72, para savana e testemunha, respectivamente (Tabela 5). Tais índices atestam a eficiência da prática do raleamento em manter padrões de diversidade e equabilidade de espécies lenhosas.

Para as variáveis DAB, DAP e altura do estrato lenhoso foi observado diferença significativa ( $p < 0,05$ ) com as maiores médias presentes na área raleada em savana (Tabela 5). Possivelmente como existia uma menor densidade de árvores na área, a concorrência por nutrientes e água tornou-se menor, possibilitando o aumento dessas variáveis nas árvores da área raleada em savana se comparada a área testemunha.

O raleamento também pode ser utilizado (caso haja dominância de determinada espécie lenhosa não forrageira) como uma opção para fins comerciais de madeira, de modo a controlar a dominância de alguma espécie não forrageira e conseqüentemente incrementar a renda do produtor, pois o recurso florestal geralmente é o primeiro a ser explorado nas propriedades, assumindo um importante papel na vida social e econômica das famílias (FRANCELINO et al., 2003).

**Tabela 5:** Variáveis estruturais (DAB, DAP e altura) e índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e Pielou ( $J'$ ) do estrato lenhoso em área raleada em savana e testemunha na Caatinga em Sobral/CE.

Variáveis	Área raleada em savana	Testemunha
Índices de diversidade e equabilidade		
$H'$	1,48	1,29
$J'$	0,62	0,72
Variáveis estruturais		
DAB (cm)	18,60 <sup>a</sup>	5,96 <sup>b</sup>
DAP (cm)	11,20 <sup>a</sup>	3,30 <sup>b</sup>
Altura (m)	5,00 <sup>a</sup>	2,80 <sup>b</sup>

Médias seguidas de letras distintas na linha, dentro de cada variável estrutural, diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Diâmetro da altura da base (DAB) e diâmetro da altura do peito (DAP).

Quando foi detectado efeito significativo, as letras foram deixadas na tabela.

## 4.2 Experimento 2 – Implantação do capim-massai e do capim-búffel em área raleada em savana.

Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para as variáveis: produção de biomassa de forragem total, lâmina foliar, número de folhas vivas (NFV) e índice de área foliar entre as duas gramíneas avaliadas.

O capim-massai apresentou as maiores médias de produção de biomassa total e de lâmina foliar, além do maior IAF (Tabela 6). Segundo Jank et al. (2010) o capim-massai pode chegar a produzir  $19.000 \text{ kg ha}^{-1}$  de MS se manejado corretamente, demonstrando todo o seu potencial de produção. O maior IAF pode estar relacionado ao percentual de produção de folhas que o capim-massai possui. Jank et al. (2010) mencionaram que 80% da biomassa desta gramínea é representada pela fração lâmina foliar. Cavalcante et al., (2014) trabalhando com capim-massai em diferimento em condições semiáridas, observaram que essa gramínea produziu aos 90 dias de vedação quase  $2.000 \text{ kg}$  de biomassa de forragem total, sendo apenas 10% dessa biomassa representada pela fração colmo.

Martuscello et al. (2015) citaram que a produção de lâmina foliar do capim-massai aumentou a medida que doses de adubação nitrogenada foram utilizados, variando de 2,63 para ausência de adubação e 3,98 para adubação na dose de  $240 \text{ kg ha}^{-1}$ .

O capim-búffel apresentou maior NFV, demonstrando ser também uma espécie que pode ser utilizada para o enriquecimento da Caatinga em condições de sequeiro. Essa variável é influenciada geneticamente, no entanto responde as variações de clima e solo, podendo ter um baixo rendimento em condições de estresse (MARTUSCELLO et al., 2005).

O principal fator que contribuiu para o menor desempenho do capim-búffel foi o volume acumulado de chuva até o 35º dia ( $385 \text{ mm}$ ), sendo possível observar que a partir dessa data iniciou-se um processo de morte das plântulas, constatado pelo amarelamento das folhas e apodrecimento das hastes, isso associado a uma chuva de  $100 \text{ mm}$  (Figura 3) de uma única vez no dia anterior a medição, podem ter contribuído para o menor desempenho dessa espécie. Segundo Santos et al. (2010) é considerado alto para o capim-búffel, que é uma espécie altamente adaptada as condições da região semiárida, porém não tolera encharcamento. Após o 35º dia, a frequência e a intensidade de chuva diminuíram, promovendo uma diminuição da umidade do solo, fazendo com que o capim-búffel se recuperasse, porém de forma lenta, tendo uma melhora na sua estrutura.

Não houve diferença significativa entre as gramíneas para as variáveis biomassa de colmo ( $750,1 \text{ kg ha}^{-1}$ ), biomassa de material morto ( $444,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ), DPP ( $450 \text{ plantas/m}^2$ ),

IRFA (0,55%), altura (23,5 cm) e EUA (5,8) (Tabela 6).

Lopes et al., (2014) mencionaram que o bom desenvolvimento do capim-massai pode ser atribuído a sua melhor estruturação no solo, indicando que seus perfilhos conseguem alocar mais fotoassimilados.

**Tabela 6:** Variáveis estruturais do capim-massai e do capim-búffel cultivado em área de Caatinga raleada em savana na época chuvosa do ano de 2016

Variáveis	Capim-massai	Capim-búffel	Média	CV (%)
BFT (kg ha <sup>-1</sup> )	3.006,50 <sup>a</sup>	1.885,40 <sup>b</sup>	-----	22,60
BLV (kg ha <sup>-1</sup> )	1.920,70 <sup>a</sup>	568,30 <sup>b</sup>	-----	29,00
BCV (kg ha <sup>-1</sup> )	712,70	789,20	750,10	14,10
BFM (kg ha <sup>-1</sup> )	373,10	515,30	444,20	27,30
DPP (plantas/m <sup>2</sup> )	550,00	350,00	450,00	17,80
NFV perfilhos	0,09 <sup>b</sup> (3,30)	0,07 <sup>a</sup> (3,75)	-----	18,10
IRFA (%)	0,40	0,70	0,55	32,40
IAF	2,50 <sup>a</sup>	0,20 <sup>b</sup>	-----	51,00
Altura (cm)	24,60	22,40	23,50	24,30
EUA	7,10	4,50	5,80	25,80

Média seguida de letra distinta na linha diferem estatisticamente pelo teste de tukey (p<0,05).

A variável Número de folhas vivas por perfilhos (NFV), foi transformada pela equação  $Y = Y^{-2}$ . O número entre parênteses em itálico representa o valor original da estimativa.

Biomassa de forragem total (BFT, kg ha<sup>-1</sup>); Biomassa de lâmina verde (BLV, kg ha<sup>-1</sup>); Biomassa de colmo verde (BCV, kg ha<sup>-1</sup>); Biomassa de forragem morta (BFM, kg ha<sup>-1</sup>); Altura (cm); Densidade populacional de perfilhos (DPP plântula/m<sup>2</sup>); Índice de área foliar (IAF); Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA %) e Eficiência do uso da água (EUA).

Não houve diferença significativa entre o capim-massai e o capim-búffel para as variáveis fisiológicas mensuradas (Tabela 7). O fato de serem duas plantas do mesmo sistema fotossintético (C<sub>4</sub>), submetidas às mesmas condições de clima e manejo, bem como das medidas terem sido tomadas em folhas individuais, podem ser responsáveis por esse tipo de resposta. A baixa precipitação em regiões semiáridas pode influenciar os processos fisiológicos de regulação da pressão de turgescência das células que cessam seu crescimento vegetativo, caso haja algum estresse hídrico, porém isso só é mais acentuado caso haja uma comparação entre plantas de grupos fotossintéticos diferentes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

**Tabela 7:** Variáveis fisiológicos do capim-massai e do capim-búffel cultivado em área de Caatinga raleada em savana na época chuvosa do ano de 2016

Trat.	T Fol	Ci	E	gs	A	SPAD	A/Ci	A/E
Massai	33,40	209,00	0,90	0,10	4,20	25,10	0,02	6,70
Búffel	33,50	195,30	0,60	0,10	4,60	27,80	0,04	6,50
Média	33,50	202,20	0,80	0,10	4,40	26,50	0,03	6,60
CV (%)	6,50	44,90	88,10	104,90	60,40	15,70	119,7	53,30

Média seguida de letra distinta na coluna diferem estatisticamente pelo teste de tukey (p<0,05).

Temperatura interna da folha (T Fol, °C); Concentração interna de dióxido de carbono (Ci, ppm); Taxa de transpiração (E,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ); Taxa de condutância estomática (gs,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ); Taxa de fotossíntese (A,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ); Índice relativo de clorofila a e b; Taxa de carboxilação (A/Ci) e Eficiência do uso metabólico da água (A/E).

Quando foi detectado efeito significativo, as letras foram deixadas na tabela.

### 4.3 Experimento 3 – Levantamento fitossociológico da Caatinga raleada em faixas em relação à Caatinga nativa (sem raleamento) em duas épocas na estação chuvosa (época das águas e época de transição águas-seca).

