

UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ  
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA

**FITOSSOCIOLOGIA E FLUXO DE EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO EM  
ÁREAS DE CAATINGA**

CARLOS MIKAEL MOTA

SOBRAL – CE  
SETEMBRO – 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ  
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA

**FITOSSOCIOLOGIA E FLUXO DE EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO EM  
ÁREAS DE CAATINGA**

CARLOS MIKAEL MOTA

SOBRAL – CE  
SETEMBRO – 2014

CARLOS MIKAEL MOTA

**FITOSSOCIOLOGIA E FLUXO DE EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO EM  
ÁREAS DE CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Estadual Vale do Acaraú, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

**Área de concentração:** Nutrição de Ruminantes

ORIENTADOR:

PROF. DR. MARCO AURÉLIO DELMONDES BOMFIM

SOBRAL – CE  
SETEMBRO – 2014

***B333q***

Mota, Carlos Mikael.

Fluxo de emissão de metano entérico de ovinos de corte mantidos em sistema agrossilvipastoril e caatinga degradada / Carlos Mikael Mota, CE: UVA, 2014.

Nº de p.

Orientador: Marco Aurélio Delmondes Bomfim

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú - Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Sobral, 2014.

1. Emissão de Metano. 2. Caatinga. 3. Sistemas Agroflorestais. 4. Ovinos. 5. Pasto Nativo. I. Bomfim, Marco Aurélio Delmondes. II. Título.

CDU: 636.32/38

**CARLOS MIKAEL MOTA**

**FITOSSOCIOLOGIA E FLUXO DE EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO EM  
ÁREAS DE CAATINGA**

Dissertação defendida e aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ pela Comissão Examinadora:

---

**DR. MARCO AURÉLIO DELMONDES BOMFIM**  
**EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS**

---

**DR. DIEGO BARCELOS GALVANI**  
**EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS**

---

**DR.<sup>a</sup> ANA CLARA RODRIGUES CAVALCANTE**  
**EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS**

---

**DR. FRANCISCO EDEN PAIVA FERNANDES**  
**EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS**

---

**DR.<sup>a</sup>. SUELI DOS SANTOS FREITAS**  
**EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS**

SOBRAL – CE  
SETEMBRO – 2014

## **Dedico**

*A Deus por me dar o privilégio e oportunidade de conduzir este trabalho e aos meus queridos pais, Francisca Eneida e Raimundo Mesquita pelo apoio em todos os momentos. A vocês dedico!*

## **Agradecimientos**

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO GERAL .....	vii
ABSTRACT GENERAL.....	viii
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	ix
CAPÍTULO 1 .....	10
REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
INTRODUÇÃO.....	16
1.1. Caracterização da Caatinga .....	16
1.2. Sistemas agroflorestais como alternativa de manejo sustentável à Caatinga .....	17
1.3. Produção de metano entérico por ruminantes no Brasil e no mundo .....	20
1.4. Referências Bibliográficas.....	24
CAPÍTULO 2 .....	27
FITOSSOCIOLOGIA E COMPOSIÇÃO BOTÂNICA DOS ESTRATOS ARBÓREO- ARBUSTIVO E HERBÁCEO DE ÁREAS DE CAATINGA MANIPULADA OU NÃO MANIPULADA .....	28
INTRODUÇÃO.....	30
2.1. Material e Métodos.....	31
2.2. Resultados e Discussão.....	34
2.3.1 <i>Estrato Arbóreo-arbustivo</i> .....	34
2.3.2 <i>Estrato Herbáceo</i> .....	39
2.3. Conclusões.....	46
2.4. Referências Bibliográficas.....	47
CAPÍTULO 3 .....	50

EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO POR OVINOS DE CORTE MANTIDOS EM ÁREAS DE CAATINGA RALEADA ENRIQUECIDA OU NÃO ENRIQUECIDA .....	50
INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAL E MÉTODOS .....	55
3.1. Resultados e Discussão.....	59
3.2. Conclusões.....	62
3.3. Referências Bibliográficas.....	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	67

## LISTA DE TABELAS

Pág.

### CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Famílias e espécies arbóreas amostradas nas áreas de <i>Caatinga não manipulada</i> (A1), <i>Caatinga raleada antiga</i> (A2) e <i>Caatinga raleada recente</i> (A3).....	35
Tabela 2 – Descritores analisados em diferentes áreas de Caatinga para avaliação do estrato arbóreo-arbustivo. ....	36
Tabela 3 – Descritores analisados em diferentes áreas de Caatinga para avaliação do estrato herbáceo. ....	40
Tabela 4 – Famílias e espécies herbáceas amostradas nas áreas de <i>Caatinga não manipulada</i> (A1), <i>Caatinga raleada antiga</i> (A2) e <i>Caatinga raleada recente</i> (A3) (continua). ....	41
Tabela 4 – Famílias e espécies herbáceas amostradas nas áreas de <i>Caatinga não manipulada</i> (A1), <i>Caatinga raleada antiga</i> (A2) e <i>Caatinga raleada recente</i> (A3) (continuação).....	42
Tabela 4 – Famílias e espécies herbáceas amostradas nas áreas de <i>Caatinga não manipulada</i> (A1), <i>Caatinga raleada antiga</i> (A2) e <i>Caatinga raleada recente</i> (A3) (conclusão). ....	43
Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos de espécies herbáceas amostradas na área de <i>Caatinga não manipulada</i> : Densidade Absoluta (DA), Frequência Relativa (FR) e Valor de Importância (VI). ....	44
Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos de espécies herbáceas amostradas na área Silvipastoril: Densidade Absoluta (DA), Frequência Relativa (FR) e Valor de Importância (VI). ....	45
Tabela 7 – Parâmetros fitossociológicos de espécies herbáceas amostradas na área de <i>Caatinga raleada recente</i> : Densidade Absoluta (DA), Frequência Relativa (FR) e Valor de Importância (VI). ....	45

### CAPÍTULO 3

Tabela 8 – Composição química das dietas selecionadas pelos animais nos períodos seco e chuvoso nas áreas de <i>Caatinga raleada enriquecida</i> (A1) e <i>Caatinga raleada não enriquecida</i> (A2). ....	60
--	----

Tabela 9 – Consumo de matéria orgânica (CMO) e emissão de metano por ovinos em diferentes sítios de pastejo na Caatinga e em diferentes períodos do ano <sup>(1)</sup> .....	61
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

### CAPÍTULO 1

Figura 1 – Produção de metano proveniente da fermentação entérica de animais nos principais países emissores. ....	20
Figura 2 – Distribuição percentual do efetivo ovino brasileiro nas macrorregiões e descrição percentual do rebanho ovino por estados da região Nordeste. ....	21

### CAPÍTULO 2

Figura 3 – Precipitação semanal para o primeiro semestre do ano de 2014 na região do estado, município de Sobral, Ceará. ....	31
Figura 4 – Parâmetros fitossociológicos de espécies arbóreo-arbustivas amostradas na área de Caatinga não manipulada: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI). ....	37
Figura 5 - Parâmetros fitossociológicos de espécies arbóreo-arbustivas amostradas na área de Caatinga raleada antiga: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI). ....	38
Figura 6 – Parâmetros fitossociológicos de espécies arbóreo-arbustivas amostradas na área de Caatinga manipulada não enriquecida: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI). ....	39

### CAPÍTULO 3

Figura 7 – Precipitação pluviométrica semanal para os anos de 2013 e 2014 com setas de indicação dos períodos de coleta. ....	55
---	----

## RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar o efeito da manipulação da Caatinga sobre parâmetros de conservação da biodiversidade vegetal em diferentes sítios de pastejo, bem como determinar as taxas de emissão de metano entérico por ovinos de corte mantidos na Caatinga em diferentes períodos do ano. Para avaliação dos parâmetros fitossociológicos foram comparadas três áreas de Caatinga, uma não manipulada e duas áreas de Caatinga raleada, a primeira com 15 anos e segunda com 2 anos, aqui denominada de *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga raleada recente* respectivamente. Foram calculados as variáveis de frequência relativa, cobertura relativa, dominância relativa e valor de importância. Além dos índices de Shannon & Wiener, Pielou, Jaccard e Margalef. As áreas *Caatinga raleada*, foram capazes de manter a diversidade, uniformidade e riqueza de espécies e famílias botânicas que compõe a comunidade vegetal arbórea. Para comunidade vegetal herbácea essas áreas devido o menor grau de sombreamento apresentaram maiores valores de diversidade, equabilidade e riqueza de espécies e famílias. As famílias arbóreas Fabaceae, Boraginaceae e Euphorbiaceae foram as mais representativas. Para as herbáceas as famílias Fabaceae, Poaceae e Euphorbiaceae foram as mais representativas. As áreas que sofreram processo de manipulação antrópica, apresentaram maiores valores de importância para espécies arbóreas de recomposição e espécies herbáceas características de áreas em processo de degradação. Para a avaliação das emissões de metano por ovinos em pastejo foram avaliados dois sítios de pastejo, Caatinga raleada enriquecida e Caatinga raleada não enriquecida, com avaliações nos períodos seco e chuvoso. Foram utilizados 16 ovinos da raça Somalis brasileira, 8 animais por tratamento, machos, castrados, com idade de 11 meses e peso vivo de  $26,8 \pm 2,9$  Kg. Em delineamento experimental inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Para quantificar a emissão de metano ( $\text{CH}_4$ ) utilizou-se da técnica do traçador hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ). A produção de  $\text{CH}_4$  (g/animal/dia) para os períodos e áreas avaliadas variaram entre 11,4 a 16,8 g. Os sítios de pastejo isoladamente não influenciaram sobre as taxas de emissão de  $\text{CH}_4$  e o ganho de peso dos ovinos no período de avaliação. A época seca foi a que os animais apresentaram menores taxas de ingestão alimentar e mesmo assim foi a que propiciou maior taxa de emissão de  $\text{CH}_4$ . Mais estudos que possam determinar as taxas de emissão de metano em ovinos nas condições brasileiras ainda são necessários, para que seja possível a geração de um inventário nacional sobre emissões de gases de efeito estufa.

**Palavras-chave:** parâmetros fitossociológicos; biodiversidade; espécies vegetais, gases de efeito estufa, aquecimento global, pastejo, hexafluoreto de enxofre.

### ABSTRACT GENERAL

This study aimed to evaluate the effect of manipulation on Caatinga parameters conservation of plant biodiversity in different places of grazing, as well as determining the rates of enteric methane emission by sheep kept cutting in Caatinga in different periods of the year. To evaluate the phytosociological parameters were compared three areas of Caatinga, a non-manipulated and two areas thinned Caatinga, the first at 15 and second with two years, here called old Caatinga thinned and recent Caatinga thinned respectively. Variables relative frequency, relative cover, relative dominance and importance value were calculated. Besides the Shannon & Wiener, evenness, and Margalef Jaccard. The thinned caatinga areas were able to maintain diversity, uniformity and species richness and plant families that make up the plant community tree. Herbaceous plant community to these areas because of the lesser degree of shading showed higher diversity, evenness and species richness and families. The tree families Fabaceae, Boraginaceae and Euphorbiaceae were the most representative. For the herbaceous Fabaceae, Poaceae and Euphorbiaceae families were the most representative. The areas that suffered from anthropogenic manipulation process showed higher importance to restoration of tree species and herbaceous species characteristic of areas in the degradation process. For the assessment of methane emissions from grazing sheep grazing two sites were evaluated, thinned Caatinga enriched and thinned Caatinga not enriched with ratings during dry and wet periods. 16 of Brazilian Somalis sheep breed, 8 animals per treatment, castrated, aged 11 months and live weight of  $26.8 \pm 2.9$  kg. In a completely randomized design with repeated measures were used. To quantify the emission of methane (CH<sub>4</sub>) is used the technique of tracer sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>). The CH<sub>4</sub> production (g / animal / day) for the periods and areas evaluated ranged between 11.4 and 16.8 g. The sites of grazing alone did not influence the rates of CH<sub>4</sub> emission and weight gain of sheep in the evaluation period. The dry season was that the animals had lower rates of food intake and even then it was that caused higher emission rate of CH<sub>4</sub>. Further studies to determine rates of methane emissions in sheep in the Brazilian conditions are needed for the generation of a national inventory of emissions of greenhouse gases is possible.

**Keywords:** phytosociology; biodiversity; plant species, greenhouse gases, global warming, grazing, sulfur hexafluoride.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

A interação entre os fatores de produção animal e o impacto ambiental causado pelas diversas atividades tem sido, cada vez mais, o objetivo de pesquisas relacionadas com as mudanças climáticas e ambientais. Os ruminantes, devido ao processo digestivo de fermentação entérica, são reconhecidos como importante fonte de emissão de metano para a atmosfera. Além disso, a produção desse gás, que pode variar em função do sistema de alimentação, é considerada uma parte perdida da energia do alimento, refletindo em ineficiência na produção animal.

Atualmente, as pressões ambientais indicam ser a redução da emissão de CH<sub>4</sub> de origem pecuária, um dos principais fatores para nortear as pesquisas com a produção de ruminantes.

De acordo com dados do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) a agricultura contribui com 13,5% das emissões globais de gases de efeito estufa, e cerca de 50% de CH<sub>4</sub> e 60% de N<sub>2</sub>O a partir de fontes antropogênicas. Estima-se que a contribuição da pecuária para as emissões globais de GEE são da ordem de 18%. No entanto as estimativas de produção de metano entérico por ovinos em regiões semiáridas existentes hoje ainda apresentam elevado grau de incertezas.

Para que essas emissões sejam minimizadas, práticas de manejo na agricultura devem ser adotadas. No caso da agropecuária, recentes pesquisas têm reportado que sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) permitem um aumento da produtividade agrícola e pecuária de maneira sustentável com uma melhor utilização dos recursos ambientais. A FAO reconhece a ILP com um sistema produtivo sustentável, capaz de aumentar a produção de alimentos com responsabilidade ambiental, para alimentar a população mundial no futuro, estimada em 9 bilhões de pessoas em 2050.

Neste contexto, a importância da utilização de sistemas agroflorestais tem ganhado destaque como alternativa de manejo para exploração de forma sustentável da Caatinga, de modo que haja a manutenção da biodiversidade e resiliência das comunidades vegetais, através da exploração de forma sustentável dessas áreas. Inventários da flora do bioma Caatinga relacionam grande número de espécies de plantas, e reportam que o endemismo destas é também muito elevado. Estudos da composição florística e estrutura das populações do estrato herbáceo e arbóreo-arbustivo desse bioma ainda são escassos e muito pouco se sabe a respeito.

Acredita-se que uma das melhores estratégias para mitigar a emissão de CH<sub>4</sub> pelos ruminantes, é o uso correto das pastagens nos mais diferentes sistemas de utilização, proporcionando maior fixação de carbono no solo e maior produção animal por área, reduzindo assim a emissão de CH<sub>4</sub> por quilogramas de produto animal gerado.

Assim, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o efeito da manipulação da Caatinga sobre parâmetros de conservação da biodiversidade vegetal em diferentes sítios de pastejo, bem como determinar as taxas de emissão de metano entérico por ovinos de corte mantidos na Caatinga em diferentes períodos do ano.

## **CAPÍTULO 1**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

## INTRODUÇÃO

### 1.1. Caracterização da Caatinga

A Caatinga é uma das maiores regiões fitogeográficas do Brasil, ocupando uma área com mais de 800.000 Km<sup>2</sup>, aproximadamente 70% da região Nordeste, englobando de forma contínua os nove estados dessa região e parte do norte de Minas Gerais (IBGE, 2004). A respeito dos aspectos botânicos, a Caatinga constitui-se de um complexo vegetacional muito diversificado de espécies lenhosas caducifólias e herbáceas anuais, no qual muitas dessas são endêmicas. Se destacando por possuir um contingente elevado de espécies forrageiras, que representam fonte primordial de alimento para os rebanhos criados nessa região (Araújo Filho, 2013).

De acordo com a classificação de Koppen, existem três tipos de clima predominantes na região: o BShw – Semiárido, com curta estação chuvosa no verão e precipitações concentradas nos meses de dezembro e janeiro; o BShw' – semiárido, com curta estação chuvosa no verão-outono e precipitações nos meses de março e abril e; o BShs' – semiárido, com curta estação chuvosa no outono-inverno e precipitações concentradas nos meses de maio e junho. A precipitação atual varia de 150 a 1300 mm e média de 700 mm, a temperatura média está em torno de 28°C, com mínima de 8 e máxima ao redor de 40°C, e umidade relativa do ar em torno de 60%. Os solos predominantes da região são dos tipos classificados como latossolos, litólicos, podzólicos, brunos não cálcicos, areias quartzosas e os planossolos solódicos. Quimicamente, podem ser adequados, mas, normalmente apresentam restrições físicas, drenagem irregular, pH ácidos e pouca vocação agrícola, (Pereira Filho et al., 2006).

