

Dióxido de carbono liberado do solo em áreas de Caatinga sob pastejo caprino *Carbon dioxide released from soil in Caatinga areas under goat grazing*

Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga^{1,6}, Albericio Pereira de Andrade², Divan Soares da Silva², Kallianna Dantas Araujo³, Angeline Maria da Silva Santos⁴, Luciana Batista Lima⁵

¹ Departamento de Química e Biologia, Centro de Ensino Superior de Caxias (CESC), Universidade Estadual do Maranhão – UEMA.

² Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

² Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

³ Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA), Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

⁴ Programa de doutorado em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba.

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

⁶ Autor para Correspondência (*Author for correspondence*): luizadaiana@hotmail.com

RESUMO

O CO₂ liberado na superfície do solo é produzido naturalmente por meio da atividade e respiração dos microrganismos, durante a decomposição aeróbica da matéria orgânica e respiração do sistema radicular das plantas. Objetivou-se avaliar a atividade microbiana através do fluxo do CO₂ em três áreas contíguas de Caatinga, submetida ao pastejo caprino nas condições do Semiárido paraibano. A pesquisa foi conduzida na Fazenda Experimental/CCA/UFPB, em São João do Cariri-Paraíba, durante o período de Fevereiro de 2011 a Dezembro de 2012, em três áreas contíguas de Caatinga, correspondente aos tratamentos T1 (10 animais - 1 animal/3.200 m²), T2 (5 animais - 1 animal/6.400 m²) e T3 (Controle - sem animais). A área do experimento corresponde a 9,6 ha e foi dividida em três áreas de 3,2 ha. Em cada tratamento foram realizadas determinações bimestrais de dióxido de carbono (CO₂) nos períodos diurno (5 às 17 h) e noturno (17 h às 05:00 h), conteúdo de água do solo, temperatura do solo e precipitação pluvial. Foram realizadas duas coletas de carbono e matéria orgânica. As emissões de CO₂ apresentam variação temporal com maiores picos de liberação no período chuvoso, mesmo na estação de estiagem, proporcionam um aumento nas emissões de CO₂; o fluxo de CO₂ não variou entre as três áreas contíguas de Caatinga, de modo que a presença dos animais (caprinos) na área não foi suficiente para proporcionar grandes alterações na emissão do CO₂; a maior atividade microbiana foi verificada no período noturno, favorecida, pela menor temperatura do solo.

Palavras-chave: Fluxo de CO₂, Respiração Edáfica, Semiárido.

ABSTRACT

CO₂ released into the soil surface is naturally produced by the activity and respiration of microorganisms during aerobic decomposition of organic matter and respiration of the root system of plants. The objective was to evaluate the microbial activity through the CO₂ flow in three contiguous areas of Caatinga, submitted to the goats grazing in Paraíba semi-arid conditions. The research was conducted at the Experimental Farm / CCA / UFPB in São João do Cariri, Paraíba, during the period February 2011 to December 2012, in three contiguous areas of Caatinga, corresponding to T1 treatments (10 animals - 1 pet / 3,200 m²), T2 (5 animals - 1 pet / 6,400 m²) and T3 (control - no pets). The experiment corresponds to the area of 9,6 ha and was divided into three areas of 3,2 ha. In each treatment were made carbon dioxide bimonthly determinations (CO₂) in the daytime periods (5 to 17 h) and night (17 pm to 05:00), soil water content, soil temperature and rainfall. Two collections of carbon and organic matter were held. CO₂ emissions have temporal variation with larger release peaks during the rainy season, even in the dry season, provide an increase in CO₂ emissions; the CO₂ flow was not different between the three adjacent areas of Caatinga, so that the presence of animals (goats) in the area was not sufficient to provide large changes in CO₂ emission; most microbial activity was observed at night, favored by the lower soil temperature.

Key-words: Flux de CO₂, Soil Respiration, Semiarid.