Na área raleada em faixas, a variável biomassa de forragem total (BFT) apresentou a maior média significativa na época de transição águas-seca ( $p < 0,05$ ), se comparada a área testemunha (Tabela 8). Essa resposta se deve muito em função da alta frequência principalmente de dicotiledôneas herbáceas na área raleada em faixas, com destaque para *Hypytis suaveolens* Link. Poit na época das águas (81,9%) e na época de transição águas-seca (93,1%) (Tabela 9).

As monocotiledôneas em geral apresentaram baixa frequência e pouca contribuição para a biomassa total. Como destaque nessa fração, a presença da *Brachiaria plantaginea* Link. Hitchc em 10,9% das molduras da área raleada em faixas contra 2,8% na área testemunha (tabela 9), abrindo a perspectiva para um aumento ao longo do tempo da presença dessa espécie na área raleada, por esse ambiente facilitar as condições de luminosidade e de dispersão das sementes, principalmente por vento, já que a área raleada em faixas ter uma parte desmatada.

Segundo Araújo Filho (2006), o raleamento pode promover um acréscimo na ordem de 80% na biomassa de forragem, porém essa resposta é variável, a depender da capacidade produtiva do estrato herbáceo nativo (banco de sementes da área), da fertilidade do solo e das condições climáticas presentes na área.

O raleamento em faixas favoreceu o aumento da luminosidade no interior da área (IRFA 83,1% e 37,9%, na época das águas e transição águas-seca, respectivamente), refletindo no índice de área foliar. As plantas da área raleada em faixas apresentaram as menores médias se comparada a área testemunha nas duas épocas avaliadas. A ausência do sombreamento no interior da área raleada em faixas altera o ângulo foliar, tornando-as menos planas, com isso, o IAF tende a ser menor, como foi observado no experimento (Tabela 8). Larcher (2006), citou que plantas sombreadas tendem a ter um ângulo foliar menor ângulo foliar se comparada a plantas cultivadas a pleno sol, isto é uma forma que a planta busca para minimizar a baixa radiação incidente e assim garantir a realização das suas atividades fotossintéticas, ao longo do seu crescimento.

A altura das espécies herbáceas variou de forma significativa ( $p < 0,05$ ) conforme o período de transição águas-seca foi tornando-se mais acentuado tanto na área raleada em faixas, quanto para a área não raleada (testemunha) (Tabela 8). Essa resposta se deve muito

em função do aumento da frequência da espécie *Hyptis suaveolens* Poit. (Tabela 9). Esta espécie possui um rápido desenvolvimento durante toda a época chuvosa, podendo se estabelecer facilmente, podendo chegar a 2 m de altura, sendo bastante adaptada a variação das chuvas.

A cobertura total do solo, também foi afetada ( $p < 0,05$ ) pela época avaliada, muito em função do desaparecimento da maioria das espécies de monocotiledôneas, demonstrando o seu carácter efêmero. Essas espécies segundo Pereira et al. (1989), completam seu ciclo logo na primeira metade das chuvas, diminuindo seu fluxo de aparecimento em seguida, isso contribui na cobertura total do solo. A época de maior concentração dessas espécies foi a época das águas com média de 6,29% para a área raleada em faixas, enquanto que a menor concentração foi na ordem de 0,78% na época de transição águas-seca para a testemunha (Tabela 8).

A presença do maior número de árvores e arbustos na área testemunha, 728 árvores  $ha^{-1}$  contra 379 árvores  $ha^{-1}$  na raleada em faixas (tabela 9), favoreceu o aumento da produção de serrapilheira ( $p < 0,05$ ), especialmente porque a maior parte das espécies presentes na área testemunha são caducifólias, com destaque para *Croton sonderianus* Muell. Arg e *Cordia oncocalyx* Allemão, que apresentaram 217 e 194 plantas  $ha^{-1}$ , respectivamente. A primeira espécie é muito comum em áreas sucessionais, enquanto que a segunda torna-se muito frequente em áreas de Caatinga (GUIMARÃES; COELHO; AZEVEDO, 2013).

As espécies mais frequentes na área testemunha por serem caducifólicas contribuíram para o aumento da produção de serrapilheira principalmente na época das águas (Tabela 8). No entanto foi possível observar que essa serrapilheira não diferiu estatisticamente na época de transição águas-seca para a área raleada em faixas e testemunha.

A serrapilheira segundo Dubeux Junior et al. (2006) pode ser utilizada na alimentação dos animais, principalmente na época seca, devido a alta presença da fração folhas na sua composição. Outra característica importante é que a serrapilheira contribui na manutenção da umidade do solo que por sua vez contribui para a estabilização e manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo, podendo favorecer a germinação de sementes que estejam em estágio de dormência (KOUKOURA; MAMOLOS; KALBURTI, 2003).

**Tabela 8:** Componentes de cobertura, biomassa, altura, índice de área foliar e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa do estrato herbáceo em Caatinga raleada em faixa e não raleada

Manipulação	Época das águas	Época de transição águas-seca	Média
Cobertura total do solo (%) (cv = 30,24%)			
Raleamento	50,76	48,40	49,58 <sup>A</sup>
Testemunha	66,87	43,82	55,35 <sup>A</sup>
Média	58,82 <sup>a</sup>	46,11 <sup>b</sup>	
Cobertura por monocotiledôneas herbáceas (%) (cv = 109,42%)			
Raleamento	6,74	1,53	4,13 <sup>A</sup>
Testemunha	5,85	0,03	2,94 <sup>A</sup>
Média	6,29 <sup>a</sup>	0,78 <sup>b</sup>	
Cobertura por dicotiledôneas herbáceas (%) (cv = 38,29%)			
Raleamento	30,80	46,25	38,53 <sup>A</sup>
Testemunha	33,04	29,10	31,10 <sup>A</sup>
Média	31,92 <sup>a</sup>	37,66 <sup>a</sup>	
Cobertura por serrapilheira (%) (cv = 95,14%)			
Raleamento	13,20 <sup>Ba</sup>	0,55 <sup>Aa</sup>	6,88
Testemunha	27,99 <sup>Aa</sup>	12,64 <sup>Ab</sup>	20,31
Média	20,59	6,60	
Biomassa forragem total (BFT, kg ha <sup>-1</sup> ) (cv = 56,98%)			
Raleamento	1.128,98 <sup>Ab</sup>	1.973,61 <sup>Aa</sup>	1.551,29
Testemunha	833,40 <sup>Aa</sup>	836,32 <sup>Ba</sup>	834,86
Média	981,19	1.404,96	
Biomassa de serrapilheira (BSP, kg ha <sup>-1</sup> ) (cv = 133,00%)			
Raleamento	373,33 <sup>Ba</sup>	59,44 <sup>Aa</sup>	216,39
Testemunha	1.490,55 <sup>Aa</sup>	253,33 <sup>Ab</sup>	871,94
Média	931,94	156,94	
Altura do estrato herbáceo (cm) (cv = 44,64%)			
Raleamento	21,16	51,71	36,44 <sup>A</sup>
Testemunha	29,89	55,33	42,61 <sup>A</sup>
Média	25,53 <sup>b</sup>	53,52 <sup>a</sup>	
Índice de área foliar (IAF) (cv = 69,59%)			
Raleamento	3,67 <sup>Ba</sup>	0,74 <sup>Ab</sup>	2,21
Testemunha	5,12 <sup>Aa</sup>	1,39 <sup>Ab</sup>	3,26
Média	4,40	1,10	
Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA, %) (cv = 34,79%)			
Raleamento	83,10 <sup>Aa</sup>	37,91 <sup>Bb</sup>	60,50
Testemunha	89,81 <sup>Aa</sup>	55,70 <sup>Ab</sup>	72,75
Média	86,44	46,80	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, dentro de cada variável, diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Quando foi detectado interação significativa as letras foram deixadas ao centro de cada variável e não na média, já quando não foi observado interação significativa as letras foram deixadas apenas na média.

A luz solar incidente no interior da área raleada em faixas contribuiu para o surgimento de novas espécies herbáceas na área tanto na época das águas (27) quanto na época de transição águas-seca (25), já na área testemunha esse número foi de 22 espécies na época das águas e 16 na época de transição águas-seca (Tabela 9). Segundo Silva, Rodrigues e Aguiar (2002) a luz solar presente na área, favorece a germinação das sementes herbáceas nativas, designando este efeito como fotoblástico positivo (germinação potencializada pelo efeito da luz), mas esse número pode aumentar ou diminuir a depender do banco de sementes



presentes no solo. A relação da germinação das sementes com a luz, caracteriza-se como uma resposta ecofisiológica das espécies e está relacionada com o estágio sucessional das regiões semiáridas, ou seja, as sementes das espécies pioneiras fotoblásticas respondem a germinação apenas quando são submetidas a luz, enquanto as demais (como as secundárias e as próximas ao clímax), germinam com baixa luminosidade e à sombra.