A vegetação da Caatinga apresenta três estratos distintos, arbóreo, arbustivo e herbáceo, havendo predominância de plantas caducifólias que perdem suas folhas entre o final das chuvas e o início da estação seca, e muitas apresentam espinhos. O substrato pode ser composto de cactáceas, bromeliáceas, havendo ainda, um componente herbáceo formado por gramíneas e dicotiledôneas, predominantemente anuais, (Pereira Filho et al., 2006).

A exploração agrícola, com práticas de agricultura itinerante, que constam do desmatamento e da queimada desordenados, tem modificado, tanto o estrato herbáceo como o arbóreo-arbustivo; e por último, a exploração madeireira já tem causado mais danos à vegetação lenhosa da Caatinga do que a agricultura migratória, segundo o Serviço de Extensão Rural (Araújo Filho & Carvalho, 1997).

Pereira Filho et al. (2006) afirmam que na maioria dos levantamentos feito na Caatinga fica caracterizado que a ação do homem tem conduzido a vegetação a um processo de sucessão secundária e que as espécies lenhosas pioneiras como jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild.)) e marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell.Arg.) são as mais frequentes, com destaque ainda para a presença de outras espécies como catingueira (*Caesalpinia bracteosa* Tul.), mororó (*Bauhinia cheilantha*), mofombo (*Combretum leprosum* Mart.), dentre outras. No estrato herbáceo destacam-se gramíneas como as milhas (*Brachiaria plantaginea* e *Panicum* sp.), capim rabo de raposa (*Setária* sp.) e capim panasco (*Aristida setifolia* H.B.K.); dicotiledôneas como, mata-pasto (*Senna obtusifolia*) bamburral (*Hyptis suaveolens* Point), Malva branca (*Sida cordifolia* L.), feijão-de-rola (*Phaseolus latyróides* L.), centrosema (*Centrosema* sp), erva-de-ovelha (*Stylosanthes humilis*), breo (*Amaranthus* sp.) dentre outras.

## 1.2. Sistemas agroflorestais como alternativa de manejo sustentável à Caatinga

Nos últimos anos, a importância da utilização de sistemas agroflorestais tem ganhado destaque, principalmente em razão da problemática relacionada à produtividade dos solos e problemas sociais ligados à produção de madeira, alimentos e ecologia (Araújo Filho, 2013). A região semiárida brasileira, destacando o bioma Caatinga, é um exemplo típico dessa problemática, apresentando solos frágeis, de baixa fertilidade, onde existe grande pressão sobre os recursos vegetais (Ribaski, 1992). A exploração desses recursos de forma irracional e intensiva tem concorrido para a degradação da vegetação e do solo, comprometendo, conseqüentemente, o frágil equilíbrio ecológico da região.

Segundo Montagnini (1992) o termo *Sistema Agroflorestal* (SAF) é definido como sendo a forma de uso da terra e manejo dos recursos naturais, nas quais espécies lenhosas, árvores e arbustos, são utilizadas em associação com cultivos agrícolas e/ou produção animal, em uma mesma área, de maneira simultânea ou em uma seqüência temporal.

O SAF é um sistema de uso da terra com a introdução ou retenção deliberada de árvores em associação com outras culturas perenes ou anuais e/ou animais, apresentando mútuo benefício ou alguma vantagem comparativa aos outros sistemas de agricultura e/ou pecuária, resultante das interações ecológicas e econômicas (Nair, 1989). Segundo Araújo Filho (2013), esses sistemas procuram simular os ecossistemas naturais, buscando produzir harmonicamente com a natureza, com base na conservação dos recursos naturais renováveis,

resultando assim, em melhoria da produtividade e sustentabilidade da produção, propiciando também a manutenção da biodiversidade da comunidade edáfica (Oliveira, 2000).

Os sistemas agroflorestais são combinações permanentes, com elevado grau de biodiversidade, com estruturação vertical e horizontal muito próxima à estrutura de uma floresta nativa (Nair, 1993). Peneireiro (2008) afirma que a floresta é composta por várias espécies, que se desenvolvem em diferentes nichos e ocupam o espaço vertical de forma bastante completa, com seus estratos, de acordo com a necessidade específica, em luz, de cada uma dessas espécies, fazendo com que a energia solar seja aproveitada da melhor maneira possível. Nos SAFs as plantas cultivadas são introduzidas em consórcio, de forma a preencher todos os nichos, inclusive, considerando nessa combinação, espécies nativas remanescentes, espécies da regeneração ou reintroduzidas. Outro aspecto fundamental é a manutenção de alta diversidade de espécies, replicando uma característica marcante dos ecossistemas naturais.

Diversos estudos realizados em solos tropicais de baixa fertilidade demonstram que o plantio ou manutenção de espécies arbóreas, componentes essenciais dos SAFs, influenciam diretamente na quantidade e na disponibilidade de nutrientes dentro da zona de atuação do sistema radicular das culturas associadas, através do acréscimo de nitrogênio pela fixação biológica de N<sub>2</sub>, da recuperação de nutrientes abaixo do sistema radicular das culturas agrícolas e/ou pastagens, da redução das perdas de nutrientes por processos como lixiviação e erosão e do aumento da disponibilidade de nutrientes pela sua maior liberação na matéria orgânica do solo (Szott et al., 1991; Krishnamurthy; Ávila, 1999; Huxley, 1999; Caldeira et al, 2003). As raízes profundas das árvores podem interceptar os nutrientes que foram lixiviados das camadas superficiais e se acumularam no subsolo, geralmente fora do alcance dos sistemas radiculares das culturas agrícolas e/ou pastagens, e retorná-los à superfície na forma de serrapilheira. As espécies arbóreas florestais presentes nesses sistemas, além de garantir e manter ativa a circulação de nutrientes e o aporte significativo de matéria orgânica, contribuem para o controle do microclima para os demais componentes do sistema e para a conservação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Araújo Filho, 2013).

Os SAFs podem ser classificados de acordo com critérios que se baseiam em arranjos espaciais e temporais, na importância e no papel dos componentes, no planejamento da produção do sistema, e suas características ecológicas e socioeconômicas (Nair, 1993 e Araújo Filho, 2013). Bernardes (2008) os classifica de acordo com seus componentes, em: *Agrossilviculturais*, que são caracterizados pelo consórcio entre espécies florestais e culturas agrícolas; *Silvipastoris*, composto por espécies florestais e forrageiras para alimentação

animal ou espécies florestais, forrageiras e animais; e *Agrossilvipastoris*, caracterizados pela interação entre espécies florestais, culturas agrícolas e produção animal.

Os diferentes modelos de SAF podem ser implantados nas mais diversas situações, tanto em áreas que ainda mantêm elevado potencial produtivo, como naquelas em estado de degradação. Isso porque sua tecnologia se fundamenta no incremento e na conservação do aporte de matéria orgânica, viabilizando a proteção e fertilização dos solos, evitando a erosão, incrementando a atividade biológica do solo, além de melhorar as condições para o restabelecimento da ciclagem de nutrientes (Araújo Filho, 2013).

Os sistemas agroflorestais por apresentarem similaridade com a floresta são opções atrativas para o uso do solo na região semiárida. Outro fator importante a ser considerado é a capacidade desses sistemas em reduzir a necessidade de desmatar novas áreas (Van leeuwen, 1994). Mantendo bons níveis de produção a longo prazo, melhorando a produtividade de forma sustentável e de reduzindo os custos com insumos, principalmente, no que diz respeito ao uso de adubos químicos (Young, 1990; Krishnamurthy & Ávila, 1999). Araújo Filho (2013) destaca o baixo custo de implantação do sistema, pois praticamente não envolve aquisição de insumos externos, substitui o desmatamento e a queimada como técnica de produção, permite a fixação da agricultura e viabiliza a integração com a criação de animais.

Atualmente a pecuária nacional é taxada como vilã no que diz respeito a sustentabilidade, devido à devastação das florestas que compõem nossos biomas, pois são atribuídos a ela o desmatamento e as queimadas. Sob todos os aspectos, o prejuízo causado pelo desmatamento adquire enormes proporções, e a rastreabilidade do rebanho brasileiro poderá ser utilizada para que países importadores rejeitem a carne produzida em tais condições (Felício, 2008).

Nesse aspecto, a adoção de sistemas agroflorestais cria uma excelente oportunidade não só para manter a biodiversidade, como para recuperá-la em áreas degradadas. Pois ao fundamentar-se na preservação do componente arbóreo e na defesa do solo contra erosão, privilegiando a conservação, melhoria da qualidade e o uso sustentável dos recursos naturais, mantém-se a diversidade da vegetação e proporciona condições para o desenvolvimento dos animais silvestres, pela recuperação de seus habitats. Segundo Nair (1993), os SAFs atenuam o conflito “*uso humano e conservação da biodiversidade*”, otimizando o uso e potencializando a renda por área.

Dentro desse contexto, os Sistemas Agroflorestais encontram amplas possibilidades de uso e podem dar significativa contribuição para o desenvolvimento mais harmônico dessa região.

### 1.3. Produção de metano entérico por ruminantes no Brasil e no mundo

Os ruminantes naturalmente produzem metano ( $\text{CH}_4$ ) como parte de seu processo digestivo. Esse processo ocorre no rúmen e a intensidade de sua emissão, proveniente da fermentação ruminal, pode ser influenciada por variáveis como: quantidade de alimento consumido, digestibilidade do alimento e por características relacionadas ao animal (Pelchen & Peters, 1998). Essa emissão varia entre 4% e 9% da energia bruta do alimento ingerido, e a média encontrada é de 6% (USEPA, 2000).

A emissão global de  $\text{CH}_4$  pelo processo entérico de ruminantes é estimada em 80 teragramas (Tg) ao ano, o que corresponde a 22% das emissões antrópicas desse gás, e as emissões provenientes de dejetos animais são estimadas em 25 Tg/ano, correspondendo a 7% da emissão total (USEPA, 2000). Do metano produzido pela fermentação entérica ruminal, 95% é excretado por eructação, e daquele produzido no trato digestivo posterior, a maior parte é absorvida e excretada via respiração e somente cerca 1% excretada pelo ânus (Murray et al., 1976).

Atualmente o Brasil destaca-se no cenário da pecuária mundial apresentando, segundo estimativas da FOA (2014) para o ano de 2013, o maior rebanho bovino do mundo, com efetivo aproximado a 217 milhões de cabeças e a 18ª posição no ranking entre os maiores produtores de ovinos, com rebanho aproximado a 17 milhões de animais (IBGE, 2013). Dessa forma, o Brasil tornou-se um grande contribuinte em emissão de gases de efeito estufa (GEE), principalmente de  $\text{CH}_4$  através da fermentação entérica de animais ruminantes. Estimativas da FOA (2014) demonstram que o Brasil ocupa o segundo lugar (12,55 Tg/ano) entre os maiores emissores de metano através da fermentação entérica de animais, sendo superada apenas pela Índia (14,85 Tg/ano), conforme é demonstrado na figura 1.

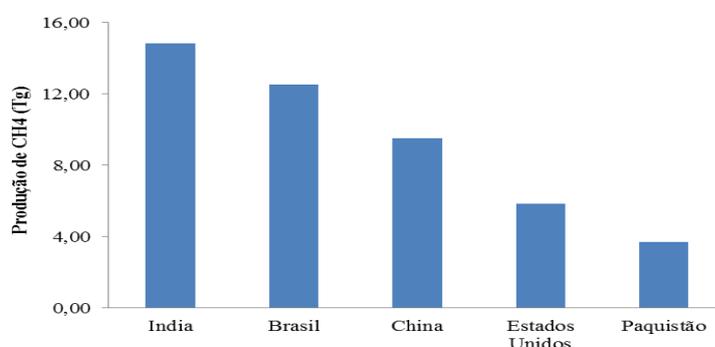


Figura 1 – Produção de metano proveniente da fermentação entérica de animais nos principais países emissores.

A ovinocultura é responsável por grande parte da produção pecuária de corte mundial, desempenhando importante papel na transformação de plantas forrageiras em fonte de proteína animal de alto valor nutritivo, sendo a espécie ovina de grande importância nas regiões tropicais, contribuindo para geração de fonte de renda, fixação de homem em áreas pouco agricultáveis (Araújo filho, 2013). Atualmente, o rebanho ovino mundial é estimado em 1,2 bilhões de cabeças (FAO, 2013). Segundo dados do IBGE (2014) o Brasil apresenta uma população de 16.789.492 de ovinos, com maior destaque para a região Nordeste com 9,3 milhões de cabeças, representando 56% do rebanho nacional. Conforme o Gráfico 2, os estados da Bahia, Ceará e Pernambuco destacam-se como os de maiores rebanhos na região Nordeste.

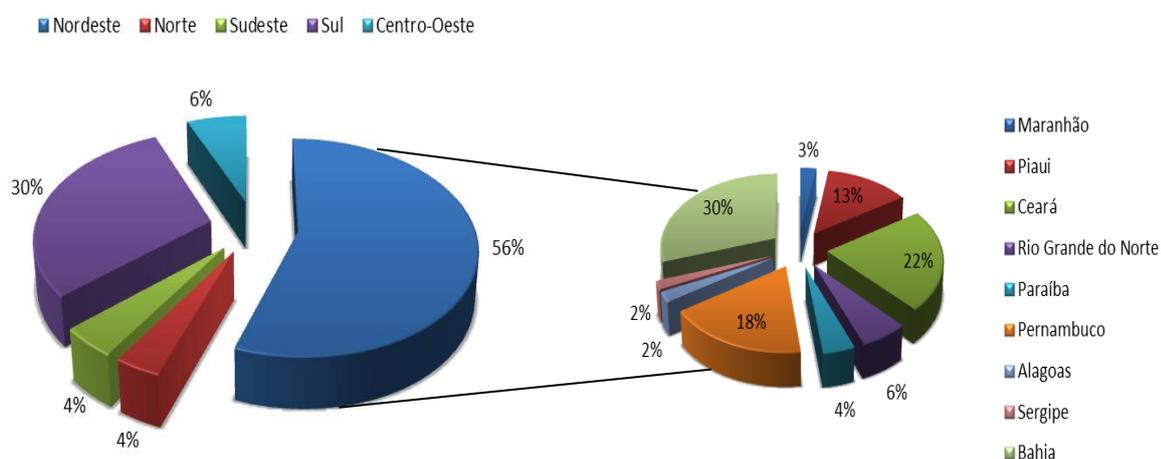


Figura 2 – Distribuição percentual do efetivo ovino brasileiro nas macrorregiões e descrição percentual do rebanho ovino por estados da região Nordeste.

Ao se considerar a importância dos ruminantes para economia nacional e mundial, é essencial estabelecer, sustentavelmente, formas de aumento da produtividade, visando reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), a qual tem sido pauta dos sistemas de comunicação, pois embora numericamente expressiva, a exploração de ruminantes para produção de carne no Brasil, apresenta níveis reduzidos de desempenho zootécnico, principalmente pelas práticas de manejos deficientes, aliadas às limitações de ordem nutricional impostas pelas condições climáticas que se exacerbam na região semiárida (Araújo Filho, 1990). Segundo Cottle et al. (2011), as indicações para redução das emissões de metano pela pecuária estão ligadas à melhoria da dieta, à melhoria de pastagens, à suplementação alimentar, ao aumento da capacidade produtiva dos animais e à outras medidas que reflitam

em melhor eficiência produtiva e resultem em ciclos de produção mais curtos. Essas medidas para mitigação da emissão de GEE visam à sustentabilidade dos sistemas produtivos, podendo a partir desse ponto obter um balanço positivo desses gases na atividade pecuária o que atenderia a exigência dos mercados consumidores em colocá-la na vertente da sustentabilidade.

O metano apresenta potencial de aquecimento global 23-25 vezes maior que o CO<sub>2</sub> e o tempo de vida na atmosfera é de 9 a 15 anos, sendo sua taxa de crescimento anual de 7,0% (IPCC, 2006).

Segundo Hook et al. (2010), ruminantes criados em ambientes tropicais, mantidos em sistemas de pastejo, apresentam produção de metano entérico afetado pela constituição morfológica e composição química das plantas forrageiras, que segundo Johnson e Johnson (1995), podem alterar as proporções relativas de propionato e de acetato que são produzidos no ambiente ruminal. Reduzindo ou aumentando a disponibilidade de H<sup>+</sup> à metanogênese (Tedeschi et al., 2003). Além disso, a temperatura ambiental também pode afetar a produção de gás, tanto indiretamente pela interferência na composição química das plantas, como de forma direta, com alterações no comportamento ingestivo do animal e nas características da digestão.

Embora a produção de metano no rúmen caracterize-se como uma forma de ineficiência no processo digestivo dos ruminantes, a mesma se faz extremamente necessária. Pois o excesso de H<sub>2</sub> produzido no rúmen é utilizado pelas bactérias metanogênicas para reduzir CO<sub>2</sub> e formar CH<sub>4</sub> o que recicla o NAD oxidado e permite a continuidade das vias fermentativas (Kozloski, 2002; Mcallister & Newbold, 2008) e a regulação do pH ruminal. Nesse sentido, a produção de gás metano corrobora para um ótimo funcionamento do rúmen, servindo como uma forma de drenar moléculas de H<sub>2</sub> do meio. Dessa forma, a redução ou eliminação da metanogênese pode exigir o estabelecimento de outra rota para evitar o acúmulo de H<sub>2</sub> e o adequado funcionamento ruminal (Weimer, 1998).