INTRODUÇÃO

A maior parte do Semiárido Nordeste é composta pela vegetação da Caatinga, recurso forrageiro de maior expressão nesta região, cobrindo 54,53% de 1.548.672 km² de área (IBGE, 2004). A principal atividade econômica dos moradores dessa região é a agropecuária e as diferentes práticas agrícolas podem afetar fortemente o ambiente do solo, causando distúrbios na comunidade microbiana (Alves et al., 2011). No âmbito das mudanças climáticas globais, o solo e suas formas de uso estão em foco, sobretudo no que se refere à agricultura. Neste sentido, a influência de práticas agrícolas na emissão de gases que causam o efeito estufa é assunto de grande interesse, especialmente quando se trata do CO₂, o principal componente do efeito estufa (D'Andrea et al., 2010).

O carbono no ecossistema terrestre está presente em diversas formas, incluindo a fauna, flora, material em decomposição e carbono no solo. Este último é, em geral, encontrado em maior quantidade no primeiro metro do solo (FAO, 2007; Nsabimana et al., 2009). Neste contexto, as alterações na cobertura vegetal entre os períodos de estiagem e chuvosos altera o balanço de radiação que é o principal fator de interação da superfície com a atmosfera. Como a vegetação armazena energia, modificações em sua cobertura resultam em maior ou menor disponibilidade de calor para os processos atmosféricos. Mudanças no padrão espacial e temporal das chuvas representam um fator determinante nas trocas de calor, vapor d'água e CO₂ entre o ecossistema e a atmosfera (Santos et al., 2012).

A ciclagem de nutrientes no ambiente depende principalmente da deposição da serapilheira no solo (Andrade et al., 2012). De acordo com Capuani et al., (2012) a utilização da taxa de respiração edáfica representa uma forma sensível e eficaz de se perceber mudanças nos teores de Carbono no solo. Para Souto et al., (2009) as análises de CO₂ são imprescindíveis para o estudo dos solos envolvendo as atividades biológicas, material orgânico em decomposição, quantidade de biomassa

microbiana e a determinação do conteúdo de carbonato.

Assim, o monitoramento da atividade microbiana ou respiração edáfica pode servir como critério para detectar alterações mais impactantes, sendo possível observar alterações na qualidade do solo, já que o CO₂ liberado na superfície deste é produzido naturalmente por meio da atividade e respiração dos microrganismos, durante a decomposição aeróbica da matéria orgânica e respiração do sistema radicular das plantas (D'andrea et al., 2010).

Essas informações podem contribuir para o estabelecimento de uma relação confiável entre o uso do solo e a sustentabilidade do ambiente. Para Calgaro et al. (2008), a atividade microbiana é a forma indireta de avaliação do impacto ambiental, uma vez que o aumento demorado da atividade microbiana eleva a taxa de CO₂ liberado para a atmosfera, favorecendo o aquecimento global ou efeito estufa e reduzindo a camada de ozônio (Tsai et al., 1992).

OBJETIVO

Diante deste contexto, objetivou-se avaliar a atividade microbiana através da produção de CO₂ em três áreas contíguas de Caatinga, submetida ao pastejo caprino nas condições do Semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área pesquisada foi demarcada a 3 km da Sede da Fazenda Experimental da Universidade Federal da Paraíba, município de São João do Cariri, Cariri Oriental (Figura 1), localizada entre as coordenadas 7°23'36" e 7°19'48" de latitude Sul e 36°33'32" e 36°31'20" de longitude Oeste. A área tem relevo predominantemente suave ondulado, com altitude variando entre 480 e 510 m em relação ao nível do mar. O município está inserido na Zona Fisiográfica do Planalto da

Borborema, fazendo parte da Microrregião do Cariri Oriental.