Para o estrato lenhoso a área raleada apresentou o maior número de famílias botânicas do estrato lenhoso, foram elas: Apocynaceae, Boraginaceae, Combretaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae e Rhamnaceae. Dessas, apenas as famílias Malvaceae e Rhamnaceae, não apareceram na área testemunha (Tabela 9).

Algumas espécies do estrato lenhoso foram observadas apenas na área raleada em faixas, foram elas: *Amburana cearensis* Allemão Smith, *Poincianella pyramidalis* Tui, *Pseudobombax marginatum* Hill., Juss. & Cambess. Robyns e *Ziziphus joazeiro* Mart. Essas espécies são comuns em áreas próximas a uma condição climax, tendo a maioria das suas fenofases ocorrendo no período chuvoso.

A família Boraginaceae com a espécie *Cordia oncocalyx* Allemão, foi a que apresentou a maior frequência e densidade na área raleada em faixas, com 100% de frequência e 121 árvores.ha<sup>-1</sup> (Tabela 9).

De todas as espécies herbáceas identificadas foi possível dividí-las em dois grupos funcionais (forrageiras e não forrageiras). O raleamento em faixas favoreceu o aparecimento de espécies consideradas forrageiras em comparação a área testemunha tanto na época das águas, quanto na época de transição águas-seca. Para a época das águas a área raleada em faixas apresentou 13 espécies e a testemunha 10 espécies; já na época de transição águas-seca a área raleada em faixas 10 e a área testemunha 7 espécies (Tabela 9).

**Tabela 9:** Identificação botânica e frequência absoluta (%) de espécies do estrato herbáceo (em duas épocas) e frequência absoluta (%) e densidade específica (plantas.ha<sup>-1</sup>) do estrato lenhoso, em área raleada em faixas (Rale.) e testemunha (Teste.)

Família	N°	Nome científico das espécies presentes no estrato herbáceo	Frequência absoluta E. herbáceo(%)			
			Águas		Trans. Águas-seca	
			Rale.	Teste.	Rale.	Teste.
Amaranthaceae	01	<i>Alternanthera tenella</i> Colla Linnaeus	0,00	0,00	6,90	15,30
Amaranthaceae	02	<i>Froelichia lanata</i> Moq.	0,00	5,40	0,00	0,00
Asteraceae	03	<i>Bidens pilosavar.</i> Minor Blume Sherff.	0,00	0,00	18,10	0,00
Commelinaceae	04*	<i>Commelina nudiflora</i> Linnaeus	4,20	37,50	5,60	13,70
Convolvulaceae	05	<i>Ipomoea asarifolia</i> Desr. Roem. & Schult	0,00	0,00	5,60	0,00
Convolvulaceae	06*	<i>Jacquemontia gracillima</i> Choisy. Hallierf.	12,50	0,00	25,00	0,00
Combretaceae	07*	<i>Combretum leprosum</i> Martius	0,00	2,80	0,00	1,40
Euphorbiaceae	08	<i>Croton sonderianus</i> Muell.Arg	25,00	5,60	22,20	25,00
Euphorbiaceae	09	<i>Cnidioscolus urens</i> Link. Arthur	27,80	0,00	0,00	0,00
Equisetaceae	10	<i>Equisetum hyemale</i> Lehm.	1,40	6,90	0,00	0,00

Cotinuação						
Família	N°	Nome científico das espécies presentes no estrato herbáceo	Frequência absoluta do E. herbáceo (%)			
			Águas		Trans. Águas-seca	
			Rale.	Teste.	Rale.	Teste.
Fabaceae	11*	<i>Arachis dardani</i> Krapov. & Wing. Coutu. Gregory	51,40	40,10	5,60	4,20
Fabaceae	12*	<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. Benth.	15,30	15,30	15,30	0,00
Fabaceae	13*	<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	15,30	0,00	0,00	0,00
Fabaceae	14*	<i>leucaena leucocephala</i> Lam. Wit.	4,20	1,40	0,00	0,00
Fabaceae	15*	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	4,20	0,00	15,30	0,00
Fabaceae	16*	<i>Mimosa modesta</i> Martius.	38,90	25,00	33,30	29,20
Fabaceae	17*	<i>Mimosa tenuiflora</i> . Wild. Poir.	6,90	0,00	0,00	15,30
Fabaceae	18*	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> Vahl. Kuntze.	0,00	18,10	4,20	18,10
Fabaceae	19*	<i>Phaseolus patyróides</i> Linnaeus	11,10	0,00	0,00	0,00
Fabaceae	20	<i>Senna obtusifolia</i> Link. Irwin & Barneby	19,40	22,10	19,40	4,20
Fabaceae	21*	<i>Stylosanthes macrocephala</i> Ferreira & Sousa	23,60	18,10	30,60	0,00
Fabaceae	22	<i>Senna trachypus</i> Benth. Irwin & Barneby	0,00	16,70	0,00	0,00
Hypoxidaceae	23	<i>Hypoxis decumbens</i> Lehm	26,40	29,20	37,50	0,00
Lamiaceae	24	<i>Hyptis suaveolens</i> Link. Poit	81,90	98,60	93,10	97,20
Malvaceae	25	<i>Herissantia tiubae</i> Schum. Brizicky	0,00	0,00	0,00	5,60
Malvaceae	26	<i>Wissadula spicata</i> Kunth. C.Presl	33,30	38,90	1,40	31,30
Malvaceae	27	<i>Waltheria americana</i> Linnaeus.	1,40	0,00	20,80	1,40
Oxalidaceae	28	<i>Oxalis divaricata</i> Mart. Zucc.	2,80	0,00	0,00	0,00
Oxalidaceae	29	<i>Oxalis glaucescens</i> Norlind	9,70	260	0,00	0,00
Poaceae	30*	<i>Anthephora Hermaphrodita</i> Link. Kuntze.	26,40	5,60	0,00	0,00
Poaceae	31*	<i>Aristida adscencionis</i> Linnaeus.	0,00	0,00	9,70	0,00
Poaceae	32*	<i>Brachiaria plantaginea</i> Link. Hitchc	41,70	45,80	10,90	2,80
Poaceae	33	<i>Andropogon virginicus</i> Linnaeus	2,80	0,00	5,60	0,00
Portulacaceae	34	<i>Portulaca oleracea</i> Linnaeus	0,00	1,40	1,40	0,00
Plantaginaceae	35	<i>Scoparia dulcis</i> Kuntze	4,20	0,00	0,00	0,00
Rubiaceae.	36	<i>Borreria verticillata</i> L. G. Mey	0,00	0,00	55,60	37,50
Verbenaceae	37	<i>Lippia sidoides</i> Cham.	00	0,00	11,10	0,00
Verbenaceae	38	<i>Lantana camara</i> Linnaeus.	45,80	91,70	8,30	1,40
Verbenaceae	39	<i>Lippia alba</i> Mill. Brown	0,00	9,70	0,00	0,00
Vitaceae	40	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> Planch.	1,40	0,00	0,00	0,00
Turneraceae	41	<i>Turnera subulata</i> Smith.	0,00	0,00	8,30	0,00
Família	N°	Nome científico das espécies presentes no estrato lenhoso	Frequência absoluta (%)		Den. Esp. (pl.ha <sup>-1</sup> )	
			Rale.	Teste.	Rale.	Teste.
Apocynaceae	42	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart	41,70	75,00	8,00	22,00
Boraginaceae	43*	<i>Cordia oncocalyx</i> Allemão	100,00	100,00	121,00	194,00
Combretaceae	44*	<i>Combretum leprosum</i> Martius	75,00	50,00	14,00	17,00
Euphorbiaceae	45	<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg	75,00	100,00	37,00	217,00
Fabaceae	46	<i>Amburana cearensis</i> Allemão. Smith	41,70	0,00	6,00	0,00
Fabaceae	47	<i>Libidibia ferrea</i> Mart. Tui. Queiroz	91,70	75,00	19,00	28,00
Fabaceae	48*	<i>Mimosa tenuiflora</i> Willd. Poir	66,70	100,00	25,00	94,00
Fabaceae	49*	<i>Mimosa arenosa</i> Willd. Poir	91,70	100,00	49,00	72,00
Fabaceae	50*	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth	100,00	100,00	96,00	83,00
Fabaceae	51*	<i>Poincianella pyramidalis</i> Tui.	8,30	0,00	1,00	0,00
Malvaceae	52	<i>Pseudobombax marginatum</i> Hill. Robyns	8,30	0,00	1,00	0,00
Rhamnaceae	53*	<i>Ziziphus joazeiro</i> Martius	25,00	0,00	2,00	0,00
Dens. total (pl./ha)					379,00	728,00

Número de identificação dado a espécie de acordo com a ordem alfabética da família (N°)

\*Grupo funcional das espécies forrageiras.