O conhecimento dos mecanismos de síntese de metano e os fatores que afetam sua produção são importantes. O desafio no sistema produtivo de ruminantes é desenvolver dietas e estratégias de manejo que minimizem a produção relativa de metano (metano/kg de leite, carne ou lã), possibilitando maior eficiência produtiva e redução da contribuição negativa da pecuária para o aquecimento global. Visto que a exploração equivocada da mídia em rotular os ruminantes como grandes vilões das mudanças climáticas, sem apresentar fundamentos técnico-científicos sobre o assunto, futuramente, poderão ser utilizadas como pretexto à

criação de barreiras não tarifárias à exportação de produtos da pecuária brasileira, que já é conhecida como a do “boi do metano”, segundo Pineda (2010).

Segundo Cottle et al. (2011), o nível de consumo, qualidade da forragem disponível e a digestibilidade da massa ingerida são fatores determinantes para a produção de metano entérico pelos animais em pastejo e variam conforme a espécie forrageira, o sistema de manejo adotado e a estação do ano. Técnicas nutricionais como o uso de ionóforos, glicerol, taninos, saponinas, óleos, gorduras, vacinas, técnicas de manejo de pastagens, melhoramento genético e sistemas eficientes de produção têm sido utilizados para manipular o rúmen e reduzir a emissão do gás (Mohammed et al., 2004).

Dentre essas técnicas, a adição de gorduras na dieta pode reduzir as emissões de metano (Johnson & Johnson, 1995). Estudos demonstram que a suplementação de lipídios em dietas para ruminantes em níveis elevados (> 4%) pode causar substancial redução nas emissões de metano (McGinn et al., 2004; Weiss & Pinos-Rodriguez, 2009). O que está diretamente relacionado ao grau de saturação da gordura e quantidade suplementada (Fievez et al., 2003). Maiores quantidades de lipídios insaturados exercem ação deletéria sobre bactérias metanogênicas e protozoários e consomem H<sub>2</sub> pelo processo de biohidrogenação (Macmüller et al., 1998).

Outra estratégia de redução de metano investigada é o desenvolvimento de uma vacina que estimularia o sistema imunológico do ruminante a produzir anticorpos contra bactérias metanogênicas (Wright et al., 2004). No entanto, Wright et al. (2007) afirmaram que mesmo que alguma vacina seja encontrada, esta é específica para cada situação, pois a população metanogênica presente pode variar com base na dieta e localização geográfica do hospedeiro, de modo a aumentar o desafio de se trabalhar com imunizadores.

Mais recentemente estudos vêm dando destaque a utilização de compostos secundários de plantas como estratégia de mitigação de metano, por representar alternativa à utilização de aditivos químicos. Várias plantas contêm compostos secundários que as protegem do ataque de fungos, bactérias, insetos e herbívoros. O efeito dessas moléculas sobre a metanogênese ruminal é altamente variável. A maioria dos trabalhos aborda o uso de taninos, saponinas e óleos essenciais.

Os taninos são substâncias polifenólicas com variados pesos moleculares e complexidade, sendo classificados em hidrolisáveis e condensados. Sua atividade antimetanogênica tem sido atribuída, principalmente, ao grupo de taninos condensados. A presença desses compostos na dieta de animais está relacionada a efeitos adversos, como fatores antinutricionais, que causam menor consumo de matéria seca e reduz a digestão de

proteínas e fibras (Barry & McNabb, 1999; Krueger et al., 2010). No entanto, recentemente, estudos têm sugerido que o consumo de forragens contendo taninos para ruminantes, efetivamente são capazes de reduzir a emissão de CH<sub>4</sub> através da fermentação entérica ruminal. (Woodward et al., 2001; Makkar, 2003; Huang et al., 2011; Pellikaan et al., 2011; Tedeschi et al., 2011; Puchala et al., 2012).

Reduzir a produção de metano entérico pode ser um benefício econômico direto, pois coincide com uma maior eficiência no uso da energia do alimento pelo animal e redução na produção de gases de efeito estufa. Entretanto, mais pesquisas são necessárias para o entendimento da produção de metano entérico e eficiência energética de animais mantidos em pastagens tropicais.

#### **1.4. Referências Bibliográficas**

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**, Sobral, CE. Embrapa caprinos, 1990.

PELCHEN, A.; PETERS, K. J. Methane emission from sheep. **Small Ruminant Research**, v. 27, n. 2, p. 137-150, 1998.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Evaluating ruminant livestock efficiency projects and programs**. Washington, D.C.: Peer Review Draft, 2000. 48p.

MURRAY, R. M.; BRYANT, A. M.; LENG, R. A. Rates of production of methane in the rumen and large intestines of sheep. **British Journal Nutrition**, v. 36, p. 1-14, 1976.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **FAO statistical databases**. Rome, 2013. Disponível em <<http://faostat.fao.org>> Acesso em 13 de jul. de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa pecuária municipal 2013**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 13 de jul. 2014.

- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Revised IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Cambridge: University Press, 2006. 297p.
- JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.
- HOOK, S.E.; WRIGHT A.D.G.; MCBRIDE B.W. Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. **Archaea**, v.2010, p.1-11, 2010.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P. Potential Environmental Benefits of Ionophores in Ruminant Diets. **Journal Environment Quarterly**, v.32, p.1591- 1602, 2003.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 140p.
- McCALLISTER, T.A.; NEWBOLD, C.J. Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, p.7-13, 2008.
- WEIMER, P.J. Manipulating ruminal fermentation: a microbial ecological perspective. **Journal of Animal Science**, v.76, p.3114-3122, 1998.
- PINEDA, N. O metano e o boi brasileiro. **Revista DBO**, p.84-85, 2010.
- MOHAMMED, N.; ONODERA, R.; ITABASHI, H. et al. Effects of ionophores, vitamin B6 and distiller's grains on in vitro tryptophan biosynthesis from indolepyruvic acid, and production of other related compounds by ruminal bacteria and protozoa. **Animal Feed Science and Technology**, v.116, p.301-311, 2004.
- MCGINN, S.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; COATES, T. et al. Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3346-3356, 2004.
- WEISS, W.P.; PINOS-RODRIGUEZ, J.M. Production responses of dairy cows when fed supplemental fat in low and high-forage diets. **Journal Dairy Science**, v.92, p.6144-6155, 2009.

- FIEVEZ, V.; DOHME, F.; DANNEELS, M, et al. Fish oils as potent rumen methane inhibitors and associated effects on rumen fermentation in vitro and in vivo. **Animal Feed Science and Technology**, v.104, p.41-58, 2003.
- MACHMÜLLER, A.; OSSOWSKI, D.A.; WANNER, M. et al. Potencial of various fatty feeds to reduce methane release from rumen fermentation in vitro (Rusitec). **Animal Feed Science and Technology**, v.2, p.117-130, 1998.
- WRIGHT, A.D.G; AUCKLAND, C.H.; LYNN, D.H. **Molecular diversity of methanogens in feedlot cattle from Ontario and Prince Edward Island**, Canada, Applied and Environmental Microbiology, v.73, p.4206-4210, 2007.
- WRIGHT, A.D.G; KENNEDY, P.; O'NEILL, C.J. et al. Reducing methane emissions in sheep by immunization against rumen methanogens. **Vaccine**, v.22, p.3976-3985, 2004.
- BARRY, T.N., MCNABB, W.C., 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **Brit. Journal Nutrition** 81, 263–272.
- KRUEGER, W.K., GUTIERREZ-BAÑUELOS, H., CARSTENS, G.E. et al., 2010. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. **Anim. Feed Sci. Technol.** 159, 1–9.
- WOODWARD, S.L.; WAGHORN, G.C.; ULYATT, M.J. et al. Early indications that feeding lotus will reduce methane emissions from ruminants. In: **NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION**, 2001, Adelaide. Proceedings... Adelaide: ACIAR, 2001. p.23-26.
- MAKKAR, H.P.S. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tanninrich feeds. **Small Ruminant Research**, v.49, p.241-256, 2003.
- HUANG, X.D., LIANG, J.B., TAN, H.Y. et al., 2011. Effects of Leucaena condensed tannins of differing molecular weights on in vitro CH<sub>4</sub> production. **Anim. Feed Sci. Technol.**, 166–167, 373–376.
- PELLIKAAN, W.F., STRINGANO, E., LEENAARS, J. et al., 2011. Evaluating effects of tannins on extent and rate of in vitro gas and CH<sub>4</sub> production using an automated pressure evaluation system (APES). **Anim. Feed Sci. Technol.** 166–167, 377–390.

TEDESCHI, L.O., CALLAWAY, T.R., MUIR, J.P. et al., 2011. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production. **R. Bras. Zootec.** 40, 291–309.

PUCHALA, R., ANIMUT, G., PATRA, A.K. et al., 2012. Effects of different fresh-cut forages and their hays on feed intake, digestibility, heat production, and ruminal methane emission by Boer \_ Spanish goats. **J. Anim. Sci.** 90, 2754–2762.

## CAPÍTULO 2

## FITOSSOCIOLOGIA E COMPOSIÇÃO BOTÂNICA DOS ESTRATOS ARBÓREO- ARBUSTIVO E HERBÁCEO DE ÁREAS DE CAATINGA MANIPULADA OU NÃO MANIPULADA

### RESUMO

Os estudos sobre a composição florística e a fitossociologia de uma floresta representam o passo inicial para o seu conhecimento, além de sua grande importância para a caracterização de diferentes fisionomias, constituindo instrumento para o entendimento de aspectos da ecologia regional, fornecendo subsídios para a sua conservação da biodiversidade, exploração sustentável e recuperação de áreas degradadas. Objetivou-se caracterizar a composição florística e a estrutura fitossociológica das comunidades vegetais arbóreas e herbáceas de diferentes modelos de manipulação da Caatinga, avaliando sua biodiversidade. Foram calculados os parâmetros fitossociológicos de frequência relativa, cobertura relativa, dominância relativa e valor de importância. Além dos índices de diversidade de Shannon & Wiener, equabilidade de Pielou, similaridade de Jaccard e riqueza de família e espécie de Margalef. As áreas *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga raleada recente* quando comparadas a área de *Caatinga não manipulada*, são capazes de manter a diversidade, uniformidade e riqueza de espécies e famílias botânicas que compõe a comunidade vegetal arbórea. Para comunidade vegetal herbácea essas áreas devido o menor grau de sombreamento apresentaram maiores valores de diversidade, equabilidade e riqueza de espécies e famílias, quando comparadas a *Caatinga não manipulada*. As famílias arbóreas Fabaceae, Boraginaceae e Euphorbiaceae foram as que apresentaram maior representatividade nas áreas estudadas. Para a comunidade vegetal herbácea as famílias Fabaceae, Poaceae e Euphorbiaceae foram as mais representativas. As áreas que sofreram processo de manipulação antrópica, apresentaram maiores valores de importância para espécies arbóreas de recomposição e espécies herbáceas características de áreas em processo de degradação, quando comparado a área de Caatinga não manipulada. Tal fato chama a atenção para possível perda de biodiversidade dessas áreas a médio.

Palavras-chave: parâmetros fitossociológicos; biodiversidade; degradação; espécies vegetais.

**PHYTOSOCIOLOGY AND BOTANICAL COMPOSITION OF STRATA SHRUB-  
ARBOREAL AND HERBACEOUS AREAS OF MANIPULATED CAATINGA OR  
NOT MANUPULATED??**

**ABSTRACT**

Studies about floristic composition and phytosociology of a forest represent the initial step in your knowledge, as well as its importance for the characterization of different physiognomy, constituting instrument for understanding aspects of the regional ecology, providing support for their conservation biodiversity, sustainable use and restoration of degraded areas. The aim this study was characterizes the floristic composition and vegetation structure of shrub-arboreous and herbaceous different models of manipulation of Caatinga vegetation communities, evaluating your biodiversity. The phytosociology of relative frequency, coverage relative, dominance relative and importance value were calculated. The diversity indices of Shannon & Wiener, evenness, Jaccard similarity and species richness of family and Margalef, were also evaluated. The thinned old Caatinga and thinned recent Caatinga areas when bought the Caatinga not manipulated, are able to maintain diversity, uniformity and species richness and plant families that make up the woody plant community. Herbaceous vegetable community to these areas because of the lesser degree of shading showed higher diversity, evenness and richness of species and families, when compared to Caatinga not manipulated. The tree families Fabaceae, Boraginaceae and Euphorbiaceae showed the largest representation in the areas studied. For the herbaceous vegetable community Fabaceae, Poaceae and Euphorbiaceae families were the most representative. The areas that suffered from anthropogenic manipulation process showed higher importance to restoration of tree species and herbaceous species characteristic of areas in the degradation process, when compared to Caatinga not manipulated. This fact draws attention to possible loss of biodiversity of these areas in the medium.

**Keywords:** phytosociology; biodiversity; degradation; vegetable species.

## INTRODUÇÃO

A Caatinga é uma das maiores regiões fitogeográficas do Brasil, ocupando uma área com mais de 800.000 Km<sup>2</sup>, aproximadamente 70% da região Nordeste, englobando de forma contínua os nove estados dessa região e parte do norte de Minas Gerais (IBGE, 2004). A respeito dos aspectos botânicos, a Caatinga constitui-se de um complexo vegetacional muito diversificado de espécies lenhosas caducifólias e herbáceas anuais, no qual muitas dessas são endêmicas. Se destacando por possuir um contingente elevado de espécies forrageiras, que representam fonte primordial de alimento para os rebanhos criados nessa região (Araújo Filho, 2013).

Giulietti et al. (2002) destacam que inventários da flora do bioma Caatinga relacionam grande número de espécies de plantas, e que o endemismo destas é também muito elevado. Estudos da composição florística e estrutura das populações do estrato herbáceo e arbóreo da Caatinga ainda são escassos e muito pouco se sabe a respeito (Pereira et al. 1989; Araújo Filho & Carvalho, 1997; Rodal et al. 1999; Araújo & Martins 2002).

A exploração dos recursos naturais da Caatinga ainda hoje se fundamenta em processos extrativistas. Onde, os sistemas agrícolas de produção são caracterizados pelo uso intensivo do solo e os pecuários, pelo superpastoreio de seus rebanhos, sejam ovinos, caprinos, bovinos ou outros herbívoros. Esse fato tem concorrido para que no aspecto ambiental, sejam verificadas perdas quase irrecuperáveis da diversidade florística e faunística, além de sérios processos de degradação do solo, há tempos fragilizados (Araújo Filho & Carvalho, 1997). Comprometendo, conseqüentemente, o frágil equilíbrio ecológico da região, o que torna essas áreas, as mais exploradas e degradadas do mundo, pelo uso intensivo e indiscriminado de seus recursos naturais (Moreira et al., 2006).

Atualmente, há um grande desafio para o desenvolvimento de sistemas de produção agropecuários com o intuito de atender a demanda por alimentos observando os requisitos para a conservação ambiental. Neste contexto, a importância da utilização de sistemas agroflorestais tem ganhado destaque como alternativa de manejo para exploração de forma sustentável da Caatinga, de modo que haja a manutenção da biodiversidade e resiliência das comunidades vegetais, através da exploração de forma sustentável dessas áreas (Araújo Filho, 2013).

Estudos sobre a composição florística e a fitossociologia de uma floresta representam os passos iniciais para o seu conhecimento, além de sua grande importância para a caracterização de diferentes fisionomias, constituindo instrumento para o entendimento de aspectos da ecologia regional, fornecendo subsídios para conservação de sua biodiversidade, exploração sustentável e recuperação de áreas degradadas (Vilela, et al., 1993; Prado, 2003).

Nesse sentido, objetivou-se caracterizar a composição florística e a estrutura fitossociológica das comunidades vegetais arbórea-arbustivas e herbáceas de diferentes modelos de manipulação da Caatinga, avaliando sua biodiversidade.

## 2.1. Material e Métodos

O estudo foi realizado entre janeiro e março 2014, no Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°45'03.55"S, 40°20'37.45"O), situada na cidade de Sobral, Ceará. O clima da região é semiárido, do tipo BShw', segundo a classificação de Köppen (Carvalho, 2004) com estação chuvosa de janeiro a junho e período seco no restante do ano. Na tabela abaixo estão dispostos os dados pluviométricos da região, para o ano em estudo.