De acordo com a classificação de Köppen, predomina na região o clima BSh - Semiárido quente com chuvas de verão e o bioclima 2b variando de 9 a 11 meses secos, denominado Subdesértico quente de tendência tropical. Apresenta temperatura média mensal máxima de 27,2 °C e mínima de 23,1 °C, precipitação média de 400 mm/ano e umidade relativa de 70%.

Os solos presentes na região em estudo são predominantemente Neossolos, caracterizados por apresentar textura arenosa e presença de cascalhos. Nas porções mais altas do relevo, em declividade mais elevada, existe locais onde o solo praticamente inexistente, podendo-se observar afloramentos de rochas.

Área experimental

A área experimental, inserida na Caatinga, compreende 9,6 ha e foram divididos em três piquetes de 3,2 ha cada. Utilizou-se um sistema de lotação contínua nas áreas com animais (caprinos). Para avaliar o nível de interferência ocasionado pelo manejo de caprinos, foram utilizadas três áreas contíguas de Caatinga correspondente aos três tratamentos: T₁ (10 animais - 3.200 m²), T₂ (5 animais - 6.400 m²) e T₃ (Controle - sem animais), que corresponde as áreas I, II e III. Em cada área foram estabelecidos três transectos paralelos, distando aproximadamente 20 m entre si e em cada transecto foram marcadas dez unidades amostrais equidistantes (10 m x 10 m), de modo que foram amostrados 30 pontos, em cada tratamento, totalizando 90 pontos em toda área experimental, localizadas sob o mesmo tipo de solo.

Foram utilizados caprinos machos, adultos, sem padrão de raça definida (SPRD). Os animais entraram na área com peso médio de 15 kg. Esses animais foram substituídos por outros em três situações, sempre que ocorria algum acidente, quando alcançavam 18 meses de idade ou quando atingiam peso médio de 30 kg. Cabe mencionar que os animais se alimentaram somente da Caatinga.

Quantificação da liberação de CO₂ do solo

As estimativas de CO₂ (diurno e noturno) e conteúdo de água do solo das três áreas foram feitas nas 90 sub-parcelas equidistantes de 1 m x 1 m, bimestralmente, durante o período de Fevereiro, Abril, Junho de 2011 e Agosto, Outubro e Dezembro de 2012.

As medidas de CO₂ (atividade microbiana) foram realizadas durante 12 horas no período diurno (5 às 17 h) e 12 horas no período noturno (17 às 5 h), mediante a metodologia descrita por Grisi (1978) em que o CO₂ liberado por uma área de solo é absorvido por uma solução de KOH 0,5 N e pela dosagem por titulação com HCl 0,1 N. Foi considerado como indicador a fenolftaleína e o alaranjado de metila a 1%, preparado segundo Morita & Assumpção (1972). Foi utilizado um frasco controle ou testemunha que permaneceu hermeticamente fechado e que também foi submetido ao processo de titulação. A determinação do CO₂ absorvido foi realizada a partir das equações:

$$ACO_2 = (A-B) \times 2 \times 2,2 \text{ mg} \quad (1)$$

$$A'CO_2 = ACO_2 \times (4/3 \times 10.000/h + S) \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-2} \quad (2)$$

Sendo que:

A'CO₂ = Absorção de CO₂;

A = Diferença, em mL, entre a 1ª e a 2ª viragem da coloração da amostra;

B = Diferença, em mL, entre a 1ª e 2ª viragem da coloração do controle ou testemunha;

h = Período de permanência da amostra no solo (horas);

S = Área de abrangência do balde.

Para efetuar a medição de CO₂ foram distribuídos em cada tratamento 30 recipientes de vidro contendo 10 mL de KOH a 0,5 N, totalizando 180 recipientes, sendo 90 no período diurno e 90 no noturno. Esses conjuntos foram cobertos com baldes plásticos com capacidade para 22 L.