O aumento do número das espécies forrageiras herbáceas na área raleada em

faixas se comparada a testemunha, deve-se principalmente pela menor concorrência por água, luz e nutrientes entre as espécies herbáceas e arbóreas, favorecendo o desenvolvimento do estrato herbáceo. Nicodemos (2011) citou que em regiões áridas e semiáridas, existe uma competição severa entre as espécies lenhosas e o sub bosque por água, principalmente em anos mais secos, e como no ano do experimento já era o 5º ano de seca, isso pode ter contribuído para que o banco de sementes presentes na área testemunha tivesse mais dificuldade de germinar.

Das famílias de espécies forrageiras herbáceas, a Fabaceae e Poaceae foram as que mais se beneficiaram do raleamento, entre os grupos funcionais, variando de 0 a 51,4% para a Fabaceae e 26,4 a 41,7% para as Poaceae (Tabela 10).

Ao nível de espécie do estrato herbáceo durante a época das águas houve um aumento na ordem de 21,2% na frequência de espécies forrageiras na área raleada em faixas, enquanto, na época de transição águas-seca, esse aumento foi de 73,2 %, (Figura 14), muito em função do surgimento das seguintes espécies: *Jacquemontia gracillima* Choisy. Hallierf., *Centrosema pubescens* Benth, *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. e *Phaseolus patyróides* Linnaeus, que apareceram exclusivamente na área raleada (Tabela 10).

Destas espécies a *Jacquemontia gracilima* Choisy. Hallierf. destaca-se por ser uma excelente alternativa para alimentação dos rebanhos nas regiões semiáridos, principalmente por possuir na sua composição níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo que atendem às exigências dos bovinos, caprinos e ovinos e por ser altamente adaptada e tolerantes as condições climáticas, atingindo seu máximo produtivo aos 112 dias com uma produção de biomassa de até 32.600 kg.ha<sup>-1</sup> (LINHARES et al., 2010). Linhares et al. (2009) concluíram que à inclusão de níveis crescentes dessa espécie na silagem de sorgo, melhora as características nutritivas dessa silagem.

A espécie forrageira herbácea que obteve a maior frequência na área raleada em faixas foi a *Arachis dardani* Krapov. & Wing. Coutu. Gregory com 51,4% presente nas molduras arremessadas, enquanto na área testemunha 40%, ambas na época das águas; já na época de transição águas-seca esta espécie apresentou uma frequência na ordem de 5,6% na área raleada em faixas e 4,2% na testemunha. Esta espécie é caracterizada como altamente protéica e pode ser usada para adubação verde ou na alimentação animal. Segundo Silva (2007) muitas espécies do gênero *Arachis* são endêmicas do Brasil, e podem ser encontradas principalmente no Nordeste. O surgimento de forma livre desta espécie na área raleada em faixas, é uma grande vantagem, pois na maioria das regiões do Brasil, ela é

utilizada como forma para melhorar a qualidade do pasto (LUDWIG et al., 2010).

**Tabela 10:** Grupos funcionais (espécies forrageiras e não forrageiras) dos estratos herbáceo e lenhoso de uma Caatinga raleada em faixas em Sobral/CE na época chuvosa do ano de 2016

Grupo funcional	Família	Nº de identificação das espécies do estrato herbáceo	Variação máxima e mínima da frequência absoluta (%) do estrato herbáceo			
			Época das águas		Época de transição águas-seca	
			Raleada	Testemunha	Raleada	Testemunha
Forrageiras	Commelinaceae	4	0-4,20	0-37,50	0-5,60	0-13,70
	Convolvulaceae	6	0-12,50	0-0	0-25,00	0-0
	Combretaceae	7	0-0	0-2,80	0-0	0-1,40
	Fabaceae	11,12,13,14,15,16,17,18,19 e 21	0-51,40	0-40,10	0-33,30	0-29,20
	Poaceae	30,31 e 32	0-41,70	0-45,80	0-10,9	0-28,00
Não forrageiras	Amaranthaceae	01 e 02	0-0	0-54,00	0-6,90	0-15,30
	Asteraceae	03	0-0	0-0	0-18,10	0-0
	Convolvulaceae	05	0-0	0-0	0-5,60	0-0
	Euphorbiaceae	08 e 09	25,0-27,80	0-5,60	0-22,20	0-25
	Equisetaceae	10	0-1,40	0-6,90	0-0	0-0
	Fabaceae	20 e 22	0-19,40	16,70-22,10	0-19,40	0-4,20
	Hypoxidaceae	23	0-26,40	0-29,20	0-37,50	0-0
	Laminaceae	24	0-81,90	0-98,60	0-93,10	97,20
	Malvaceae	25, 26 e 27	0-33,30	0-38,90	0-20,80	1,40-31,30
	Oxalidaceae	28 e 29	2,80-9,70	0-26,00	0-0	0-0
	Poaceae	33	0-2,80	0-0	0-5,60	0-0
	Portulacaceae	34	0-0	0-1,40	0-1,40	0-0
	Plantaginaceae	35	0-4,20	0-0	0-0	0-0
	Rubiaceae	36	0-0	0-0	0-55,60	37,50
	Verbenaceae	37,38 e 39	0-45,80	0-91,70	0-11,10	0-1,40
Vitaceae	40	0-1,40	0-0	0-0	0-0	
Turneraceae	41	0-0	0-0	0-8,30	0-0	
Grupo funcional	Família	Nº de identificação das espécies lenhosas	Variação máxima e mínima da frequência absoluta (%) do estrato lenhoso			
			Raleada		Testemunha	
Forrageiras	Boraginaceae	43	0-100,00		0-100,00	
	Combretaceae	44	0-75,00		0-50,00	
	Fabaceae	48,49,50 e 51	8,30-100,00		0-100,00	
	Rhamnaceae	53	0-25,00		0-0	
Não forrageiras	Apocynaceae	42	0-41,7,00		0-75,00	
	Euphorbiaceae	45	0-75,00		0-100,00	
	Fabaceae	46 e 47	41,70-91,70		0-75,00	
	Malvaceae	52	0-8,30		0-0	

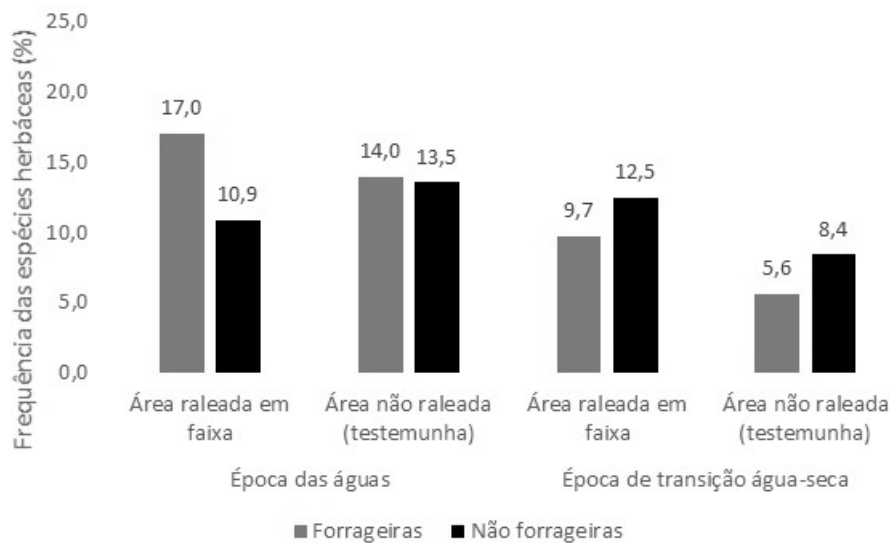
Número de identificação dado a espécie de acordo com a ordem alfabética da família da tabela 9 (Nº).

Foi observado uma menor frequência na ordem de 20% das espécies não forrageiras herbáceas na área raleada em faixa na época das águas se comparada a área testemunha (Figura 14). Possivelmente devido a baixa germinação das sementes presentes na área raleada e isso associado a um aumento na frequência das espécies *Hypoxis decumbens* Lehm. (37,5%), planta essa que consegue manter-se por maior tempo na área, pois a mesma possui um rizoma tuberoso-elipsóide, que consegue armazenar reservas em épocas de baixa precipitação e a *Hyptis suaveolens* Link Poit. (93,1%) (Tabela 10), espécie essa que de acordo com Silva, Araújo Filho e Fernandes (2009) é considerada sem valor forrageiro, podendo competir com outras espécies forrageiras por água, nutrientes e luz, favorecendo o seu crescimento em detrimento das outras. No entanto Rao, Kumari e

Satyanrayana (1987) citaram que esta espécie pode ser usada como extrato para combater o aparecimento de ervas daninhas, indicando ser possuidora de características alelopáticas.

Para a época de transição águas-seca a área raleada apresentou um aumento de 48% no grupo das espécies não forrageiras, essas espécies comprometem o desenvolvimento dos outros grupos funcionais (forrageiras), podendo comprometer o crescimento e a capacidade de suporte de uma área de pastagem nativa.