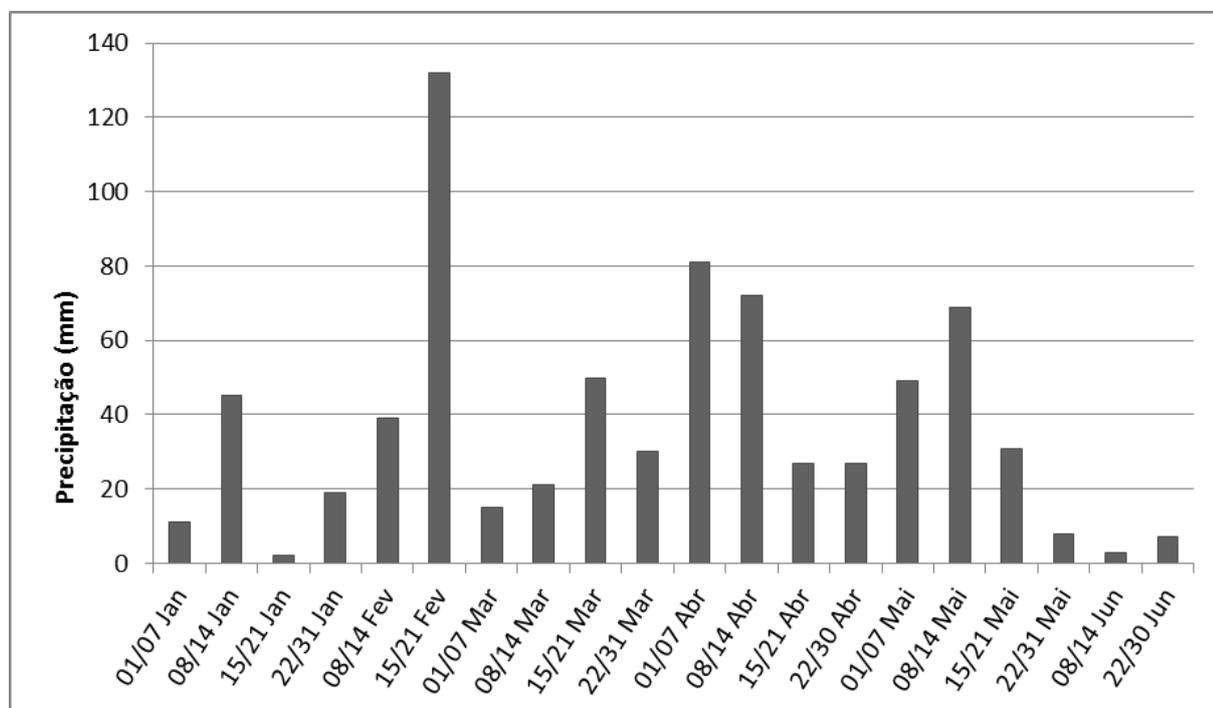


Figura 3 – Precipitação semanal para o primeiro semestre do ano de 2014 na região do estudo, município de Sobral, Ceará.

Fonte – INMET (2014).

Foram avaliados três sítios de pastejo na Caatinga, no qual, do ponto de vista geoambiental, todas as áreas estão inseridas na Depressão Sertaneja setentrional, unidade de paisagem típica do semiárido nordestino, que abrange 368.216 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 22% do Nordeste (VELOSO et al., 2002). Os solos das áreas estudadas apresentam manchas de Luvissole Crômico Órtico típico e Luvissole Hipocrômico Órtico típico (Aguilar et al., 2006). A vegetação predominante na região é a Caatinga, classificada fisionomicamente como Savana Estépica Florestada, que é marcada pela sazonalidade climática, com pelo menos seis meses de estiagem anual e a presença de árvores, em sua maioria semidecíduas, com um extrato herbáceo de crescimento anual.

O primeiro sítio de pastejo está situada no Centro Tecnológico de Convivência Com o Semiárido pertencente a Embrapa Caprinos e Ovinos, nas coordenadas (3°46'16.53"S, 40°19'35.32"O), a uma altitude de 129 metros, é caracterizado como área de *Catinga não manipulada*, com área de 1,6 hectares e cobertura aproximada de 100 %. Esse primeiro sítio de pastejo, por apresentar-se como uma área preservada foi utilizado como base comparativa aos demais sítios. O segundo sítio de pastejo também está situado no Centro Tecnológico de Convivência Com o Semiárido da Embrapa Caprinos e Ovinos, nas coordenadas (3°46'13.32"S, 40°19'42.14"O), a uma altitude de 125 m é caracterizado como uma área de *Caatinga raleada antiga*, com 4,8 hectares e o terceiro sítio denominado de área de *Caatinga raleada recente*, localizado na fazenda Sedoc, também pertencente a Embrapa Caprinos e Ovinos, nas coordenadas geográficas (3°45'53.41"S, 40°21'05.81"O) a uma altitude de 101 metros, apresentando 4,2 hectares e cobertura total aproximada de 43 %. Esta ultima distando cerca de 2,5 Km das duas áreas citadas inicialmente. Ambas as áreas sofreram processo de raleamento, sendo o da primeira área realizado há aproximadamente 15 anos e o da segunda área a cerca de 2 anos, por meio do corte seletivo das espécies arbóreo-arbustivas da vegetação nativa, reduzindo sua densidade, preservando-se aproximadamente 40% de sua cobertura arbórea total. As árvores remanescentes ficaram aleatoriamente distribuídas na paisagem, sem espaçamento definido.

Para descrever a estrutura da comunidade vegetal arbóreo-arbustiva nas áreas estudadas, foi realizado um levantamento fitossociológico em cada um dos setores. Para isso, utilizou-se o método dos quadrantes descrito por Cottam & Curtis (1956). No qual se selecionou pontos ao acaso, distanciados entre si ao longo de transectos, de maneira que um mesmo indivíduo não fosse medido em dois pontos sucessivos. A área de cada ponto foi dividida em quatro quadrantes (cada um com 90°), e a distância da árvore mais próxima ao ponto, foi a medida em cada um dos quatro quadrantes. Para determinação da altura dos indivíduos, foram

realizadas estimativas visuais, utilizando como padrão uma vara de sete metros de altura. Com auxílio de fita métrica, fez-se a medição cruzada dos diâmetros de copa das espécies, assim como dos diâmetros de caule à altura do peito. A partir dos dados coletados foram calculados para o estrato arbóreo-arbustivo os parâmetros fitossociológicos de Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI), segundo Müller-Dombois & Elleberg (1974).

Para descrever a estrutura da comunidade vegetal herbácea utilizou-se uma moldura retangular com área de 0,25 m<sup>2</sup>, lançada de forma sistemática ao longo de linhas a cada 25 m, totalizando 100 pontos amostrais por área. A partir dos dados coletados foram calculados os parâmetros fitossociológicos de Densidade Absoluta (DA), Frequência Relativa (FR) e Valor de Importância (VI), conforme Rodal et al. (1992). É importante salientar que foram apresentadas as 10 principais espécies arbóreo-arbustivas e herbáceas inventariadas por área, com base em seus valores de importância, em ordem decrescente.

Para expressar as variáveis de diversidade, equabilidade, similaridade de espécies e riqueza de espécies e famílias, foram utilizados os índices de diversidade de Shannon & Wiener (Magurran, 1988), equabilidade de Pielou, similaridade de Jaccard e riqueza de Margalef, respectivamente. Os índices citados acima foram calculados pelas seguintes fórmulas:

Índice de Shannon (H')

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

Em que:

$p_i = n_i/N$ , ou seja, densidade relativa da  $i$ -ésima espécie por área

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$

$N$  = número total de indivíduos

O índice de diversidade de Shannon & Weaver diz respeito à riqueza de espécies da comunidade biótica, bem como à proporção entre elas. O valor do índice será maior, quanto maior for sua diversidade de espécies.

Índice de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S \cdot (H' \text{ máximo})}$$

Em que:

$$H' \text{ máximo} = \ln (S)$$

J = equabilidade de Pielou

S = número total de espécies amostradas

H' = índice de diversidade de Shannon-weaver

O valor da equabilidade mostra a uniformidade de distribuição do número de indivíduos entre as espécies presentes na comunidade vegetal.

Índice de Jaccard (Cj'):

$$Cj = \frac{a}{a + b + c}$$

Em que:

a = número de espécies comuns as duas comunidade

b = número de espécies exclusivas da comunidade A

c = número de espécies exclusivas da comunidade B

Índice de Margalef (Dmg):

$$Dmg = (S - 1) / \log N$$

Em que:

S = número total de espécies ou famílias amostradas

N = número total de indivíduos

As identificações taxonômicas das espécies avaliadas foram efetuadas mediante consulta a chaves analíticas. A sinonímia e a grafia dos taxa foram atualizadas de acordo com o banco de dados do *Missouri Botanical Garden* (2014).

## 2.2. Resultados e Discussão

### 2.3.1 Estrato Arbóreo-arbustivo

Nas áreas estudadas, foram amostrados 559 indivíduos, distribuídos em 19 espécies e 17 gêneros, pertencentes a 10 famílias botânicas, conforme tabela 1. Sendo 200 indivíduos referentes à área de *Caatinga não manipulada* (A1), 200 à área de *Caatinga raleada antiga*

(A2) e 159 à área de *Caatinga raleada recente* (A3). Seis espécies amostradas foram descritas como endêmicas da Caatinga por Giulietti et al. (2002) (tabela 1).

Das 19 espécies inventariadas, sete foram comuns em todas as áreas, sendo elas a *Handroanthus impetiginosus*, *Cordia oncocalyx*, *Combretum leprosum*, *Croton sonderianus*, *Libidibia férrea*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Mimosa caesalpiniiifolia* (tabela 1). De acordo com Araújo et al. (2007), a maior parte dessas espécies mostram-se presentes na maioria dos trabalhos realizados em áreas de Caatinga.

Tabela 1 – Famílias e espécies arbóreas amostradas nas áreas de *Caatinga não manipulada* (A1), *Caatinga raleada antiga* (A2) e *Caatinga raleada recente* (A3).

Família	Nome científico	Espécies Endêmicas	A1	A2	A3
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão		X		
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	X		X	X
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos		X	X	X
Boraginaceae	<i>Cordia oncocalyx</i> Allemão	X	X	X	X
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		X	X	
Cactaceae	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	X		X	X
Combretaceae	<i>Combretum leprosum</i> Mart.		X	X	X
Euphorbiaceae	<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	X	X		X
	<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.		X	X	X
Fabaceae	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart.) L.P. Queiroz		X	X	X
	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	X	X	X	X
	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.		X	X	
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan		X	X	
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	X	X	X	X
	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.		X		X
	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke			X	X
	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.			X	
Malvaceae	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St.-Hil., Juss. &		X	X	

Cambess.) A. Robyns

Bixaceae

*Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.

X

As famílias mais representativas foram a Fabaceae, com sete gêneros e oito espécies, Boraginaceae e Euphorbiaceae, ambas com duas espécies e as demais famílias apresentaram uma única espécie cada, conforme a tabela 1. Corroborando com os dados de Lacerda (2005) e Araújo et al. (1995), confirmando a ampla distribuição destas famílias em áreas de Caatinga.

Os valores encontrados para índices de Shannon (H'), índice de equabilidade de Pielou (J') e o índice de riqueza de Margalef para espécies (RE) e famílias (RF), são apresentados na Tabela 2.

Segundo a tabela 2, as áreas de *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga raleada recente* apresentaram aproximadamente a mesma riqueza de espécies que a área de vegetação nativa. Apesar de ter havido alterações nos parâmetros fitossociológicos de frequência, cobertura e valor de importância entre espécies nas diferentes áreas, os diferentes manejos da vegetação nativa, foram capazes de preservar a riqueza de espécies nas áreas estudadas. Os valores de diversidade encontrados (1,51, 1,42 e 1,51) no presente estudo, foram inferiores aos encontrados em outros trabalhos realizados em áreas de Caatinga (Menezes, 2009; Lima et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Rodal et al., 2006). Entretanto, estudos apontam que as formações vegetais da Caatinga por razões climáticas, edáficas e topográficas são muito diversificadas (Lima et al., 2009; Alves et al., 2009), o que pode explicar tal comportamento.

Tabela 2 – Descritores analisados em diferentes áreas de Caatinga para avaliação do estrato arbóreo-arbustivo.

Índices	Caatinga não raleada	Caatinga raleada antiga	Caatinga raleada recente
Diversidade de Shannon (H')	1,51	1,42	1,51
Equabilidade de Pielou (J')	0,28	0,27	0,30
Riqueza de Espécies (Dmg RE)	13,57	14,57	12,55
Riqueza de Famílias (Dmg RF)	6,57	7,57	7,55

Após análise dos valores de J' demonstrados na tabela 2, infere-se que não houve diferenças acentuadas entre a abundância de espécies para as áreas estudadas, no entanto houve uma baixa uniformidade na distribuição entre espécies.

Com relação aos dados de riqueza taxonômica, os valores encontrados para espécies e famílias nas áreas de *Caatinga não manipulada*, *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga raleada recente*, variaram entre 6,57 e 14,57 de acordo o índice de Margalef. Sendo esses valores

superiores aos registrados para outras áreas de Caatinga, segundo Pereira (2002) e Oliveira et al. (2009).

Os parâmetros frequência, cobertura, dominância e valor de importância encontrados para as espécies presentes nas áreas de *Caatinga não manipulada*, *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga raleada recente*, têm seus valores dispostos nas figuras 4, 5 e 6 respectivamente.

Na área de *Caatinga não manipulada* (Figura 4), foram encontradas 14 espécies, dentre as quais se destacaram: *Cordia oncocalyx* Allemão, *Mimosa caesalpinifolia* Benth e *Myracrodruon urundeuva*, que juntas representaram 65,71% do valor de importância total dos indivíduos inventariados nessa área. As demais espécies corresponderam a 34,29%. Nesse setor, a espécie *Cordia oncocalyx* Allemão foi a que apresentou maior frequência (52,50%) e cobertura (65,16%) dos indivíduos inventariados. A espécie com a segunda maior cobertura na área de *Caatinga não manipulada* foi a *Mimosa caesalpinifolia* Benth, ocupando 149,80 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (11,32%). Ressalta-se que apesar do grande valor de densidade apresentado pelo *Combretum leprosum* e pela *Cordia trichotoma*, estas espécies tiveram valor de importância menor que a *Myracrodruon urundeuva* e a *Anadenanthera colubrina* devido à expressiva dominância mostrada por estas últimas. Este fato decorre provavelmente do porte elevado de seus indivíduos, que proporciona uma maior cobertura de solo, evitando evidentemente uma maior susceptibilidade às intempéries que provocariam danos a este recurso.

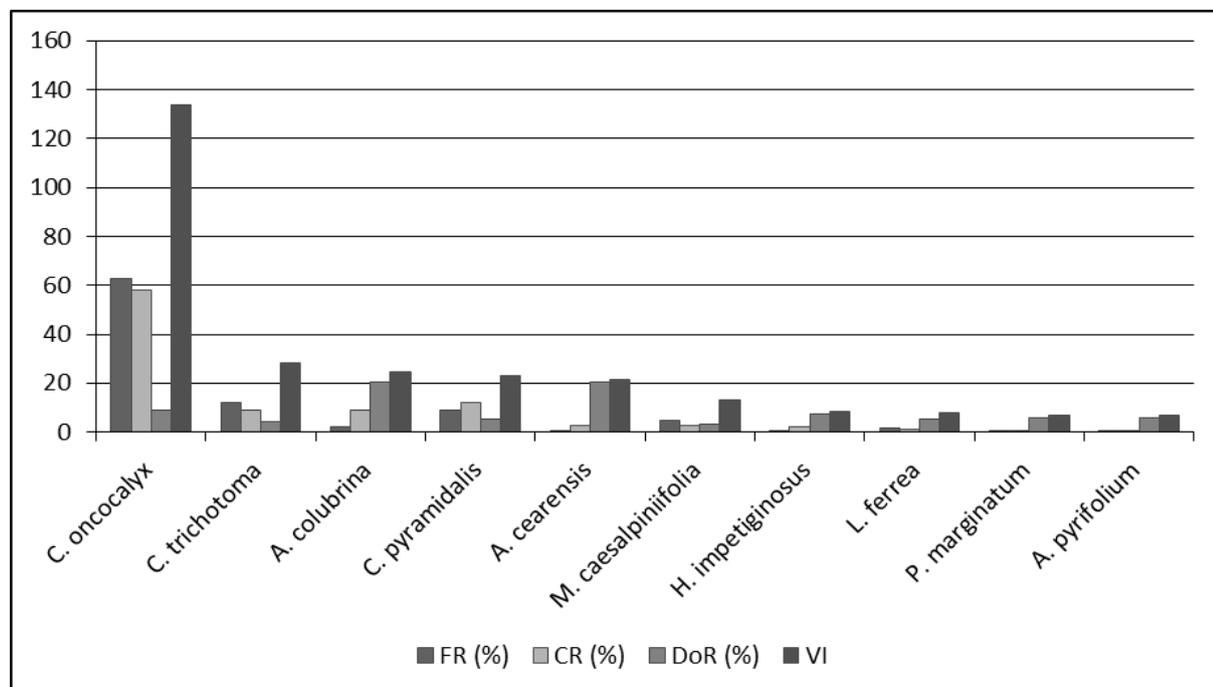


Figura 4 – Parâmetros fitossociológicos de espécies arbóreo-arbustivas amostradas na área de Caatinga não manipulada: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI).

O Valor de Importância (VI) constitui um parâmetro de integração e expõe melhor a importância ecológica de cada espécie que qualquer outro parâmetro fitossociológico (Lamprecht, 1964). Teoricamente a espécie mais importante em VI é aquela que apresenta maior sucesso em explorar os recursos do seu habitat.