Também foram feitas determinações de Carbono e Matéria orgânica do solo seguindo a metodologia da Embrapa (1997). As amostras foram coletadas na camada superficial de 0-10 de profundidade, tendo sido realizadas duas coletas, sendo uma no período chuvoso e outra no período de estiagem. Em 2011, o período chuvoso foi

considerado de Janeiro a Maio e o período de estiagem, de Junho a Dezembro. Em 2012, Fevereiro foi considerado o mês chuvoso e a época de estiagem correspondeu ao período de Março a Dezembro. O cálculo da quantidade de carbono orgânico existente na amostra foi realizado a partir da expressão:

$$C = 0,06 \times V (40 - Va \times f) \text{ em g Kg}^{-1} \quad (3)$$

Sendo que:

C = Carbono orgânico do solo;

V = Volume de dicromato de potássio empregado (10 mL);

Va = Volume de sulfato ferroso amoniacal que foi gasto na titulação da amostra;

f = 40/volume de sulfato ferroso amoniacal que foi gasto na titulação do branco;

0,06 = Fator de correção, decorrente das alíquotas tomadas.

Os valores da matéria orgânica contida na amostra foram calculados por meio da expressão:

$$MO = C \times 1,724 \text{ em g Kg}^{-1} \quad (4)$$

Sendo que:

MO = Matéria orgânica do solo;

C = Carbono orgânico;

1,724 = Fator utilizado por se admitir que na composição média do húmus, o carbono participa com 58%.

Também foram coletadas amostras de solo para determinação do conteúdo de água do solo em cada ponto amostrado. As coletas de solo foram feitas bimestralmente na camada superficial de 0-10 cm de profundidade, com base na metodologia de Tedesco et al. (1995). O cálculo do conteúdo de água do solo foi determinado de acordo com a equação:

$$CAS = \frac{Pu - Ps}{Ps} \times 100 \% \quad (5)$$

Sendo que:

CAS = Conteúdo de água do solo;

Pu = Peso do solo úmido;

Ps = Peso do solo seco.

Foi feito o monitoramento da temperatura do solo a 10 cm de profundidade (em virtude da maior concentração e atividade dos organismos edáficos ocorrerem nesta profundidade) os quais foram relacionados com as variáveis estudadas no experimento. Os dados de precipitação pluvial foram obtidos mediante estação meteorológica automática

instalada na área experimental. Nas determinações do CO₂, os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, arranjado em parcela sub-subdividida (3x12x2), sendo 3 taxas de lotação (Parcelas), 12 épocas de avaliação (Sub-parcelas) e 2 turnos de coleta de dados (Sub-parcela) e 30 unidades experimentais. Nas determinações do carbono (C), matéria orgânica (MO) e conteúdo de água do solo, os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas (3x12), sendo 3 taxas de lotação (Parcelas) e 12 períodos de avaliação (Sub-parcela) e 30 unidades experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a atividade respiratória no solo, oriunda da atividade microbiana foi baixa, independentemente das áreas, dos períodos (diurno e noturno) ou épocas de avaliação (Figura 1).

Analisando-se a liberação de CO₂ do solo nas áreas constatou-se que na área I os resultados oscilaram entre 86 e 181 mg m⁻² h⁻¹, na área II a variação ocorreu entre 85 e 166 mg m⁻² h⁻¹ e na área III variou entre 93 e 151 mg m⁻² h⁻¹) (Figura 1). Essas variações estão fortemente associadas com a estação chuvosa e seca da região e conseqüentemente com a umidade do solo ocorrida entre os meses de Fevereiro/2011 (14,08%), Agosto/2012 (1,55%) e Outubro/2012 (1,43%). Alves et al. (2006) pesquisando o aporte e decomposição de serapilheira em área de Caatinga também constataram maior liberação de CO₂ nos meses correspondentes as maiores precipitações, atribuindo os resultados ao conteúdo de água no solo que favorece a maior atividade microbiana.