**Figura 14:** Frequência de espécies forrageiras desejáveis herbáceas presentes em uma área raleada em faixas e testemunha em dois períodos na época chuvosa na Caatinga em Sobral/CE, no ano de 2016



Dos índices calculados, a área raleada em faixa apresentou um maior índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) (1,86) do que a área testemunha (1,77) (Tabela 11). Isso é uma vantagem do método, considerando que o manejo intensivo da caatinga, tende a reduzir os índices de diversidade (VERSIEUX et al., 2011). No experimento, o inventário florestal foi utilizado como instrumento para orientar o manejo (Araújo Filho, 2006), deste modo, mesmo intensificando foi possível manter as espécies de interesse, mantendo o índice de diversidade alto.

O índice de Pielou ( $J'$ ) da área raleada em Faixa (0,74) foi ligeiramente menor do que da testemunha (0,85) (Tabela 11). Apesar de ambos estarem mais próximos de um (uniformidade máxima) do que de zero (uniformidade mínima) (WOLDA, 1981), tal resposta é adequada e esperada para o tipo de intervenção realizada na vegetação.

No raleamento em faixas, foi observado apenas diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para a variável DAB, enquanto que para as demais não foi observado diferença.

Possivelmente esse incremento deveu-se ao pouco período de tempo que a área foi raleada (um ano).

**Tabela 11:** Variáveis estruturais (DAB, DAP e altura) e índice de Shannon-Weaver (H') e Pielou (J') do estrato lenhoso em área raleada em faixa e testemunha na Caatinga em Sobral/CE

Variáveis	Área raleada em faixas	Testemunha
Índices de diversidade e equabilidade		
H'	1,86	1,77
J'	0,74	0,85
Variáveis estruturais		
DAB (cm)	15,70 <sup>a</sup>	10,60 <sup>b</sup>
DAP (cm)	5,50	4,70
Altura (m)	3,40	2,70

Médias seguidas de letra distinta na linha, dentro de cada variável estrutural, diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Diâmetro da altura da base (DAB – cm) e diâmetro da altura do peito (DAP – cm). Quando foi detectado efeito significativo, as letras foram deixadas na tabela.

#### 4.4 Experimento 4 – Implantação do capim-massai e do capim-búffel em área raleada em faixas.

Como não houve germinação do capim-búffel na área raleada em faixas no primeiro ano de estabelecimento, foram adotados como tratamentos o capim-massai na condição de pleno sol e na condição de sombreamento. Possivelmente essa não germinação da semente do capim-búffel pode estar associado a vários fatores, tais como: baixa qualidade da semente; carreamento das mesmas pela chuva e ou predação por pássaros.

Não houve efeito significativo do sombreamento sobre as produções de biomassa total e de lâmina foliar verde, possivelmente esta resposta deve-se ao direcionamento Norte/Sul das faixas, que possibilitou que as plântulas sombreadas recebessem pelo menos 6 horas de radiação fotossinteticamente ativa por dia ao longo do seu crescimento, isto pode ter contribuído para que este sombreamento momentâneo afetasse a resposta produtiva da planta.

Outras variáveis estruturais como biomassa de colmo, material morto, IAF, IRFA, altura, DPP, NFV e EUA também não foram afetadas pelo sombreamento, sendo apresentando as seguintes médias: 245,7 (kg ha<sup>-1</sup>); 264,5 (kg ha<sup>-1</sup>); 1,3; 0,51%; 27,7 cm; 508,3 plantas/m<sup>2</sup>; 2,9 folhas/perfilho e 2,9, respectivamente (tabela 12).

Paciullo et al. (2008) demonstraram que o sombreamento moderado (50%) proveniente de árvores favoreceu a espécie forrageira *brachiaria decumbens*, principalmente na produção de matéria seca, se comparada a área a pleno sol. Isso pode está

associado ao aumento no peso individual de cada perfilho e possivelmente ao fato de que as gramíneas sombreadas, se beneficiam com o aumento das taxas de decomposição da serrapilheira provenientes das árvores.

Segundo Martuscello et al. (2009) ao observarem três gramíneas do gênero *brachiaria* (cv. Basilisk, cv. Xaraés e cv. Marandu) em sistema silvipastoril, com diferentes níveis de sombreamento (70% 50% e 0%), observaram que a produção foi menor com 70% de sombreamento, enquanto que o nível de 50% não difereu das plantas em pleno sol para a variável matéria seca.

De acordo com Humphreys (1994) e Wilson (1996) solos sombreados por árvores tendem a ter mais umidade, isso associado à uma temperatura mais moderada sob sombra, faz com que se aumente a taxa de mineralização do nitrogênio, da decomposição da matéria orgânica, refletindo no aumento da ciclagem do nitrogênio em comparação a uma área a pleno sol, contribuindo no desempenho das plantas sombreadas. A maior disponibilidade de nitrogênio em solos sombreados (seja natural ou artificial) tem sido relatado em alguns trabalhos científicos e esses relatados na maioria das vezes estão associados a ambientes sob restrição hídrica (WILSON; WILD, 1995).

O raleamento em faixas mantém uma cobertura em torno de 40% da área, demonstrando que esse percentual de cobertura não chega a influenciar no desenvolvimento da espécie forrageira utilizada para fins de enriquecer o estrato herbáceo.

**Tabela 12:** Variáveis estruturais do capim-massai cultivado em condição a pleno sol e sombreado em área raleada em faixa na época chuvosa do ano de 2016

Variáveis	Pleno sol	Sombreado	Média	CV (%)
BFT (kg ha <sup>-1</sup> )	1.445,00	772,80	1.108,70	73,20
BLV (kg ha <sup>-1</sup> )	821,00	377,20	599,10	79,70
BCV (kg ha <sup>-1</sup> )	341,70	149,60	245,70	101,50
BFM (kg ha <sup>-1</sup> )	281,80	247,30	264,50	54,50
DPP (plantas/m <sup>2</sup> )	496,00	520,50	508,30	48,00
NºFV perfilhos	3,00	2,80	2,90	4,90
IRFA (%)	0,50	0,58	0,51	29,30
IAF	1,30	1,32	1,30	64,90
Altura (cm)	33,30	22,10	27,70	29,30
EUA	3,80	2,00	2,90	73,20

Média seguida de letra distinta na linha diferem estatisticamente pelo teste de tukey (p<0,05).

Número de folhas vivas por perfilhos (NFV). Biomassa de forragem total (BFT, kg ha<sup>-1</sup>); Biomassa de lâmina verde (BLV, kg.ha<sup>-1</sup>); Biomassa de colmo verde (BCV, kg.ha<sup>-1</sup>); Biomassa de forragem morta (BFM, kg.ha<sup>-1</sup>); Altura (cm); Densidade populacional de perfilhos (DPP, plântula/m<sup>2</sup>); Índice de área foliar (IAF); Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA %) e Eficiência do uso da água (EUA).

Quando foi detectado efeito significativo, as letras foram deixadas na tabela.

As plantas de capim-massai apresentaram comportamento fisiológico semelhante na condição a pleno sol e na condição a sombreada na área raleada em faixas,

tendo para as variáveis taxa de carboxilação(A/Ci) e eficiência de uso metabólico da água (A/E) as seguintes médias 0,03 e 0,92, respectivamente (Tabela 13). Outro fator que pode ter contribuído para que as variáveis fossem semelhantes foi que o sombreamento momentâneo, manteve as taxas fotossintéticas semelhantes as plantas a pleno sol. Segundo Dalmolin et al. (2015) o sombreamento momentâneo e moderado, pode favorecer as plantas tropicais.

Esse favorecimento se deve a redução nas quantidades de ondas de luz que chega a planta, favorecendo um leve decréscimo na taxa de transpiração, e assim promovendo um aumento na capacidade fotossintética das gramíneas.

O sombreamento das árvores laterais da faixa afetou significativamente ( $p < 0,05$ ) a variável T fol °C, tendo as plantas a pleno sol a menor temperatura (32,5 °C), enquanto as sombreadas a maior temperatura (40,6 °C). Fato que pode ser explicado devido ao horário de medição dessas variáveis, pois para as plantas de capim-massai cultivados na condição de pleno sol o melhor horário fotossintético foi de 08:00 horas, já para o capim-massai cultivado na condição de sombreamento as 10:00 horas (Figura12). Isso pode ter contribuído para o aumento da temperatura interna da folha das plantas sombreadas.

A orientação norte sul para o raleamento em faixas permitiu que tanto na condição sombreada quanto a pleno sol, o capim-massai pudesse se desenvolver de modo uniforme na área.