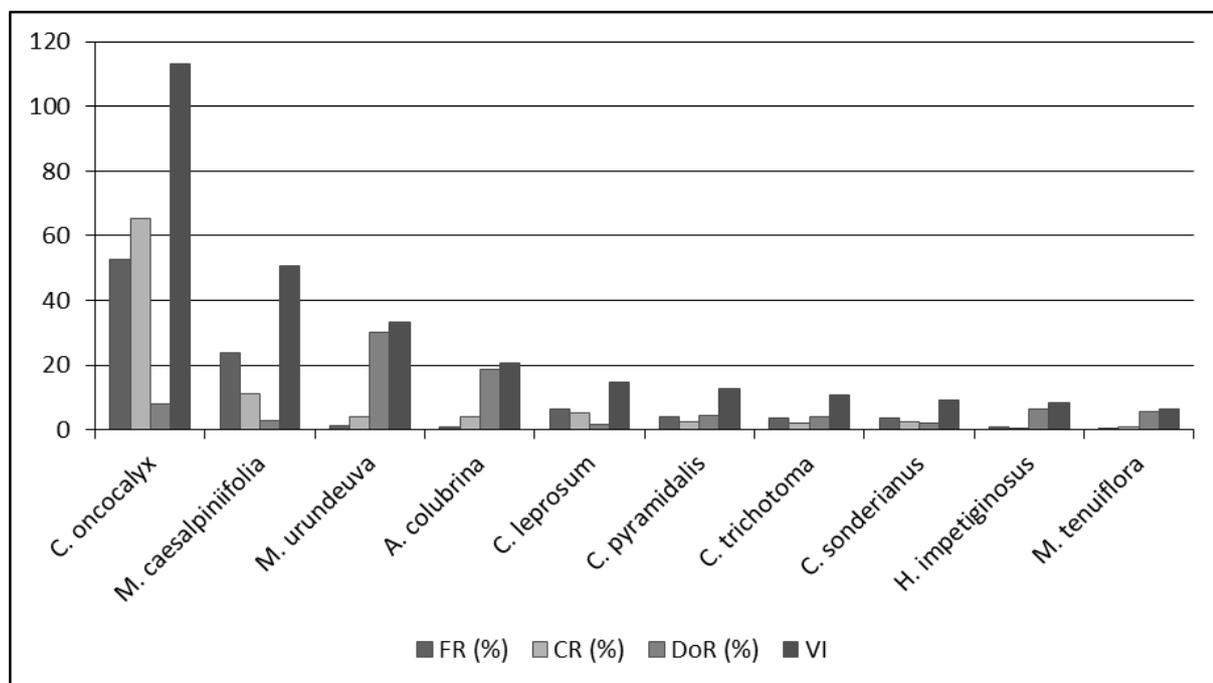


Figura 5 - Parâmetros fitossociológicos de espécies arbóreo-arbustivas amostradas na área de Caatinga raleada antiga: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI).

No setor *Caatinga raleada antiga*, foram amostradas 15 espécies, e, assim como no setor anterior, a espécie *Cordia oncocalyx* Allemão obteve maior destaque para o valor de importância (44,59%), seguida pela *Cordia trichotoma*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Anadenanthera colubrina* e *Amburana cearensis*, que juntas corresponderam a 32,57% do valor de importância total dos indivíduos inventariados (Figura 5).

Embora a espécie *Cordia oncocalyx* Allemão tenha apresentado os maiores valores de densidade e cobertura, teve menor valor de dominância quando comparado a *Anadenanthera colubrina* e a *Amburana cearensis* (Figura 5). Também pelo efeito provável da influência do maior porte dessas espécies sobre o VI quando comparadas a primeira.

No setor de *Caatinga raleada recente*, foram encontradas 13 espécies, dentre as quais se destacou o *Croton sonderianus* que sozinho representou 39,41% do VI total dos indivíduos inventariados. Seguida pela *Cordia oncocalyx* Allemão, *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Mimosa tenuiflora*, que juntas corresponderam a 29,65% do valor de importância total (Figura 6). Nessa área, espécies de maior porte como *Handroanthus impetiginosus*, *Libidibia férrea* e

*Caesalpinia pyramidalis* apresentaram baixa densidade e baixa frequência, sendo mais representativas espécies de recomposição, como *Croton sonderianus* e a *Mimosa tenuiflora*.

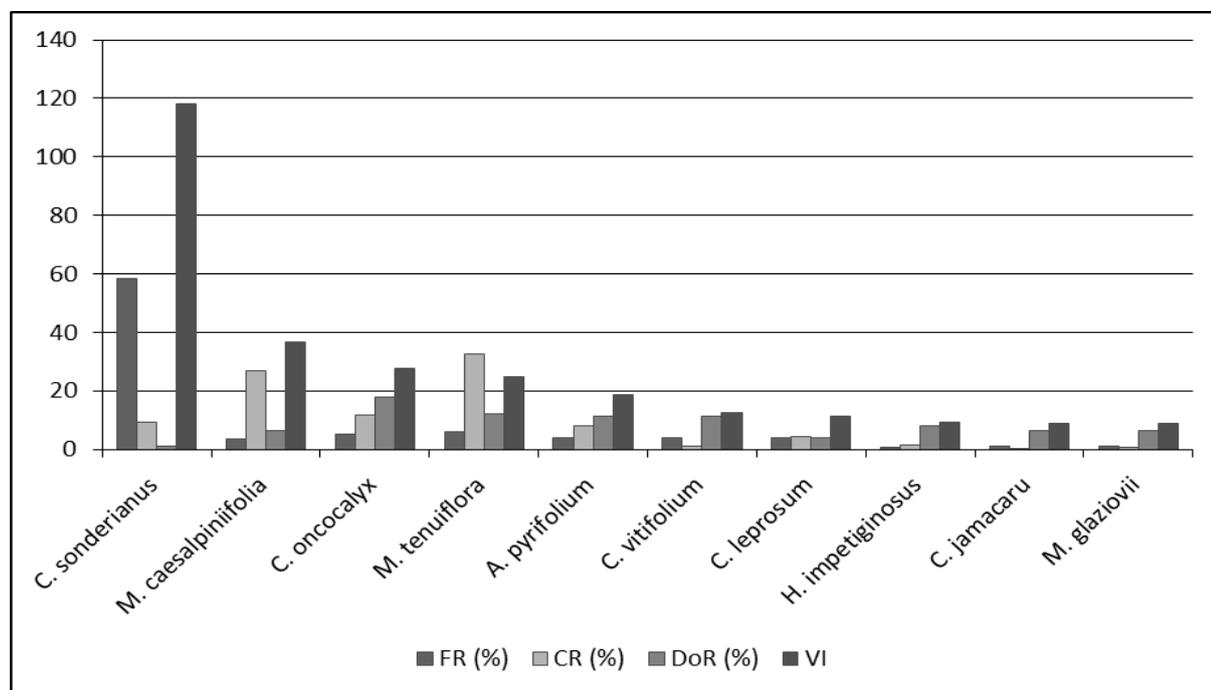


Figura 6 – Parâmetros fitossociológicos de espécies arbóreo-arbustivas amostradas na área de Caatinga manipulada não enriquecida: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI).

Segundo Araújo filho (2013) e Pereira (2001), *Croton sonderianus* é uma espécie pioneira típica da caatinga, invasora de ambientes antropizados, que tende a dominar os primeiros estágios sucessionais. Este fato, associado ao alto valor de importância de outras espécies de recomposição, como a *Mimosa tenuiflora*, indica que a vegetação encontra-se em pleno processo de recuperação.

### 2.3.2 Estrato Herbáceo

Os valores encontrados para os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ), equabilidade de Pielou ( $J'$ ), similaridade de Jaccard ( $C_j'$ ) e riqueza de Margalef para espécies (Dmg RE) e famílias (Dmg RF), são apresentados na Tabela 6.

Segundo a tabela 3, a área de *Caatinga raleada recente* foi a que apresentou maiores valores para os índices de  $H'$ ,  $J'$ , Dmg RF e Dmg RE, seguido das áreas de *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga não manipulada*, respectivamente. Embora as áreas de *Caatinga não manipulada* e *Caatinga raleada antiga* apresentassem maior grau de conservação, o fato da área *Caatinga raleada recente* ter se sobressaído nesses parâmetros, está relacionado com o

maior número de famílias e espécies encontradas na área. A grande quantidade de luz solar incidente ao solo, vinculada ao fato da área apresentar um curto período de utilização por pastorei quando comparada a área de *Caatinga raleada antiga*, pode ter propiciado um maior desenvolvimento do estrato herbáceo quando comparado às demais áreas em estudo.

Para o índice de similaridade de Jaccar, fez-se a comparação entre as áreas de *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga raleada recente* com a área de *Caatinga não manipulada*. Observou-se maior similaridade entre as espécies da área *Caatinga raleada antiga* com a última. Evidenciando que a comunidade vegetal da área *Caatinga raleada antiga* manteve suas características, independente do manejo aplicado. O que pode ser uma evidência da manutenção do número de espécies vegetais como característica de sistemas agroflorestais (Araújo Filho, 2013).

Tabela 3 – Descritores analisados em diferentes áreas de Caatinga para avaliação do estrato herbáceo.

Índices	Caatinga não raleada	Caatinga raleada antiga	Caatinga raleada recente
Diversidade de Shannon (H')	2,85	3,15	3,55
Equabilidade de Pielou (J')	0,62	0,68	0,77
Similaridade de Jaccard (Cj')	-	0,56	0,42
Riqueza de Família (Dmg RF)	3,26	3,91	4,78
Riqueza de Espécie (Dmg RE)	6,95	10,64	14,11

Foram identificadas 23 famílias botânicas, 44 gêneros e 70 espécies nos sítios de pastejo estudados, em um total de 2301 indivíduos inventariados. Na área de *Caatinga não manipulada* verificou-se a ocorrência de 15 famílias, 23 gêneros e 32 espécies; Na área de *Caatinga raleada antiga*, 18 famílias, 34 gêneros e 49 espécies e área de *Caatinga raleada recente*, 22 famílias, 47 gêneros e 65 espécies, conforme apresentado na Tabela 4.

Do total de espécies inventariadas, aproximadamente 37% foram comuns a todas as áreas, dentre elas pode-se citar a *Alternanthera brasiliana*, *Aspilia martii*, *Blainvillea acmella*, *Centrosema brasilianum*, das quais apresentam significativo valor forrageiro, entre outras (Tabela 4). Tal fato evidencia a adaptação dessas espécies às diferentes condições de sombreamento encontradas nas diferentes áreas. Fato contrário ocorre quando avaliamos as espécies exclusivas de cada área, no qual foi observado o maior número para a área *Caatinga raleada recente*, 18 espécies, apenas duas na área *Caatinga raleada antiga* e nenhuma espécie na área de *Caatinga não manipulada*. O que pode ser explicado possivelmente pela maior tempo de utilização da área de *Caatinga raleada antiga* (cerca de 15 anos) quando comparada

a área de *Caatinga raleada recente* (cerca de 2 anos), o que pode ter gerado um maior desgaste sobre o banco de sementes dessa área, ocasionando um possível desaparecimento de espécies principalmente aquelas consideradas forrageiras, que recebem maior pressão de pastejo, o que aumentaria a incidência daquelas espécies não forrageiras. Já a não ocorrência de espécies exclusivas na área não manipulada está vinculada possivelmente a menor incidência de luz solar que chega ao solo, devido à cobertura que chega a 100%.

As famílias mais representativas foram a Fabaceae, com nove gêneros e nove espécies, Poaceae e Euphorbiaceae, ambas com nove espécies, Asteraceae com sete espécies, Convolvulaceae com seis espécies, Malvaceae com cinco espécies, Amarantaceae e Oxalidaceae com três espécies, Rubiaceae, Passifloraceae e Lamiaceae com duas espécies e as demais famílias com uma espécie cada. Andrade et al. (2009) em estudo similar, avaliando a florística e fitossociologia em áreas de Caatinga no Cariri Paraibano registraram para o estrato herbáceo 40 espécies, distribuídas em 21 famílias, com destaque para Fabaceae, Euphorbiaceae, Asteraceae e Convolvulaceae.

Tabela 4 – Famílias e espécies herbáceas amostradas nas áreas de *Caatinga não manipulada* (A1), *Caatinga raleada antiga* (A2) e *Caatinga raleada recente* (A3) (continua).

Família	Nome Científico	A1	A2	A3
Acanthaceae				
	<i>Ruellia paniculata</i> L.		X	X
Amaranthaceae				
	<i>Alternanthera brasiliiana</i> (L.) Kuntze	X	X	X
	<i>Alternanthera</i> sp.	X	X	X
	<i>Alternanthera tenella</i> Colla			X
Asteraceae				
	<i>Centratherum punctatum</i> Cass.		X	X
	<i>Aspilia martii</i> Baker	X	X	X
	<i>Bidens subalternans</i> DC.		X	X
	Não Identificada I	X	X	
	<i>Strophopappus</i> DC.			X
	<i>Blainvillea acmella</i> (L.) Philipson	X	X	X
	<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze	X	X	X
Boraginaceae				
	<i>Heliotropium</i> SP	X	X	X
Comelinaceae				
	<i>Commelina erecta</i> L.	X	X	X
Convolvulaceae				

Tabela 5 – Famílias e espécies herbáceas amostradas nas áreas de *Caatinga não manipulada* (A1), *Caatinga raleada antiga* (A2) e *Caatinga raleada recente* (A3) (continuação).

	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	X	X	X
	<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Doell	X	X	X
	<i>Ipomoea longeramosa</i> Choisy			X
	Não Identificada II			X
	<i>Jacquemontia</i> sp.			X
	<i>Ipoemea nil</i> (L.) Roth	X	X	X
Curcubitaceae				
	<i>Cucumis anguria</i> L.		X	X
Euphorbiaceae				
	<i>Acalypha communis</i> Müll. Arg.	X	X	X
	Não Identificada III			X
	Não Identificada IV	X	X	X
	Não Identificada V	X		X
	<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	X		X
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.		X	X
	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur			X
	<i>Dalechampia pernambucensis</i> Baill		X	X
	Não Identificada VI	X	X	X
Fabaceae				
	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	X	X	X
	<i>Arachis dardani</i> Krapov. & W.C. Greg.		X	X
	<i>Macroptilium atropurpureum</i> var.	X	X	X
	<i>Centrosema pascuorum</i> Mart. ex Benth.		X	X
	<i>Mimosa</i> sp.		X	X
	<i>Stylosanthes humilis</i> Kunth		X	X
	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	X	X	X
	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.		X	X
	<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth.	X	X	
Lamiaceae				
	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	X	X	X
	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze		X	X
Loganiaceae				
	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	X	X	X
Lythraceae				
	<i>Cuphea impatientifolia</i> A. St. - Hil.			X
Malvaceae				
	<i>Wissadula subpeltata</i>	X	X	X
	<i>Corchorus hirtus</i> L.			X

Tabela 6 – Famílias e espécies herbáceas amostradas nas áreas de *Caatinga não manipulada* (A1), *Caatinga raleada antiga* (A2) e *Caatinga raleada recente* (A3) (conclusão).

	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	X	X	X
	<i>Melochia corchorifolia</i> L.		X	
	<i>Waltheria bracteosa</i> A.St.-Hil. & Naudin			X
	<i>Melochia pyramidata</i> L.		X	X
Oxalidaceae				
	<i>Oxalis corniculata</i> L.	X	X	X
	<i>Oxalis crassipes</i> Urb.	X	X	
	<i>Oxalis</i> sp.	X	X	X
Pantaginaceae				
	<i>Angelonia campestris</i> Nees & Mart.			X
Passifloraceae				
	<i>Passiflora foetida</i> L.	X		X
	<i>Turnera melchiodides</i> Cambess.			X
Poaceae				
	Não Identificada VII		X	X
	Não Identificada VIII	X	X	X
	Não Identificada IX		X	X
	<i>Aristida adscensionis</i> L.			X
	<i>Panicum</i> sp.	X	X	X
	Não Identificada X		X	X
	Não Identificada XI		X	X
	<i>Panicum maximum</i> CV. MASSAI		X	
	Não Identificada XII			X
Portulacaceae				
	<i>Portulaca oleracea</i> L.		X	X
Rubiaceae				
	<i>Diodella teres</i> (Walter) Small			X
	<i>Borreria scabiosoides</i> Cham. Schltdl.			X
Talinaceae				
	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	X	X	X
Thelypteridaceae				
	Não Identificada XIII			X
Urticaceae				
	Não Identificada XII	X	X	X
Verbenaceae				
	<i>Stachytarpheta sanguinea</i> Mart.			X

Nas tabelas 5, 6 e 7 estão dispostos os parâmetros densidade absoluta (DA), frequência relativa (FR) e valor de importância (VI) para as 10 principais espécies, com base no valor de importância, do estrato herbáceo nas áreas de *Catinga não manipulada*, *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga raleada recente*, respectivamente.