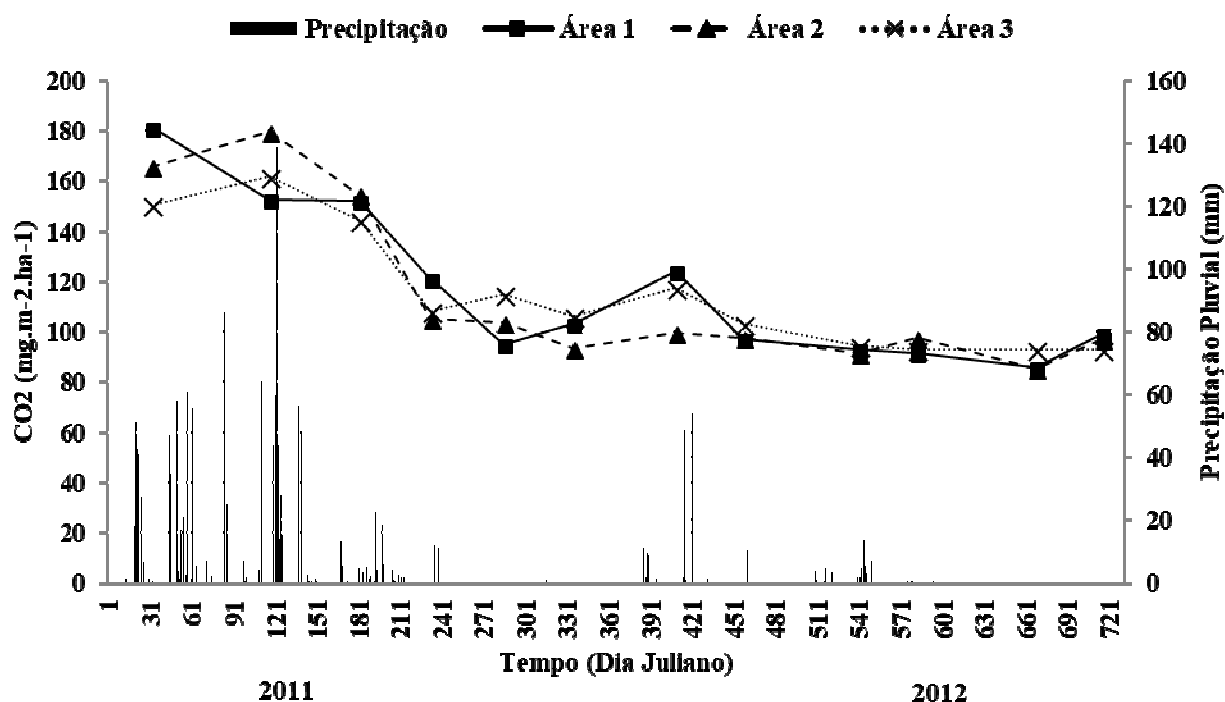


Figura 1 - Fluxo de CO₂ do solo (mg m⁻² h⁻¹), precipitação pluvial diária (mm), nas áreas I (10 animais - 3.200 m²), II (5 animais - 6.400 m²) e III (sem animal) referentes aos anos de 2011 e 2012.

Figure 1 - Soil CO₂ flux (mg m⁻² h⁻¹), daily rainfall (mm), in areas I (10 animals - 3,200 m²), II (5 animals - 6,400 m²) and III (no animal) For the years 2011 and 2012.

Dentre os locais analisados verificaram-se maiores emissões de CO₂ nas áreas I e II, estando relacionada com os estágios de degradação avançada nesses ambientes em relação à área III. Correia et al. (2015) citam que a maior atividade microbiana é um indício de distúrbio ecológico, uma vez que elevados valores de respiração implicam também em perdas elevadas de carbono. Esse resultado mostra que a atividade microbiana foi eficiente em discriminar áreas com diferentes níveis de distúrbios causados pelo manejo.