**Tabela 13:** Variáveis fisiológicas do capim-massai cultivado em condição a pleno sol e sombreado em área raleada em faixa na Caatinga de Sobral/CE, na época chuvosa do ano de 2016

Tratamento	T Fol	A/E	Ci	E	gs	A	SPAD	A/Ci
Pleno sol	32,50 <sup>b</sup>	1,20	167,00	0,40	0,03	5,10	27,40	0,04
Sombreado	40,60 <sup>a</sup>	0,60	220,80	0,60	0,01	3,40	25,30	0,02
Média	-----	0,90	193,90	0,50	0,02	4,30	26,40	0,03
CV (%)	4,36	38,26	48,80	70,15	70,35	47,59	12,71	70,39

Médias seguidas de letra distinta na coluna diferem estatisticamente pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

Temperatura interna da folha (T Fol °C); Concentração interna de dióxido de carbon (Ci ppm); Taxa de transpiração (E  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ); Taxa de condutância estomática (gs  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ); Taxa de fotossíntese (A  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ); Índice relativo de clorofila a e b; Taxa de carboxilação (A/Ci) e Eficiência do uso metabólico da água (A/E).

Quando foi detectado efeito significativo, as letras foram deixadas na tabela.



## 5 CONCLUSÃO

O raleamento em savana favorece o aparecimento de espécies forrageiras e contribui para o aumento da biomassa de forragem em área de Caatinga.

O raleamento em faixas é uma opção de manejo da Caatinga que favorece o aumento quantitativo e melhoria da composição botânica, por favorecer o aparecimento de grande número de espécies forrageiras tanto de monocotiledôneas como dicotiledôneas.

O capim-massai pode ser indicado para enriquecimento tanto de Caatinga raleada em savana como em faixas por apresentar melhores características de produção e persistência nas condições de baixa pluviosidade características do semiárido.

O capim-buffel cv. Áridus apresenta dificuldades de estabelecimento mesmo em condições de boa germinação, sendo sensível a períodos de maior precipitação.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.I, FIALHO, J.S; CAMPANHA, M.M; OLIVEIRA, T.S. Carbon sequestration and nutrient reserves under different land use systems. **Revista Árvore**, v.38,n 1, p.81-93, 2014.
- AMORIM, L.B; SALCEDO, I.H; PAREYN, F.G.C; ALVAREZ, I.A. Assessment of nutrient returns in a tropical dry forest after clear-cut without burning. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.100, n.1, p. 333-343, 2014.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.161: 105-121, 2009.
- ANDRADE, A.G.; TAVARES, S.R.L.; COUTINHO, H.L.C. Contribuição da serapilheira para a recuperação de áreas degradadas e para a manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, v24, p.55-63, 2003.
- ANDRADE, C.M.S; GARCIA, R; COUTO, L; PEREIRA, O.G. Transmissão de Luz em sistemas silvipastoris com eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.1, p.19-23, 2002.
- ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. **Guia Arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris**. Brasília: Embrapa, 2012. 345 f.
- ALBUQUERQUE, S.G. As pastagens do semiárido do Nordeste. **Informe Agropecuário**. v.13, n. 153-154, p.40-48, 1984.
- ALMEIDA R.G; RANGEL, J.H.A; CAVALCANTE, A.C.R; ALVES, F.V. Sistemas silvipastoris: produção animal com benefícios ambientais. **IX Congresso Nordestino de Produção Animal**. Ilheus/Bahia 2014. Disponível em: <[ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114901/1/aac-Sistemas.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114901/1/aac-Sistemas.pdf)>. Acesso em: 25 agos 2016.
- ALVES, J.J.A; ARAÚJO, M.A; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: Uma investigação Ecogeográfica. **Revista Caatinga**. v.22, n.3, p 126-135, 2009.
- ARAÚJO, L.D.A; QUIRINO, Z.G.M; MACHADO, I.C. Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinização de *Allamanda blanchetti*, uma Apocynaceae endêmica da Caatinga. **Revista brasileira de botânica**. v.34. n.2, p-211-222, 2011.
- ARAÚJO FILHO, J.A., SILVA, N.L. Alternativas para o aumento da produção de forragem na Caatinga. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5, Salvador, 1994, **Anais...** Salvador: SNPA, p. 121-133, 1994.

ARAÚJO FILHO, J.A; GADELHA, J.A; MACIEL, D.F et al. **Flutuações mensais na produtividade e valor nutritivo dos sítios ecológicos do sertão cearense**. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Estudos da pastagem nativa do Ceará. Fortaleza, CE: BNB, 1982. p.33-45. (BNB. Estudos Econômicos e Sociais, 13).

ARAÚJO FILHO, J.A. Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris. Sobral, CE: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1992. 18 f. (EMBRAPA-CNPC. **Circular Técnica, 11**).

ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B.; CARVALHO, F.C. Pastagens no semiárido: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 1995. p.63-75.

ARAÚJO FILHO, J.A. **O bioma Caatinga**. In: SOBRINHO, J.F; FALCÃO, C.L.C. (Org.). Semiárido: diversidade, fragilidade e potencialidades. Sobral: Sobral gráfica, 2006. p. 49-70.

ARAÚJO FILHO, J.A. Pastoreio múltiplo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 7, 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luís de Queiroz”, 1985. p.203-233.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Sistema de Produção Agrossilvipastoril no Semiárido do Ceará**. 2nd International Conference: Climate, Sustainability and Development in Semiarid Regions August 16 - 20, 2010, Fortaleza - Ceará, Brazil.

ARAÚJO FILHO, J.A; CARVALHO, F.C; GARCIA, R; SOUSA, R.A. Efeito da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.31,n.1,p.11-19, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga/** Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p: il.

BAKKE, I.A; BAKKE, O.A; ANDRADE, A.P; SALCEDO, I.H. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless “jurema preta” stand. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.341-347, 2007.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2005. 32 p. il.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 14 jan. 2016.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. DAS. 2009, 399 p: il.

BELTRÃO, N.E.M; OLIVEIRA, M.I.P. Oleaginosas e seus óleos: Vantagens e desvantagens para a produção de biodiesel. **Documentos 201. 28 p.** Embrapa algodão, 2008.

CÂNDIDO, M.J.D.; ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M.A.B. Pastagens no ecossistema semiárido brasileiro: atualização e perspectivas futuras. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005, p.85-94.

CAVALCANTE, A.C.R; FERNANDES, F.E.P; TONUCCI, R.G; SILVA, N.L. **Tecnologia para o uso sustentável da Caatinga.** In: FURTADO, D.A; BARACUHY, J.G.V; FRANCISCO, P.R.M. Difusão de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro, 2013. 248p il.

CAVALCANTE, A.C.R; ARAÚJO, J.F; CARNEIRO, M.S.S; SOUZA, H.A; TONUCCI, R.G; ROGERIO, M.C.P; VASCONCELOS, E.C.G. Potential Use of Tropical Grass for Deferment in Semi-Arid Region. **American Journal of Plant Sciences**, v. 05, n. 7, p. 907-914, 2014.

CAVALCANTE, N.B.; RESENDE, G.M. Consumo de xiquexique (*Pilocereus gounellei*) por caprinos no semiárido da Bahia. **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p.22-27, 2007.

CAMPANHA, M.M; ARAÚJO, F.S; MENEZES, M.O.T; SILVA, V.M.A; MEDEIROS, H.R. Estrutura da comunidade vegetal arbóreo-arbustiva de um sistema agrossilvipastoril, em Sobral – Ce. **Revista Caatinga**. v.24, n.3. p.94-101, 2011.

CARVALHO, M.M; ALVIM, M.J; CARNEIRO, J.C. **Sistemas agroflorestais pecuários: Opção de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite: Brasília: FAO, 2001. 414 p.

CARVALHO, M.M. **Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira.** In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 2001, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.85-108.

CALIXTO JUNIOR, J.T; DRUMOND, M.A. Estrutura fitossociológica de um fragmento de Caatinga sensu stricto 30 anos após corte raso, Petrolina-PE, Brasil. **Revista Caatinga**, v.24, p.67-74, 2011.

COUTINHO, M.J.F; CARNEIRO, M.S.S; EDVAN, R.L; PINTO, A.P. Á pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v.20, n.3, p.434-441, 2013.

COSTA, C.C.A; CAMACHO, R.G.V; MACEDO, I.D; SILVA, P.C.M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de Caatinga na flona de Açú-RN. **Revista árvore**, v.34, p.259-265, 2010.

Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais – CFSEMG, (1999). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação** – Viçosa: UFV, 1999 359 p.

DALMOLIN, A.C; THOMAS, S.E.O; ALMEIDA, B.C; ORTIZ, C.E.R. Alterações morfofisiológicas de plantas jovens *Curatella americana* L. submetidas ao sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**. v.13, n. 1, p. 41-48, 2015.

DANTAS, A. F; PEREIRA FILHO, J.M; SILVA, A.M.A; SANTOS, E.M; SOUSA, B.B; CÉZAR, M.F. Características da carcaça de ovinos santa inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1280-1286, 2008.

DANTAS NETO, J; SILVA, F.A.S; FURTADO, D.A; MATOS, J.A. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim búffel. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1867-1874, 2000.