No setor de *Caatinga não manipulada* (Tabela 5), foram inventariadas 32 espécies, dentre as quais se destacaram: *Acalypha communis*, *Panicum sp.*, *Alternanthera brasiliana*, *Commelina erecta*, *Merremia aegyptia* e *Pavonia cancellata* que juntas representaram 60,38% do VI total dos indivíduos da área. As demais espécies corresponderam a 39,62%, sendo que a somatória de seus valores de importância individual não ultrapassaram 5,0% do total, sendo possível que ocorram apenas esporadicamente na vegetação analisada. Nesse setor, a espécie *Acalypha communis* foi a que apresentou a maior frequência (18,15%) entre os indivíduos inventariados.

Tabela 7 – Parâmetros fitossociológicos de espécies herbáceas amostradas na área de *Caatinga não manipulada*: Densidade Absoluta (DA), Frequência Relativa (FR) e Valor de Importância (VI).

Família	Nome Científico	DA (Ind./ha)	FR (%)	VI
Euphorbiaceae	<i>Acalypha communis</i>	36981	18,15	1815,02
Poaceae	<i>Panicum sp.</i>	26415	12,96	1296,44
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i>	18113	8,89	888,99
Comelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	15094	7,41	740,82
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i>	13585	6,67	666,74
Malvaceae	<i>Pavonia cancellata</i>	12830	6,3	629,7
Asteraceae	<i>Aspilia martii</i>	9811	4,82	481,53
Malvaceae	<i>Wissadula subpeltata</i>	8302	4,07	407,45
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	6792	3,33	333,37
Asteraceae	<i>Delilia biflora</i>	6400	3,14	314,11

Na área de *Caatinga raleada antiga* (Tabela 6), foram encontradas 49 espécies, dentre as quais se destacaram: *Acalypha communis*, Não Identificada XIII, *Panicum sp.*, *Commelina erecta*, *Pavonia cancellata*, *Hyptis suaveolens* e *Wissadula subpeltata* que juntas representaram 58,71% do VI total dos indivíduos inventariados na área. As demais espécies corresponderam a 41,29%, sendo seus VI individuais inferiores a 5,0%. Nesse setor, a espécie *Acalypha communis* também foi a que apresentou os maiores valores para os parâmetros de densidade, frequência e valor de importância entre os indivíduos inventariados na área.

Tabela 8 – Parâmetros fitossociológicos de espécies herbáceas amostradas na área Silvipastoril: Densidade Absoluta (DA), Frequência Relativa (FR) e Valor de Importância (VI).

Família	Nome Científico	DA (Ind./ha)	FR (%)	VI
Euphorbiaceae	<i>Acalypha communis</i>	25200	10,16	1016,13
Euphorbiaceae	Não Identificada VI	23200	9,35	935,48
Poaceae	<i>Panicum sp.</i>	23200	9,35	935,48
Comelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	22400	9,03	903,23
Malvaceae	<i>Pavonia cancellata</i>	20800	8,39	838,71
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i>	18000	7,26	725,81
Malvaceae	<i>Wissadula subpeltata</i>	12800	5,16	516,13
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i>	10800	4,35	435,48
Asteraceae	<i>Delilia biflora</i>	10000	4,03	403,23
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	9200	3,71	370,97

Na área de *Caatinga raleada recente* (Tabela 7), foram encontradas 65 espécies, dentre as quais se destacaram: *Oxalis corniculata*, *Acalypha communis*, *Hyptis suaveolens* e Não Identificada XIII que juntas representaram 29,35% do valor de importância total dos indivíduos inventariados nessa área. Também foram as que apresentaram maiores valores para os parâmetros de densidade e frequência, evidenciando a grande importância dessas espécies na área em estudo.

Tabela 9 – Parâmetros fitossociológicos de espécies herbáceas amostradas na área de *Caatinga raleada recente*: Densidade Absoluta (DA), Frequência Relativa (FR) e Valor de Importância (VI).

Família	Nome Científico	DA (Ind./ha)	FR (%)	VI
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	36800	7,85	784,98
Euphorbiaceae	<i>Acalypha communis</i>	35200	7,51	750,85
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i>	33600	7,17	716,72
Euphorbiaceae	Não Identificada VI	32000	6,83	682,59
Malvaceae	<i>Pavonia cancellata</i>	22800	4,86	486,35
Malvaceae	<i>Wissadula subpeltata</i>	22000	4,69	469,28
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i>	19600	4,18	418,09
Fabaceae	<i>Centrosema brasilianum</i>	18800	4,01	401,02
Comelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	18400	3,92	392,49
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i>	16400	3,5	349,83

É importante destacar a presença de plantas invasoras como indicadoras de degradação de pastagem, nas quais, em sua maioria, apresentam baixa aceitação pelos animais, o que propicia um ocasional aumento da pressão de pastejo dos rebanhos sobre as plantas forrageiras. O *Hypytis suaveolens* e a *Aristida adscensionis* são exemplos de espécies consideradas como indicadoras de áreas em processo de degradação na Caatinga. Sendo suas maiores frequências verificadas nas áreas que sofreram algum tipo de intervenção antrópica, com maiores densidades, frequências bem como valores de importância para a área de *Caatinga raleada recente* e área de *Caatinga raleada antiga*, sendo que a última apareceu somente na *Caatinga raleada recente*. Demonstrando que tais espécies são favorecidas pelo o aumento da incidência luminosa sobre o solo e que seu amplo aparecimento também pode sinalizar a existência de um grande banco de sementes, havendo a necessidade de um alerta para a perda de biodiversidade dessas áreas.

### 2.3. Conclusões

As áreas de *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga raleada recente* quando comparadas a área de *Caatinga não manipulada*, são capazes de manter os índices de diversidade, uniformidade e riqueza de espécies e famílias botânicas que compõe a comunidade vegetal arbórea.

A área *Caatinga raleada antiga* foi a que manteve maior grau de similaridade com a área de *Caatinga não manipulada*, evidenciando que o manejo da vegetação nativa influenciou de maneira menos significativa as características da comunidade vegetal quando comparada a área de *Caatinga raleada recente*.

As famílias arbóreas Fabaceae, Boraginaceae e Euphorbiaceae foram as que apresentaram maior representatividade nas áreas estudadas. Para a comunidade vegetal herbácea as famílias Fabaceae, Poaceae e Euphorbiaceae foram as mais representativas.

As espécies arbóreas *Croton sonderianus* e *Mimosa tenuiflora* apresentaram valores de importância expressivos para a área de *Caatinga raleada recente*, quando comparada as demais áreas. As áreas que sofreram processo de manipulação antrópica, *Caatinga raleada antiga* e *Caatinga raleada recente*, apresentaram maiores valores de importância para a espécie herbácea *Hiptis suaveolens* quando comparada com a área de *Caatinga não manipulada*. Esse fato chama a atenção para possível perda de biodiversidade dessas áreas, visto tal espécie ser considerada como não forrageira e indicadora de áreas em processo de degradação quando em expressivo aparecimento.

## 2.4. Referências Bibliográficas

- AGUIAR, M.I.; Maia, S.M.F.; Oliveira, T.S. et al. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral/CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- ANDRADE, M.V.M.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S. et al. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de caatinga no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, vol. 22, núm. 1, enero-marzo, 2009, pp. 229-237, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil.
- ARAÚJO, F.F.; CARMONA, F.G.; TIRITAN, C.S. et al. Fixação biológica de N<sub>2</sub> no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. *Act. Sci. Agron.*, 29:535-540, 2007.
- ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Composição florística e fitossociológica de três áreas de caatinga de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 4, p. 595- 607, 1995.
- ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo sustentável da Caatinga**. Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200p.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral, CE: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 19p. (EMBRAPA-CNPC. (Circula Técnica, 13).
- ARAÚJO F.S.; MARTINS, F.R. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto do Ibiapaba, Estado do Ceará. **Acta Botânica Brasílica**, Rio de Janeiro, v.13, n., p.1-13, 2002.
- CARVALHO, F.C. et al. Desempenho produtivo de ovelhas crioulas em um sistema de produção agrossilvipastoril, no semi-árido brasileiro. **Agrossilvicultura**, Viçosa, MG, v. 1, n. 2, p. 81-90, 2004.
- COTTAM, G.; CURTIS, J.T. The use of distance in phytossociological sampling. **Ecology**, v.37, p.451-460, 1956.

- GIULIETTI, A.M.; NETA, B.L.A.; CASTRO, F.J.A.A. et al. Espécies endêmicas da caatinga. In: SAMPAIO, E.V.S.B. et al. (Ed). **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste – APNE/Centro Nordestino de Informação sobre Plantas - CNIP, 2002. cap. 7, p. 103-118.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapas de biomas e vegetação do Brasil**. IBGE, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 01 ago. 2014.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **INMET**, 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.org.br>>. Acesso em: 01 de ago. 2014.
- LACERDA, A.V. et al. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.3, 2005.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del Bosque Universitario: "El caimital", Estado Barinas. **Ver. For. Venezolana**, v. 7 n. 10/11, p 77-119, 1964.
- LIMA, J.R.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N. et al. Composição florística da floresta estacional decídua montana de Serra das Almas, CE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 756-763, 2009.
- MAGURRAN, A.E.; **Ecological diversity and its measurements**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 1988.
- MENEZES, M.O.T. **Viabilidade da compartimentação pedo-climática para o planejamento da conservação biológica – estudo de caso na microbacia do riacho Capitão-Mor (Ceará)**. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em: <<http://www.mobot.org>>. Acesso em: 03 jun. 2014.
- MOREIRA, N.M. et al. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. Wiley, New York. 547 p.

- OLIVEIRA, P.T.B.; TROVAO, D.M.B.M.; CARVALHO, E.C.D. et al. Florística e fitossociologia de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serra no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoro, v. 22, n. 4, p.169-178, out.-dez. 2009.
- PEREIRA, I.M. et al. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica**, v.15, n.3, p.413-426, 2001.
- PEREIRA, I.M. et al. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no Agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, n.3, p.357-369, 2002.
- PEREIRA, R.M.A.; FILHO, J.A.A.; LIMA, R.V. et al. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da Caatinga. **Ciência Agrônômica** n.20, p.11-20, 1989
- PRADO, D.E. As caatingas da America do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Org.) **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 1-74.
- RODAL, M.J.N.; NASCIMENTO, L.M. The arboreal componente of a dry forest in northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.66, n.2A, p.479-491, 2006.
- RODAL, M.J.N.; NASCIMENTO, L.M.; MELO, A.L. Composição florística de um trecho de vegetação arbustiva caducifólia, no município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, n.13, 1528p., 1999.
- RODAL, M.J.N.F.; SAMPAIO, E.V.S.B.; FIGUEIREDO, M.A., **Manual sobre métodos de estudos florísticos e fitossociológicos – ecossistema caatinga**. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília. 1992.
- VILELA, E. A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; GAVINALES, M.L. et al. Espécies de matas ciliares com potencial para estudos de revegetação no alto Rio Grande, sul de minas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.17, n.2, p. 117-128, 1993.

### **CAPÍTULO 3**

**EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO POR OVINOS DE CORTE MANTIDOS EM  
ÁREAS DE CAATINGA RALEADA ENRIQUECIDA OU NÃO ENRIQUECIDA**

## RESUMO

A emissão global de metano ( $\text{CH}_4$ ) pelo processo entérico de ruminantes é estimada em 80 teragramas ao ano, o que corresponde a 22% das emissões antrópicas desse gás. Além de ser caracterizado como um importante gás de efeito estufa (GEE), responsável por 15% do aquecimento global, o metano de origem entérica tem relação direta com a eficiência da fermentação ruminal em virtude da perda de energia, influenciando sobre o desempenho animal. Objetivou-se com o presente estudo quantificar, por meio da técnica do hexafluoreto de enxofre, a emissão de  $\text{CH}_4$  entérico por ovinos de corte mantidos em diferentes sítios de pastejo na Caatinga. Os tratamentos foram compostos por dois sítios de pastejo, Caatinga raleada enriquecida e Caatinga raleada não enriquecida, com avaliações em dois períodos do ano (Seco e Chuvoso). Foram utilizados 16 ovinos da raça Somalis brasileira, 8 animais por tratamento, machos, castrados, com idade média de 11 meses e peso vivo médio de  $26,8 \pm 2,9$  Kg. Em delineamento experimental inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Para quantificar a emissão de metano ( $\text{CH}_4$ ) utilizou-se da técnica do traçador hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ). Cápsulas de permeação de  $\text{SF}_6$ , foram administradas aos animais, via oral para alocação no rúmen. Assume-se que o padrão de emissão de  $\text{SF}_6$  estimule o padrão de emissão de  $\text{CH}_4$ . Os dados de produção de  $\text{CH}_4$  (g/animal/dia) para os períodos e áreas avaliadas variaram entre 11,4 a 16,8 g. Os sítios de pastejo isoladamente não influenciaram sobre as taxas de emissão de  $\text{CH}_4$  ou sobre a variável de ganho de peso total de ovinos mantidos em diferentes sistemas na Caatinga. Ao levar em consideração o período, observa-se que a época seca foi a que apresentou menor taxa de ingestão alimentar pelos animais e mesmo assim a que propiciou maior taxa de emissão de  $\text{CH}_4$ . Provavelmente pelo maior tempo de permanência do alimento no rúmen, devido à baixa qualidade das dietas selecionadas nesses períodos houve uma alteração nos padrões fermentativos o que levou a uma maior taxa de emissão de  $\text{CH}_4$  nesse período.

Palavras-chave: gases de efeito estufa, aquecimento global, pastejo, hexafluoreto de enxofre.

**EMISSION METHANE ENTERIC BY SHEEP MAINTAINED IN AREAS OF  
THINNED CAATINGA ENRICHED OR NOT ENRICHED**

**ABSTRACT**

The global emission of methane (CH<sub>4</sub>) by enteric process of ruminants is estimated at 80 teragrams per year, which corresponds to 22% of anthropogenic emissions of this gas. Besides being characterized as an important greenhouse gas, responsible for 15% of global warming, methane from enteric origin is directly related to the efficiency of rumen fermentation due to the loss of power and influence on animal performance. The objective of the present study was quantify, through the technique of sulfur hexafluoride, the enteric CH<sub>4</sub> emission by sheep in different sites of grazing in the Caatinga. The treatments consisted of two sites of grazing, thinned Caatinga enriched and thinned Caatinga not enriched with ratings in two seasons (dry and wet). 16 of Brazilian Somalis sheep breed, 8 animals per treatment, barrows, with an average age of 11 months and average live weight of  $26.8 \pm 2.9$  kg. In a completely randomized design with repeated measures were used. To quantify the emission of methane (CH<sub>4</sub>) is used the technique of tracer sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>). SF<sub>6</sub> permeation capsules were administered to animals orally for allocating the rumen. It is assumed that emission pattern SF<sub>6</sub> stimulates emission pattern CH<sub>4</sub>. The data of CH<sub>4</sub> production (g / animal / day) for the periods and areas evaluated ranged between 11.4 and 16.8 g. The sites of grazing alone have no effect on rates of CH<sub>4</sub> emission or the variable total weight gain of lambs maintained on different systems in the Caatinga. By taking into account the period, observed that the dry season showed the lowest rate of food intake by animals and even then resulted in higher rate of CH<sub>4</sub> emission. Probably due to increased residence time of food in the rumen due to the low quality of the diets selected these periods there was a change in fermentation patterns which led to a higher rate of CH<sub>4</sub> emission during this period.

Keywords: greenhouse gases, global warming, grazing, sulfur hexafluoride.

## INTRODUÇÃO

Atualmente há um aumento na demanda por alimentos de origem animal, principalmente devido ao crescimento da população mundial e a elevação de seu poder aquisitivo. Segundo dados da FAO (2006), estima-se que a população mundial em 2050 será de aproximadamente 9 bilhões de habitantes, isso acarretará na necessidade do aumento de cerca de 100% sobre a produção de carne e leite nesse período, quando compararmos à produção atual. Nesse cenário, o Brasil ocupa posição de destaque como fornecedor de proteína animal para a população mundial, apresentando segundo estimativas da FAO (2014), o maior rebanho bovino mundial, com aproximadamente 217 milhões de cabeças, a 18ª posição entre os maiores países produtores de ovinos com 17 milhões de cabeças e o título de 5º maior produtor mundial de leite bovino.

Apesar da importância da pecuária na produção de alimentos e geração de renda, atualmente muito se discute sobre o impacto ambiental dessa atividade principalmente sobre as mudanças climáticas. Nesse sentido, a pecuária brasileira vem sendo alvo de críticas pela emissão de quantidades significativas de gases de efeito estufa, principalmente devido aos baixos índices produtivos dos animais criados em regime de pastejo. Dentre esses gases, o metano se destaca, pois os ruminantes naturalmente o produzem como parte de seu processo digestivo.