Cabe mencionar que pelas informações obtidas mediante o levantamento florístico e fitossociológico obtido por Araújo et al. (2012) as áreas I e II já eram as mais antropizadas, ou seja, a vegetação já não era contínua, apresentando falhas, com parte do solo exposto aos raios solares, que devido às elevadas temperaturas também pode ter exercido influência sobre a atividade

microbiana, resultando nas maiores quantidades de CO₂ liberado.

A respiração edáfica reflete a atividade biológica na mineralização dos resíduos orgânicos (Souto et al., 2013). Com o auxílio dos dados apresentados, delineou-se o processo de evolução durante os dois anos de experimentação (Tabela 1). De modo geral constatou-se que no período noturno houve maior emissão de CO₂ em relação ao diurno, cujo desprendimento atingiu (190 mg m⁻² h⁻¹) em relação ao período diurno (110 mg m⁻² h⁻¹) (Tabela 1). Souto et al. (2013) estudando a taxa de decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de Caatinga encontraram resultados semelhantes e afirmam que durante a noite, a temperatura do solo nas camadas superficiais, são mais baixas do que no período diurno, favorecendo a atividade microbiana, resultando em maior liberação de CO₂.

Tabela 1 - Fluxo de CO₂ (mg m² h⁻¹) diurno e noturno nas diferentes épocas de avaliação, precipitação pluvial (P), conteúdo de água no solo (CAS), temperatura do solo (TS) e carbono orgânico total (COT).

Table 1 - Flow of CO₂ (mg m² h⁻¹) in the different evaluation periods, rainfall (P), soil water content (CAS), soil temperature (TS) and total organic carbon (TOC).

Ano (2011)	Fluxo de CO ₂ (mg m ² h ⁻¹)			Precipitação (mm)	*Precipitação (mm)	CAS (%)	TS (C°)	COT (%)
	Diurno	Noturno	Média					
Fevereiro	162 ± 11	169 ± 9	166	247,8	1,5	14,08	31,33	9
Abril	139 ± 11	161 ± 19	150	121,8	0,0	14,08	27,33	
Junho	110 ± 8	190 ± 7	150	24,3	4,8	5,19	24,33	
Agosto	103 ± 8	133 ± 6	111	25	0,0	0,6	28,83	8,8
Outubro	103 ± 6	111 ± 8	104	0,0	0,0	0,57	34,33	
Dezembro	109 ± 6	98 ± 8	99	0,0	0,0	0,79	37,33	
Ano (2012)								
Fevereiro	112 ± 8	117 ± 9	114	105,5	0,0	2,43	33,67	8,7
Abril	100 ± 4	98 ± 2	99	10,5	0,0	2,02	31,33	
Junho	88 ± 2	98 ± 3	93	34,3	3,9	6,47	24	
Agosto	96 ± 6	93 ± 2	94	1,4	0,8	1,55	28,67	8,5
Outubro	90 ± 6	87 ± 2	89	0,0	0,0	1,43	33,67	
Dezembro	94 ± 2	100 ± 0	97	0,0	0,0	2,01	35,67	

*Precipitação pluvial ocorrida no período de três dias incluindo o dia da coleta

Correia et al. (2015) afirmam que a maior produção de CO₂ no período noturno é favorecida pela menor temperatura, favorecendo maior atividade microbiana e, conseqüentemente, maior liberação de CO₂ para a atmosfera.

Nos dois anos avaliados constatou-se que independente das áreas e dos turnos, os menores valores de CO₂ ocorreram nos meses de outubro e dezembro atribuído ao menor conteúdo de água do solo e maiores temperaturas (Tabela 1).