DIAS-FILHO, M.B. Formação e Manejo de pastagens. **Comunicado técnico 235**. Disponível em:  
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/937485/1/OrientalComTec235.pdf>>  
Acesso em: 05 fev 2016.

DRUMOND, M. A; KILL, L.H.P; LIMA, P.C.F; OLIVEIRA, M.C; OLIVEIRA, V.R; ALBUQUERQUE, S.G; NASCIMENTO, C.E.S; CAVALCANTI, J. Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga. In: Avaliação e identificações de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma caatinga. **Seminário “Biodiversidade da Caatinga”**. Realizado em Petrolina; Pernambuco, na Embrapa Semiárido, no período de 21 a 26 de maio de 2000. Disponível em:  
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/134000/1/usosustentavel.pdf>>. Acesso em: 15 agos 2016.

DUBEUX JR., J.C.B; SOLLENBERGER, L.E; INTERRANTE, S.M; VENDRAMINI, J.M.B; STEWART, R.L. Litter decomposition and mineralization in bahia grass pastures managed at different intensities. **Crop Science**, v.46, p.1305-1310, 2006.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) **La conservación de las terras em América Latina**. 1998. Disponível em:<[www.fao.org/ag.esp/revistas/spot4.htm](http://www.fao.org/ag.esp/revistas/spot4.htm)>. Acesso em 15 de fev. de 2017.

FRANCA-ROCHA, W. J. S. **Situação da cobertura vegetal do bioma Caatinga**. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). Mudanças climáticas e desertificação no semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. p. 77-93.

FRANCELINO, M.R; FILHO, E.I.F; RESENDE, M; LEITE, H.G. Caatinga forest contribution to the sustainability of settlement projects on rio grande do norte backwoods. **Revista Árvore**. vol.27 v.1. p. 79-86, 2003.

FUENTES, J.D.; KING, K.M. Leaf photosynthesis and leaf conductance of maize grown hydroponically and in soil under field conditions. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.45, p.155-166, 1989.

GALZERANO, L.; MORGADO, E. Eucalipto em Sistemas Agrossilvipastoris. Revista Eletrônica de Veterinária - **REDVET**, v.9, n.3, p.1695-7504, 2008.

GATHÉRUM, G.E. An analytical approach to the management of forest land for beef cattle and timber production. **Journal Science**, v.34, n.4, p.565-574, 1960.

GARIGLIO, M.A; SAMPAIO, E.V.S.B; CESTARO, L.A; KAGEYAMA, P.Y. **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010, 368 p.: il.

Disponível:<[http://mma.gov.br/estruturas/203/\\_arquivos/uso\\_sustentavel\\_e\\_conservao\\_dos\\_recursos\\_florestais\\_da\\_caatinga\\_203.pdf#page=28](http://mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/uso_sustentavel_e_conservao_dos_recursos_florestais_da_caatinga_203.pdf#page=28)>. Acesso em 16 jul 2016.

GIULIETTI, A.M; BOCAGE NETA, A.L; CASTRO, A.A.J.F; VIRGINIO, J.F; SAMPAIO, E.V.S.B; GAMARRA-ROJAS, C.F.L; QUEIROZ, L.P; FIGUEIREDO, M.A; RODAL, M.J.N; BARBOSA, M.R.V; HARLEY, R.M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004. p.48-90.

GUIMARÃES, I.P; COELHO, M.F.B; AZEVEDO, R.A.B. Pau branco (*Cordia oncocalix* Allemão) – Boragináceae: tree endemic to the Caatinga. **Revista verde**. v.8, n.5, p.31-39, 2013.

HUMPHREYS, L.R. Tropical forages: their role in sustainable agriculture. New York: **Longman Scientific e Technical**, 1994, 193p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro, 2010 (Produção pecuária municipal).

JANK, L; MARTUSCELLO, J.A; EUCLIDES, V.B.P; VALLE, C.B; RESENDE, R.M.S. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D.M; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. p.166-196.

KOUKOURA, Z.; MAMOLOS, A.P.; KALBURTJI, K.L. Decomposition of dominant plant species litter in a semiarid grassland. **Applied Soil Ecology**, v.23, p.13-23, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Editora, 2006. 550 p. il.

LEAL, I.R; TABARELI, M; SILVA, J.M.C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p. il.

LIMA, R.P; FERNANDES, M.M; FERNANDES, M.R.M; MATRICARDI, E.A.T. Aporte e Decomposição da Serrapilheira na Caatinga no Sul do Piauí. **Revista Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, p.42-49, 2015.

LOPES, M.N; CÂNDIDO, M.J.D; POMPEU, R.C.F.F; SILVA, R.G; LACERDA, C.F; BEZERRA, F.M.L. Características morfogênicas de dois tipos de perfilhos e produção de biomassa do capim-massai adubado com nitrogênio durante o estabelecimento. **Bioscience Journal**.v.30, p.666-667, 2014.

LUDWIG, R. L.; LOVATO, T.; PIZAANI, R.; GOULART, R. Z.; SCHAEFER, P. E. Produção e qualidade do Arachis pinto. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p.2, 2010.

LINHARES, P.C.F; SILVA, D.LS; VASCONCELOS, S.H.L; BRAGA, A.P; MARACAJA, P.B. Teor de matéria seca e composição químico-bromatológica da jitrana (*merremia aegyptia* l. urban) em diferentes estádios fenológicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 3, p. 255-262, 2010.

LINHARES, P.C.F; VASCONCELOS, S.H.L; MARACAJÁ, P.B; MADALENA, J.A.S; OLIVEIRA, K.P. Inclusão de Jitirana na composição químico-bromatológica de silagem de sorgo. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 5, p. 67-74, 2009.

MARTUSCELLO, J.A; JANK, L; GONTIJO NETO, M.M; LAURA, V.A; CUNHA, D.N.F.V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 1183-1990 2009.

MARTUSCELLO, J.A; SILVA, L.P; CUNHA, D.N.F.V; BATISTA, A.C.S; BRAZ, T.G.S; FERREIRA, P.S. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Ciência animal Brasileira**. V. 16, n.1, p. 1-13, 2015.

MARTUSCELLO, JÁ; FONSECA, DM; NASCIMENTO, JR.D; SANTOS, PM; RIBEIRO, JR JI; CUNHA, DNFV; MOREIRA, LM. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolha. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p. 1475-1482, 2005.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico. Editora: Rio de Janeiro, 2013, 1.100 p il:.

MACEDO, R.L.G; VALLE, A.B; VENTURINI, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: Ed - UFLA, 2010, 331 p il.

MENDES, M.M.S; LACERDA, C.F; CAVALCANTE, A.C.R; FERNANDES, F.E.P; OLIVEIRA, T.S. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em Sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.48, n.10, p.1342-1350, 2013.

MOREIRA, J.N; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; FERREIRA, M.A; ARAÚJO, G.G.L; FERREIRA, R.L.C; SILVA, G.C. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.

MOURÃO, A. E. B; VASCONCELOS, J.M.G; CAVALCANTE, A.C.R; Produção e distribuição sazonal de litter em áreas de Caatinga sob diferentes manejos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS NO SEMIÁRIDO, 1, 2013, Iguatu. **Anais...Iguatu: SBRS**, 2013. P 1a – 6a.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2013**: dados de 2007-2012/Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: SFB, 188 p. 2013.

NASCIMENTO, H.T.S; NASCIMENTO, M.P.S.C.B; RIBEIRO, V.Q. Valor nutritivo do mata-pasto (*Senna obtusifolia* Link. Irwin & Barneby) em diferentes idades. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** 33, 18p., 2001.

NICODEMOS, M.L.F. Dinâmica da água em sistemas agroflorestais. **Documentos** 102, 36 p. Embrapa Pecuária Sudeste, 2011.

OLIVEIRA, F.M.M; DANTAS, R.T; FURTADO, D.A; NASCIMENTO, J.W.B; MEDEIROS, A.N. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 631-635, 2005.

OLIVEIRA, T.K; MACEDO, R.L.G; SANTOS, I.P.A; HIGASHIKAWA, E.M; VENTURINI, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência agrotecnologia**. v.31, n.3, p. 748-757, 2007.

OLIVEIRA, M.C; SILVA, C.M.M.S. Comportamento de algumas leguminosas forrageiras para pastejo direto e produção de feno na região semiárida do Nordeste. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1988. 6p. (Embrapa-CPATSA. **Comunicado técnico**, 24).

OLIVEIRA, M.C. Capim búffel, produção e manejo nas regiões secas do Nordeste. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1993, 18p. (EMBRAPA-CPATSA. **Circular técnica**, 27).



OLIVEIRA, E.R. Alternativas de alimentação para a pecuária no semiárido nordestino. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6, Natal, 1996, **Anais...** Natal: SNPA, p. 127-148, 1996.