A emissão global de CH<sub>4</sub> entérico de ruminantes é estimada em 80 teragramas ao ano, o que corresponde a 22% das emissões antrópicas desse gás (USEPA, 2000). Além de ser caracterizado como um importante GEE, responsável por 15% do aquecimento global, o metano de origem entérica tem relação direta com a eficiência da fermentação ruminal em virtude da perda de carbono e hidrogênio, conseqüentemente, perda de energia, influenciando o desempenho animal (Johnson & Johnson, 1995).

Para que essas emissões sejam minimizadas, práticas de manejo na agricultura devem ser adotadas. No caso da agropecuária, recentes pesquisas têm reportado que sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) permitem um aumento da produtividade agrícola e pecuária de maneira sustentável com uma melhor utilização dos recursos ambientais. A FAO reconhece a ILPF com um sistema produtivo sustentável, capaz de aumentar a produção de alimentos com responsabilidade ambiental.

Neste contexto, a importância da utilização de sistemas agroflorestais tem ganhado destaque como alternativa de manejo para exploração de forma sustentável da Caatinga, de

modo que haja a manutenção da biodiversidade e resiliência das comunidades vegetais, através da exploração de forma sustentável dessas áreas.

Acredita-se que uma das melhores estratégias para mitigar a emissão de CH<sub>4</sub> pelos ruminantes, é o uso correto das pastagens nos mais diferentes sistemas agrofloretais, proporcionando maior fixação de carbono no solo e maior produção animal por área, reduzindo assim a emissão de CH<sub>4</sub> por quilogramas de produto animal gerado.

O desenvolvimento de estudos para reduzir as emissões de metano requer avaliações detalhadas dos determinantes dessa emissão, tais como a composição da dieta e nível de consumo, em conjunto com técnicas acuradas e precisas de mensuração das emissões de metano nos animais (Lassey, 2011).

A técnica desenvolvida por Johnson & Johnson (1995) que emprega o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) como gás traçador interno, possibilita a quantificação da emissão de metano entérico por animais criados em regime de pastejo. Essa técnica consiste na colocação de um tubo de permeação, que libera o SF<sub>6</sub> a uma taxa previamente conhecida, no rúmen do animal e as amostras de CH<sub>4</sub> e SF<sub>6</sub> são coletadas nas proximidades da boca e narina do animal. Assume-se nesse método que o padrão de emissão de SF<sub>6</sub> simula o padrão de emissão de CH<sub>4</sub>. O fluxo de CH<sub>4</sub> liberado pelo animal é calculado em relação ao fluxo de SF<sub>6</sub> (Westberg et al., 1998).

O objetivo deste trabalho foi quantificar, por meio da técnica do hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), as emissões de CH<sub>4</sub> entérico por ovinos de corte mantidos em diferentes sítios de pastejo em áreas de Caatinga, contribuindo para redução das incertezas sobre tais taxas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos da Embrapa Caprinos e Ovinos (3°45'03.55"S, 40°20'37.45"O), situada na cidade de Sobral, Ceará. O clima da região é semiárido, do tipo BShw', segundo a classificação de Köppen (Carvalho, 2004) com estação chuvosa de janeiro a junho e período seco no restante do ano.

Os tratamentos foram compostos por dois sítios de pastejo da Caatinga nos quais foram avaliadas as emissões de metano entérico por ovinos de corte em dois períodos distintos do ano, *Seco* e *Chuvoso*, sendo a primeira avaliação realizada entre 18 de setembro e 03 de outubro de 2013 e a segunda entre 22 de janeiro e 06 de fevereiro de 2014. A figura 7 apresenta a precipitação pluviométrica para o ano de 2013 e primeiro semestre do ano de 2014 com as indicações dos momentos de coleta.

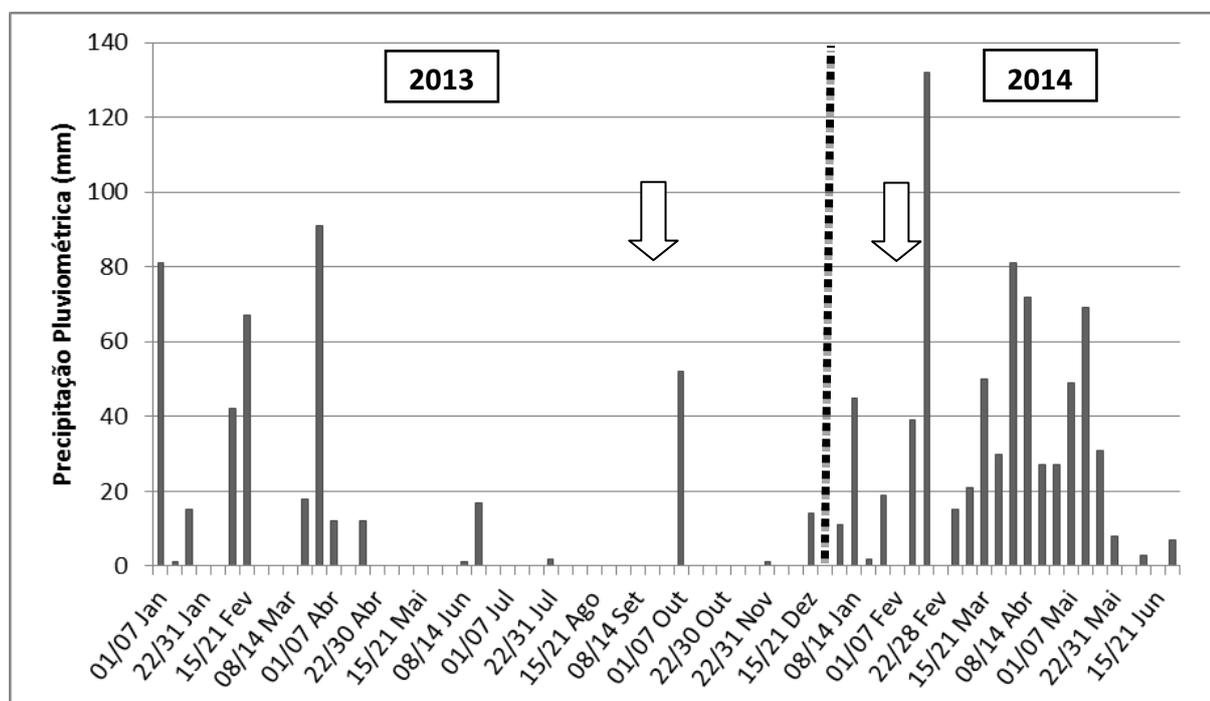


Figura 7 – Precipitação pluviométrica semanal para os anos de 2013 e 2014 com setas de indicação dos períodos de coleta.

O primeiro sítio de pastejo está situada na fazenda Crioula pertencente a Embrapa Caprinos e Ovinos, nas coordenadas (3°46'13.32"S, 40°19'42.14"O), a uma altitude de 125 metros e é caracterizado como uma área de *Caatinga raleada enriquecida*, com 4,8 hectares que sofreu processo de raleamento, por meio do corte seletivo das espécies arbóreo-arbustivas da vegetação nativa, reduzindo sua densidade, preservando-se aproximadamente 40% de sua cobertura arbórea total e enriquecida com *Panicum maximum*. As árvores remanescentes ficaram aleatoriamente distribuídas na paisagem, sem espaçamento definido. O segundo sítio

denominado de área de *Caatinga raleada não enriquecida* está localizado na fazenda Sedoc também pertencente a Embrapa Caprinos e Ovinos, nas coordenadas geográficas (3°45'53.41"S, 40°21'05.81"O) a uma altitude de 101 metros, apresentando 4,2 hectares e cobertura total aproximada de 43 %. As duas áreas apresentam-se distantes uma da outra em cerca de 2,5 Km. Ambos os sítios de pastejo foram caracterizados quanto à composição botânica e parâmetros fitossociológicos no Capítulo 2.

Os solos das áreas estudadas apresentam manchas de Luvisolo Crômico Órtico típico e Luvisolo Hipocrômico Órtico típico (Aguilar et al., 2006). A vegetação predominante na região é a Caatinga, classificada fisionomicamente como Savana Estépica Florestada, que é marcada pela sazonalidade climática, com pelo menos seis meses de estiagem anual e a presença de árvores, em sua maioria semidecíduas, com um extrato herbáceo de crescimento anual. Do ponto de vista geoambiental, todas as áreas estão inseridas na Depressão Sertaneja setentrional, unidade de paisagem típica do semiárido nordestino, que abrange 368.216 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 22% do Nordeste (Veloso et al., 2002).

Como animais testes foram utilizados 16 ovinos da raça *Somalis brasileira*, machos, castrados, com idade média de 11 meses e peso vivo médio de 26,8±2,9 Kg. Foram utilizados oito animais por unidade experimental, sendo esses mantidos nas áreas durante todo o período, com suplementação de 200 g de rolão de milho (milho moído com palha e sabugo) por animal ao dia entre os períodos de coleta, sendo o fornecimento cessado antes das avaliações de consumo a pasto e durante o período de coleta de gases, os mesmos recebiam água e mistura mineral à vontade. O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com aproximadamente dois animais por hectare, o que é considerada uma carga leve para áreas de Caatinga raleada, conforme Silva et al (1999).

Os animais foram pesados no início de cada período experimental. Antes das pesagens, foi realizado jejum de sólidos e líquidos de aproximadamente 12 horas. O ganho de peso total foi obtido pela diferença entre os pesos final e inicial dos animais teste.

Para a avaliação do consumo de matéria orgânica (CMO) dos animais experimentais foi utilizado o dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) como indicador externo a produção fecal. Esse foi administrado na forma de cápsula na dosagem de 2,5g por animal, uma vez ao dia, por um período de adaptação de sete dias para obtenção de um platô de excreção mais homogêneo e cinco dias de coleta de fezes, totalizando doze dias de avaliação. O indicador foi fornecido diretamente na boca dos animais com auxílio de uma pistola de vermifugação dotada de mangueira na extremidade para encaixe da cápsula do marcador.

Para determinação da composição bromatológica da dieta selecionada pelos os animais experimentais durante o período de amostragem de gases, foi utilizada a técnica de coleta de extrusa de animais fistulados no rúmen, conforme descrito por **SANTOS, et al. (2008)**, realizada concomitantemente com a avaliação de consumo dos animais. A técnica baseia-se no esvaziamento completo do conteúdo ruminal, que era armazenado em baldes individuais para ser recolocado no rúmen após a coleta da extrusa. Em seguida, os animais eram soltos nas áreas experimentais, junto aos demais animais, por cerca de 40 minutos. Após este período, esses animais eram recolhidos e a extrusa coletada, identificada e armazenada. Posteriormente, fez-se um *pool* das amostras de extrusa ruminal por animal e essas foram pré-secas em estufa sob ventilação forçada a temperatura de 65°C, moídas em moinho de facas com peneiras de 1 mm e armazenadas para posteriores análises.

As fezes foram coletadas com auxílio de bolsas de coleta fecal, no qual os animais recebiam as bolsas ao retornarem dos piquetes de pastejo às baias no final da tarde e permaneciam com as mesmas até o dia seguinte, por um período de aproximadamente 14 horas onde eram removidas, sendo retirada amostras representativas da produção fecal de cada animal, cerca de 20%, durante um período de 5 dias. As fezes foram levadas a estufa de ventilação forçada por 72 horas para determinação da matéria pré-seca. Após a secagem, as amostras foram agrupadas por animal e moídas para posteriores análises laboratoriais.

O teor de dióxido de titânio foi determinado segundo Myers et al. (2004), com adaptações. Uma amostra de 0,5 g de fezes foi digerida, por cerca de 2 horas, com elevação gradual da temperatura até 400°C, em tubos para determinação de proteína bruta. Após a digestão, 13 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30%, foram adicionados lentamente e o material do tubo, transferido e filtrado, em papel filtro livre de cinzas, para um balão volumétrico que foi completado com água destilada até 50 mL.

Na digestão foram utilizados 15 mL de ácido sulfúrico e 4g de mistura digestora para proteína. Uma curva padrão foi preparada com 2, 4, 6, 8, 10mg de dióxido de titânio e as leituras realizadas em espectrofotômetro com comprimento de onda de 410nm.

Para o cálculo da produção fecal estimada pelo dióxido de titânio, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{PFTit. (g MS/dia)} = \frac{\text{Tit. fornecido (g/dia)}}{(\% \text{Tit. nas fezes /MS } 105^{\circ}\text{C})}$$

Onde PF<sub>tit.</sub> = produção fecal obtida pelo dióxido de titânio, Tit. Fornecido e Tit. nas fezes, a quantidade de dióxido de titânio fornecido e excretado, % Tit. nas fezes, a porcentagem de titânio nas fezes e MS, a matéria seca 105°C.

As análises laboratoriais para determinação da composição bromatológica das dietas selecionadas pelos animais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro Nacional de Pesquisa em Caprinos e Ovinos. Para as determinações dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), cinzas, extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) seguiu-se a metodologia proposta pela AOAC (2010). Para a quantificação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina, seguiu-se a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991); os teores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), foram determinados conforme as recomendações de Licitra et al. (1996) e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi obtida através da técnica do duplo estágio descrita por Tilley & Terry (1963) utilizando o incubador TE-150 da TECNAL®.

Para cálculo do NDT dos alimentos adotou-se a equação sugerida por Cappelle et al. (2001):  $NDT (\%) = 3,71095 - 0,129014 \text{ FDN} + 1,02278 \text{ DMO}$ , sendo FDN = fibra em detergente neutro; DMO = digestibilidade da matéria orgânica.

Para cálculo da porcentagem dos carboidratos totais (CT) utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992):  $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%CINZAS + \%EE)$ , onde CT (%) = valor percentual de carboidratos totais, %PB = valor percentual de proteína bruta, (%) EE = percentual de EE e % CINZAS = referente ao valor percentual de cinzas.

Para cálculo dos carboidratos não fibrosos (CNF) utilizou-se equação recomendada por Weiss (1999), a saber:  $CNF (\%) = 100 - (\% \text{ FDN}_{ncp} + \%PB + \%EE + \%Cinzas)$ , onde CNF = valor percentual dos carboidratos não fibrosos, FDN<sub>ncp</sub> = valor percentual de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, PB = percentual de proteína bruta, % Cinzas = valor percentual de cinzas.

Para quantificar a emissão de metano (CH<sub>4</sub>) utilizou-se da técnica descrita por Johnson et al. (1995) empregando o traçador hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). Nessa metodologia, cápsulas de permeação de SF<sub>6</sub>, com liberação controlada de 1-2 µg por minuto à temperatura de 39°C, foram administradas aos animais, via oral para alocação no rúmen, cerca de 60 dias antes de iniciar o período de coleta de gases. Assume-se que o padrão de emissão de SF<sub>6</sub> simule o padrão de emissão de CH<sub>4</sub>.

Para as coletas foram utilizados tubos de aço inoxidável com regulador de ingresso ajustado a cabeça do animal para armazenamento dos gases. Os tubos foram previamente limpos com nitrogênio puro e esvaziados a vácuo e o regulador de ingresso calibrado para o período de amostragem por meio de esferas metálicas (Gere & Gratton, 2010). Assim, amostras do ar exalado através da boca e das narinas dos animais, foram coletadas por quatro dias consecutivos.

Antes de iniciar o período experimental os animais passaram por um processo de adaptação ao aparato de amostragem de gases. Os períodos das coletas ocorreram logo após o último dia de quantificação do consumo de matéria orgânica pelos animais. Em cada uma das áreas experimentais foram colocados dois tubos “brancos” para coleta do ar atmosférico, com intuito de corrigir os valores dos gases de interesse previamente existentes no ambiente.

Após a coleta dos gases, realizou-se a medida de pressão dos tubos e estes foram pressurizados com nitrogênio especial 5.0, até atingir uma pressão aproximada de 2,9 atm, para então se medir a pressão final, através de um manômetro digital ( $\pm 0,01$ ). As concentrações de  $\text{CH}_4$  e  $\text{SF}_6$  foram determinadas em cromatógrafo gasoso, equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna megabore ( $0,53 \mu\text{m}$ , 30 m) Plot HP-Al/M (para  $\text{CH}_4$ ) e detector de captura de elétrons ( $\mu$ -ECD) e coluna megabore HP-MolSiv (para  $\text{SF}_6$ ), com dois loops de  $0,5 \text{ cm}^3$  acoplados a duas válvulas de seis vias.

Após as leituras, as concentrações de  $\text{CH}_4$  e  $\text{SF}_6$  foram corrigidas para diluição. O fluxo de  $\text{CH}_4$  liberado pelo animal foi calculado em relação ao fluxo de  $\text{SF}_6$ , correlacionando os resultados à taxa conhecida de liberação do traçador no rúmen (Westberg et al., 1998).

Na avaliação dos resultados, foi utilizado o pacote estatístico Statistical Analysis Systems, em delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo.

### **3.1. Resultados e Discussão**

Na tabela 8 são apresentados os dados de composição química e de digestibilidade das dietas selecionadas pelos animais experimentais nas diferentes áreas e períodos de avaliação.

Foram observados maiores valores de digestibilidade da matéria orgânica (DMO) e percentual de proteína bruta (PB) para o período chuvoso em comparação ao período seco, independentemente das áreas avaliadas, o que ocasionou um melhora nos valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) desse período.

Tabela 10 – Composição química das dietas selecionadas pelos animais nos períodos seco e chuvoso nas áreas de *Caatinga raleada enriquecida* (A1) e *Caatinga raleada não enriquecida* (A2).

Nutrientes	Seco		Chuvoso	
	A1	A2	A1	A2
Matéria seca*	94,64	94,26	91,84	91,91
Matéria orgânica	87,30	87,56	88,95	89,32
Digestibilidade da matéria orgânica	38,33	52,91	72,35	59,21
Proteína bruta	11,73	11,55	19,55	20,16
PIDN em % da proteína bruta	78,13	73,30	70,74	60,06
PIDA em % da proteína bruta	47,49	45,62	27,18	35,73
Extrato etéreo	5,17	2,53	3,66	2,52
Fibra em detergente neutro	69,14	65,25	65,85	67,98
Fibra em detergente ácido	51,93	46,35	35,94	45,65
Hemicelulose	17,21	18,90	29,91	22,33
Lignina	25,68	28,82	23,97	24,53
Celulose	24,92	16,13	10,96	19,81
Cinzas	12,70	12,44	11,05	10,68
Carboidratos não fibrosos (CNF)***	23,13	29,98	24,73	21,30
Carboidratos totais (CT)**	70,41	73,48	65,74	66,64
Nutrientes digestíveis totais (NDT)****	33,99	49,41	69,21	55,50

\*Matéria seca em base matéria natural; \*\*CT conforme Sniffen et al. (1992); \*\*\*CNF conforme Weiss (1999) e \*\*\*\*NDT conforme Cappelle et al. (2001).

Foram observadas consideráveis variações na interação período do ano e as áreas estudadas para as variáveis de consumo de matéria orgânica (CMO), produção de metano em g por animal ao dia ( $\text{CH}_4$  g/animal/dia) e produção de metano em mg por quilograma de peso metabólico ( $\text{CH}_4$  mg/KgPV<sup>0,75</sup>) (tabela 9).

Para o CMO, observou-se maior média para o período chuvoso na área de *Caatinga raleada enriquecida* (1070 g), quando comparado ao mesmo período na área de *Caatinga raleada não enriquecida* (851 g). Diversos estudos demonstram uma relação positiva existente entre o consumo de matéria seca e emissão de metano diária (Blaxter & Clapperton, 1965; Hoeden & Reyenga, 1999; Kurihara et al. 1999; Primavesi et al., 2004). No entanto, o maior consumo evidenciado no trabalho para o período chuvoso, não propiciou elevação sobre a produção de  $\text{CH}_4$  g/animal/dia quando comparado ao período seco. Tal comportamento pode estar relacionado ao fato da emissão de metano tender a decrescer quando se reduz o teor de fibra e se aumenta o de energia digestível e o conteúdo de proteína bruta na dieta (Kurihara et al., 1999; Shibata et al. 1992; Johnson & Johnson, 1995;). Indicando que as condições

ruminais que promovem o crescimento microbiano e produção de propionato levam a uma redução das emissões de metano pelo animal.

Segundo a literatura, variáveis como, nível de consumo, tipo de carboidrato da dieta (Johnson & Johnson, 1995), relação volumoso:concentrado, espécie forrageira e qualidade da forragem (Shibata & Terada, 2010) influenciam a produção de metano entérico.

Tabela 11 – Consumo de matéria orgânica (CMO) e emissão de metano por ovinos em diferentes sítios de pastejo na Caatinga e em diferentes períodos do ano<sup>(1)</sup>

Variáveis <sup>(2)</sup>	Caatinga raleada enriquecida		Caatinga raleada não enriquecida		P <sub>T</sub> <sup>(3)</sup>	P <sub>P</sub> <sup>(4)</sup>	P <sub>TxP</sub> <sup>(5)</sup>	EPM <sup>(6)</sup> (%)
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso				
CMO (g/animal/dia)	402 <sup>d</sup>	1070 <sup>a</sup>	555 <sup>c</sup>	851 <sup>b</sup>	0,42 <sub>q</sub>	<0,0001 <sub>q</sub>	<0,0001 <sub>q</sub>	54,06
CH <sub>4</sub> (g/animal/dia)	11,9 <sup>b</sup>	14,9 <sup>b</sup>	16,8 <sup>ab</sup>	11,4 <sup>b</sup>	0,74 <sub>1</sub>	0,003 <sub>1</sub>	0,011 <sub>1</sub>	0,66
CH <sub>4</sub> (mg/KgPV <sup>0,75</sup> )	1068 <sup>bc</sup>	1264 <sup>ab</sup>	1359 <sup>ab</sup>	909 <sup>c</sup>	0,11	0,013	0,022	48,89
CH <sub>4</sub> (g/kg MO)	29,4 <sup>a</sup>	13,4 <sup>b</sup>	-	-	0,36 <sub>q</sub>	<0,0001 <sub>q</sub>	0,62 <sub>q</sub>	1,83

<sup>(1)</sup>Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes diferem entre si a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>CMO (g/animal/dia): Consumo de matéria orgânica em gramas por animal ao dia; CH<sub>4</sub> (g/animal/dia): Produção de metano em gramas por animal ao dia; CH<sub>4</sub> (mg/KgPV<sup>0,75</sup>): Produção de metano em miligrama por quilograma de peso metabólico; CH<sub>4</sub> (g/kg GP): Produção de metano em gramas por quilograma de ganho de peso vivo; <sup>(3)</sup>P<sub>T</sub> = Probabilidade de tratamento; <sup>(4)</sup>P<sub>T</sub> = Probabilidade de período; <sup>(5)</sup>P<sub>TxP</sub> = Probabilidade da interação entre tratamento e período; <sup>(6)</sup>EPM: Erro padrão da média.

Os dados de produção de CH<sub>4</sub> (g/animal/dia) para os períodos e áreas avaliadas variaram entre 11,4 a 16,8 g. Esses valores estão próximos aos encontrados em outros trabalhos realizados com ovinos em diferentes tipos de pastagem, que apresentaram uma variação de 13,8 a 35,5 g CH<sub>4</sub> animal ao dia (Sun et al., 2012; Hammond et al., 2011; Ulyatt et al., 2005; Pinares-Patiño et al., 2003a; Pelchen & Peters, 1998).

Ao se avaliar a produção de CH<sub>4</sub> em gramas por quilograma de matéria orgânica consumida (CH<sub>4</sub> g/Kg MO), observa-se menor valor de emissão de CH<sub>4</sub> para o período chuvoso quando comparado com ao período seco. Segundo Moss et al. (2000) e Pinares-Patino et al. (2003), espera-se menor produção de metano quando o tempo de retenção do alimento no rúmen é reduzido, fato que pode ter ocorrido devido ao maior CMO evidenciado para esse período. Esse maior consumo vinculado a melhor qualidade da dieta pode ser um fator considerável a elevação da taxa de passagem (Owens & Goetsch, 1986).

Não houve diferenças significativas (P>0,05) para o ganho de peso total, que foi de 3,4 e 1,7 Kg, e produção de metano por ganho de peso vivo total (CH<sub>4</sub> g/KgGP), 855,1 e 1179,8 g respectivamente para as áreas de *Caatinga raleada enriquecida* e *Caatinga raleada não enriquecida*. Segundo Pereira et al. (2011), espera-se obter com o incremento no desempenho

animal um aumento na emissão de metano, como resultado da maior extensão da fermentação da forragem no rúmen. Entretanto, a quantidade de metano que seria produzida por unidade de produto também seria menor se a produção ou crescimento do animal fosse aumentado (Mc Crabb et al., 1998; Lovett et al., 2003).

Quando os valores de emissão de  $\text{CH}_4$  (g animal/dia) são transformados para g  $\text{CH}_4/\text{Kg MO}$ , observa-se melhor padronização dos dados, pois a emissão diária por animal é muito variável. Essa resposta proporciona a comparação com diferentes categorias e espécies animais, onde valores entre 13,8 a 27,0 g  $\text{CH}_4$  kg CMO são descritas por vários autores (Ulyatt et al. (2002) e Pedreira et al. (2009) para vacas em lactação; Hulshof et al. (2012) e Beauchemin et al. (2007) para bovinos de corte; Ulyatt et al. (2002) para ovelhas em lactação; Hammond et al. (2013), Ulyatt et al. (2005) e Sun et al. (2012) para ovinos machos; Puchala et al. (2005) para cabras. Resultados próximos aos encontrados no corrente estudo, variando entre 13,4 e 29,4 g  $\text{CH}_4$  por kg CMO.

Essa resposta pode estar associada a maior taxa de passagem do alimento pelo rúmen do animal, com maior consumo de componentes da forragem de boa qualidade, os quais apresentam maiores concentrações de carboidratos solúveis e menores concentrações de carboidratos estruturais. Para Johnson & Johnson (1995) o tipo de carboidrato influencia a produção de metano, provavelmente através do impacto sobre o pH ruminal e a população microbiana.

### **3.2. Conclusões**

Os sítios de pastejo isoladamente não influenciaram sobre as taxas de emissão de  $\text{CH}_4$  entérico por ovinos criados em ambientes pastoris na Caatinga.

O período Seco foi o que apresentou menor taxa de ingestão alimentar pelos animais e o que propiciou maior taxa de emissão de  $\text{CH}_4$ . Provavelmente pelo maior tempo de permanência do alimento no rúmen, devido à baixa qualidade das dietas selecionadas nesses períodos.

O ganho de peso total e a produção de metano por quilograma de ganho de peso, não foram influenciados pelos sítios de pastejo.

### 3.3. Referências Bibliográficas

- AGUIAR, M.I.; Maia, S.M.F.; Oliveira, T.S. et al. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral/CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18.ed. Rev. Gaithersburg, Maryland, USA, 2010. 3000p.
- BEAUCHMIN, K. A. et al. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emission from cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 1990-1996, 2007.
- BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.19, n.1, p.511-522, 1965.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO, J.F. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológica dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARVALHO, F.C. et al. Desempenho produtivo de ovelhas crioulas em um sistema de produção agrossilvipastoril, no semi-árido brasileiro. **Agrossilvicultura**, Viçosa, MG, v. 1, n. 2, p. 81-90, 2004.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **FAO statistical databases**. Rome, 2013. Disponível em <<http://faostat.fao.org>> Acesso em 13 de jul. de 2014.
- GERE, J. I.; GRATTON, R. Simple, low-cost flow controllers for time averaged atmospheric sampling and other applications. **Latin American Applied Research**, Buenos Aires, v. 40, p. 377-381, 2010.
- HAMMOND, K.J., HOSKIN, S.O., BURKE, J.L. et al., 2011. Effects of feeding fresh white clover (*Trifolium repens*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*) on enteric methane emissions from sheep. **Anim. Feed Sci. Tech.**, 166-167, 398-404.
- HAMMOND, K. J. et al. Effects of feed intake on enteric methane emissions from sheep fed fresh white clover (*Trifolium repens*) and perennial ryegrass (*Lolium perenne*) forages. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 179, p. 121-132, 2013.

- HOWDEN, S.M.; REYENGA, P.J. Methane emissions from Australian livestock: implications of the Kyoto Protocol. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, p.1285–1291, 1999.
- HULSHOF, R. B. A. et al. Dietary nitrate supplementation reduces methane emission in beef cattle fed sugarcane-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 2317-2323, 2012.
- JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane Emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.8, p.2483-2492, 1995.
- KURIHARA, M.; MAGNER, T.; HUNTER, R.A.; Mc CRABB, G.J. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, v.81, p.227-234, 1999.
- LASSEY, K.R. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.142, n.2-4, p.120-132, 2007.
- LASSEY, K.R., ULYATT, M.J., MARTIN, R.J. et al., 1997. Methane emissions measured directly from grazing livestock in New Zealand. **Atmos. Environ.**, 31, 2905-2914.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Anim. Feed Sci. Techn.**, v.57, p.347-358, 1996.
- LOVETT, D.; LOVELL, S.; STACK, L. et al. Effect of forage/concentrate ratio and dietary coconut oil level on methane output and performance of finishing beef heifers. **Livestock Production Science**, v.84, p.135–146, 2003.
- Mc CRABB, G. J.; KURIHARA, M. & HUNTER, R. A. The effect of finishing strategy of lifetime methane production for beef cattle in northern Australia. **Proceedings... Nutrition Society Australia**, p.22-55, 1998.
- MOSS, A.R.; JOUANY, J.P.; NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. **Ann.Zootech**, v.49, p.231–253, 2000.

- MOTT, G.O., LUCAS, H.L. The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 6, 1952, Pennsylvania. Proceedings... Pennsylvania: State College Press, 1952. p.1380-1385.
- MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. et al. Technical Note: a procedure for the preparation a quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1. p.179-183, 2004.
- OWENS, F.N., GOETSCH, A.L. 1986. Digesta passage and microbial protein synthesis. In: MILLINGAN, L. P., GROVUM, W.L., DOBSON, A. (Eds). **Control of digestion and metabolism in ruminants**. New Jersey: Englewood Cliffs, Prentice Hall, p.196-223.
- Pedreira, M.S., Primavesi, O., Lima, M.A., Frighetto, R., Oliveira, S.G., Berchielli, T.T., 2009. Ruminant methane emission by dairy cattle in Southeast Brazil. **Sci. Agr.**, 66, 742-750.
- Pelchen, A., Peters, K.J., 1998. Methane emissions from sheep. **Small Ruminant Res.**, 27, 137-150.
- PEREIRA, L.G.R.; MACHADO, F.S.; CAMPOS, M.M. et al. Avanço conceitual em diagnóstico e estratégias de mitigação de metano entérico em bovinos de leite no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 3., Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 2011. p.75-122.
- PINARES-PATIÑO, C. S. et al. Persistence of differences between sheep in methane emission under generous conditions. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 140, p. 227-233, 2003.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S. et al. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.3, p.277-283, 2004.
- PUCHALA, R. et al. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 182-186, 2005.
- SHIBATA, M.; TERADA, F. Factors affecting methane production and mitigation in ruminants. **Animal Science Journal**, v.81, n.1, p.2-10, 2010.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- SUN X. Z. et al. Sheep fed forage chicory (*Cichorium intybus*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*) have similar methane emissions. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 172, p. 217-225, 2012
- TILLEY, J. M.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- ULLYAT, M.J., LASSEY, K.R., SHELTON, I.D. et al., 2005. Methane emission from sheep grazing four pastures in late summer in New Zealand. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, 48, 385-390.
- ULLYATT, M. J. et al. Methane emission from dairy cows and wether sheep fed subtropical grass-dominant pastures in midsummer in New Zealand. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 45, p. 227-234, 2002.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Evaluating Ruminant Livestock Efficiency Projects and Programs**. In: PEER review draft. Washington: Environmental Protection Agency, 2000. 48p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS**, 61, 1999, Proceedings..., Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.
- WESTBERG, H.H.; JOHNSON, K.A.; COSSALMAN, M.W. et al. **A SF<sub>6</sub> tracer technique: methane measurement from ruminants**. Washington State University, Pullman, Washington, 1998. 40p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo de raleamento empregado na vegetação do bioma Caatinga é capaz de manter os índices de diversidade, uniformidade e riqueza de espécies e famílias botânicas que compõe a comunidade vegetal arbórea quando comparado a uma área de *Caatinga não manipulada* nas condições do experimento.

As famílias arbóreas Fabaceae, Boraginaceae e Euphorbiaceae foram as que apresentaram maior representatividade nas áreas estudadas. Para a comunidade vegetal herbácea as famílias Fabaceae, Poaceae e Euphorbiaceae foram as mais representativas.

As áreas que sofreram processo de manipulação antrópica, apresentaram maiores valores de importância para espécies arbóreas de recomposição e espécies herbáceas características de áreas em processo de degradação, quando comparado a área de Caatinga não manipulada. Tal fato chama a atenção para possível perda de biodiversidade dessas áreas a médio.

Com relação às emissões de gás metano por ovinos de corte em pastejo na Caatinga, infere-se que os sítios de pastejo isoladamente não influenciaram sobre as taxas de emissão de CH<sub>4</sub> ou sobre a variável de ganho de peso total de ovinos mantidos em diferentes sistemas na Caatinga.

Ao levar em consideração o período, observa-se que a época seca foi a que apresentou menor taxa de ingestão alimentar pelos animais e mesmo assim a que propiciou maior taxa de emissão de CH<sub>4</sub>. Provavelmente pelo maior tempo de permanência do alimento no rúmen, devido à baixa qualidade das dietas selecionadas nesses períodos houve uma alteração nos padrões fermentativos o que levou a uma maior taxa de emissão de CH<sub>4</sub> nesse período.

Mais estudos que possam determinar as taxas de emissão de metano em ovinos nas condições brasileiras nas diferentes regiões fitogeográficas que compõem nossos biomas ainda são necessários, para que seja possível gerar um inventário nacional sobre emissões de gases de efeito estufa e de forma precisa subsidiar a tomada de decisões sobre quais estratégias adotar nos sistemas brasileiros de produção.