PACIULLO, D.S.C; CARVALHO, A.A.B; AROEIRA, L.J.M; MORENZ, M.J.F; LOPES, F.C.F; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária sob sombreamento natural e a pleno sol. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.42, n.4, p. 573-579, 2007.

PACIULLO, D.S.C; CAMPOS, N.R; GOMIDE, C.A.M; CASTRO, C.R.T; TAVELA, R.C; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7 p.917-923, 2008.

PEREIRA FILHO, J.M; ARAÚJO FILHO, J.A; CARVALHO, F.C; REGO, M.C. Disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo de uma caatinga raleada submetida ao pastejo alternado ovino-caprino. **Livestock Research for Rural Development**, v.19, n.1, p.190-202, 2007.

PEREIRA FILHO, J.M; SILVA, A.M.A; CÉZAR, M.F. Manejo da Caatinga para a produção de caprinos e ovinos. **Revista brasileira de produção animal**, Salvador, v.14, n.1, p.77-90, 2013.

PEREIRA FILHO, J.M.; BAKKE, O.A. Produção de Forragem de espécies herbáceas da Caatinga. In: GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. (Ed). Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. Brasília: **Serviço Florestal Brasileiro**, 2010. p.145-159.

PEREIRA, R.M.A; ARAÚJO FILHO, J.A; LIMA, R.V; PAULINO, F.D.G; LIMA, A.O.N; ARAÚJO, Z.B. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da Caatinga. **Revista Ciência agrônômica**. v.20, n.1/2, p – 11-20, 1989.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Arborização de Pastagens: I. Procedimentos para introdução de árvores em pastagens convencionais. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 8f. (Embrapa Florestas. **Comunicado técnico, 155**).

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana/Royal Botanic Gardens, Kew, Associação Plantas do Nordeste, 2009.

RAO, E. S.; KUMARI, D. S.; SATYANRAYANA, A. Allelopathia potencial of *Hyptis suaveolens* port. on seed germination of weeds and crops. **Indian Botanical Reporter**, v. 6, p. 77-78, 1987.

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. Excentricidade da medula em *Grevillea robusta* e *Corymbia citriodora* cultivados em sistema silvipastoril. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 4 p. (Embrapa Florestas. **Comunicado técnico, 248**).

RIBASKI, J; LIMA, P.C.F; OLIVEIRA, V.R; DRUMOND, M.A. árvore de múltiplo uso no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 4f. (Embrapa Florestas. **Comunicado Técnico, 104**). Disponível em: < [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/35565/1/com\\_tec104.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/35565/1/com_tec104.pdf)>, Acesso em 27 jan 2017.

RODAL, M.J.N; SAMPAIO, E.V.S.B; FIGUEIREDO, M.A. **Manual sobre métodos de estudos florísticos e fitossociológicos: ecossistemas Caatinga**. Ed – Brasília SB, 2013, 24p. il.

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

ROZADOS, L.M.J; GONZÁLEZ, M.P.H; SILVA, F.J.P. Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.70, p.53-62, 2007.

SAMPAIO, E.V.S.B. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003, 202 p il.

SANTOS, R.M; VOLTOLINI, T.V; ANGELOTTI, F; MOURA, M.S.B; SANTOS, I.G. Aptidão climática do capim búffel. In: VI Congresso Nordestino de Produção Animal, 2010, Mossoró. **Anais...Mossoró: SNPA**, 2010. Disponível em <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/876392/1/Magna.pdf>>. Acesso em 04 jan 2017.

**SAS INSTITUTE**. SAS system for Windows. Version 9.3, Cary: SAS Institute Inc. 2009.

SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Diversidade e estrutura fitossociológica da Caatinga na estação ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6,p.232-242, 2006.

SILVA, M. D. **Resiliência e susceptibilidade de tipos funcionais vegetais na paisagem no Semiárido nordestino**. 2012. 121 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2012.

SILVA, N.L; ARAÚJO FILHO, J.A; FERNANDES, F.E.P. Efeitos da época de corte do Bamburral (*Hyptis suaveolens* (Link) Poit) sobre a produção de gramíneas. **Comunicado técnico 107**, 5 p., 2009.

SILVA, L.M.M; RODRIGUES, T.J.D; AGUIAR, I.B. Efeito da luz da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista árvore**. vol.26. n 6, p.691-697, 2002.

SILVA, S. C. **Caracterização citogenética, molecular e morfológica de acessos do gênero *Arachis* com ênfase na seção *Heteranthae***. 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Melhoramento Genético de Plantas) - Universidade federal Rural de Pernambuco - UFRP, 2007.

SILVA, M.G.S; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; DUBEUX JUNIOR, J.C.B; LINS, M.M; SILVA, C.V.N.S. Dinâmica da associação de capim-milhã e capim-de-raiz em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2340-2346, 2011.

SOUZA, P.F; LIMA, J.R; ARRUDA, P.M; MENDONÇA, I.F.C; SILVA, J.A; NÓBREGA, A.F. Estimativa do nível de cobertura dos solos e levantamento dos 38 remanescentes arbóreos na bacia hidrográfica do açude Jatobá-PB, **Revista Pesquisa**, v.1, n.1, p.129-135, 2007.

SOUSA, L.F; MAURÍCIO, R.M; MOREIRA, G.R; GONÇÁLVES, L.C; BORGES, I; PEREIRA, L.G.R. Nutritional evaluation of “Braquiaraão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, p.189-199, 2010.

SOUZA, B. I; SUERTEGARAY, D.M.A; LIMA, E.R. Mapeamento da desertificação nos Cariris Velhos – PB – Brasil. In: MOREIRA, E.; TARGINO, I. (Org). **Desertificação, desenvolvimento sustentável e agricultura familiar: recortes no Brasil, em Portugal e na África**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB; Ministério do Meio Ambiente, 2010, p. 47-64.

SOUSA, H.M.H. **Avaliação do mata-pasto (*Senna obtusifolia* Link Irwin & Barneby) e (*Senna uniflora* P. Miller Irwin & Barneby) para alimentação de caprinos**. 2004, 55 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba.

SCORIZA, R.N; PEREIRA, M.G; PEREIRA, G.H.A; MACHADO, D.L; SILVA, E.M.R. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados a ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, v.2, p1-18, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3. ed.,2004. 719 p.

TURNER, N.C Agronomic options for improving rainfall-use efficiency of crops in dryland farming systems. **Journal of Experimental Botany**. v.55, n.407, p.2413-2425, 2004.

VIEIRA, M.E.Q; SANTANA, D.F.Y; OLIVEIRA, R.N et al. Mórfofogenes do Capim Búffel (*Cenchrus ciliaris*) cultivado em solução nutritiva. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, PIRACICABA. **Anais...**Piracicaba: SBZ, 2001.p.368-369.

VERSIEUX, L.M; MEDEIROS, M.C.M.P; SPÓSITO, T.C.S; STHEMANN, J.R. Characterization of the tree component in a semideciduous forest in the espinhaco range: a subsidy to conservation. **Revista Caatinga**, v.24, n.2, p.85- 94, 2011.

VOLTOLINI, T.V; MORAES, S.A; ARAÚJO, G.G.L; PEREIRA, L.G.R. Concentrate levels for lambs grazing on bufel grass. **Revista Ciência Agronômica**. v. 42, n.1, p. 216-222, 2011.

WILSON, J.R. Shade-stimulated grow and nitrogen uptake by pastures grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.1075-1093, 1996.

WILSON, J.R.; WILD, D.W.M. Nitrogen availability and grass yield under shade environments. In: MULLEN, B.F.; SHELTON, H.M. (Eds.) **Integration of ruminants into plantation systems in southeast Asia**. Canberra: ACIAR, 1995, p.42-48.

WOLDA, H. Similarity indices, sample size and diversity. **Oecologia**, New York, v. 50, p. 296-302, 1981.

YAMAMOTO, W.; DEWI, I.A.; IBRAHIM, M. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. **Agricultural Systems**, v.94, p.368-375, 2007.

## DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO DE PORTUGUÊS

Declaro, para os devidos fins, que realizei a revisão da dissertação intitulada **Biomassa herbácea e biodiversidade da Caatinga** submetida a diferentes raleamentos e enriquecimentos, de autoria de **Jeffe Arnon de Almeida Conrado**, consistindo em correção gramatical, adequação do vocabulário, inteligibilidade do texto.

Fortaleza, 20 de fevereiro de 2017.



---

Nágela Moreira de Abreu

CPF: 770.125.933-34

Graduada em Letras pela Universidade Estadual Vale do Acaraú

## DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins acadêmicos do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará que o abstract da dissertação intitulada **"Biomassa herbácea e biodiversidade da Caatinga submetida a diferentes raleamentos e enriquecimentos"** de autoria de Jefte Arnon de Almeida Conrado, apresentada no último dia 13/02/2017, foi revisado pelo assinado abaixo.

Curitiba, 15 de fevereiro de 2017.

*Erica M. Takahashi de Alencar*  
Dra. Erica M. Takahashi de Alencar