Analisando-se o ano de 2011, os meses que apresentaram maiores emissões de CO₂ corresponderam a Fevereiro, Abril e Junho. O mês de Fevereiro de 2012 também apresentou esta mesma tendência (Tabela 2). Nos demais meses dos respectivos anos, notou-se queda na emissão de CO₂. Este comportamento de elevada emissão está associado à precipitação nas épocas de Fevereiro (247,8 mm) e Abril de 2011 (121,8 mm) e Fevereiro de 2012 (105,5 mm). Desse modo, a amplitude das alterações da atividade microbiana, avaliada pela liberação de CO₂, está relacionada com as

variações das condições microclimáticas locais. Correia et al. (2015) estudando a atividade microbiana nas áreas de caatinga em diferentes estágios sucessionais no Semiárido paraibano, também observaram que no período chuvoso a maior umidade do solo e as menores temperaturas favoreceu a produção elevada de CO₂ além do maior desenvolvimento vegetal, observado com a maior ocorrência do estrato herbáceo, que propicia melhores condições para o desenvolvimento da biomassa microbiana. Estes resultados confirmam que a temperatura e umidade do solo influenciam diretamente na liberação de CO₂. Macleod et al., (2008) confirmam esta assertiva quando afirmam que o aumento da atividade microbiana do solo está diretamente associado ao maior teor de umidade do mesmo e a temperatura.

Tabela 2 - Fluxos de CO₂ do solo (mg m⁻² h⁻¹), precipitação pluvial (P), conteúdo de água do solo (CAS) e temperatura do solo (TS) nas áreas I (10 animais – 3.200 m²), II (5 animais – 6.400 m²) e III (sem animal), referentes aos anos de 2011 e 2012.

Table 2 - CO₂ fluxes of soil (mg m⁻² h⁻¹), rainfall (P), soil water content (CAS) and soil temperature (TS) in areas I (10 animals - 3,200 m²), II (5 animals - 6,400 m²) and III (without animal), for the years 2011 and 2012.

Ano (2011)	Áreas			*Precipitação (mm)	CAS (%)	TS (°C)
	I	II	III			
Fevereiro	181 ± 3	166 ± 3	151 ± 5	1,5	14,08	31,33
Abril	153 ± 28	164 ± 7	135 ± 2	0,0	14,08	27,33
Junho	152 ± 31	155 ± 45	144 ± 44	4,8	5,19	24,33
Agosto	128 ± 12	115 ± 19	110 ± 14	0,0	0,60	28,83
Outubro	100 ± 0	107 ± 9	115 ± 3	0,0	0,57	34,33
Dezembro	103 ± 2	102 ± 15	106 ± 3	0,0	0,79	37,33
Ano (2012)						
Fevereiro	124 ± 4	101 ± 1	117 ± 2	0,0	2,43	33,67
Abril	97 ± 1	97 ± 0	103 ± 3	0,0	2,02	31,33
Junho	93 ± 8	91 ± 3	95 ± 5	3,9	6,47	24,00
Agosto	93 ± 2	98 ± 7	93 ± 1	0,8	1,55	28,67
Outubro	86 ± 1	85 ± 2	95 ± 4	0,0	1,43	33,67
Dezembro	99 ± 2	97 ± 3	95 ± 4	0,0	2,01	35,67

*Precipitação pluvial ocorrida no período de três dias incluindo o dia da coleta; CAS= conteúdo de água no solo; TS= temperatura do solo.

Cabe mencionar ainda que no ano de 2012, especificamente nos meses de Abril, Junho, Agosto, Outubro e Dezembro, época em que se registrou baixa precipitação pluvial, conseqüentemente a produção de CO₂ foi reduzida (Tabela 2). Alguns organismos edáficos não resistem às altas temperaturas e conteúdo de água do solo muito baixo, provocando a morte desses organismos ou a paralisação de sua atividade, interrompendo os ciclos de transformação de minerais em nutrientes para as plantas, com evidentes prejuízos às culturas (Araújo et al., 2011).

No que diz a produção de CO₂ em ambiente de Caatinga os resultados condizem com as afirmações de Singh & Gupta (1977), ao mencionarem que a respiração edáfica oriunda da atividade microbiana em regiões secas, encontra-se entre 50 e 200 mg m⁻² h⁻¹.

CONCLUSÕES

As emissões de CO₂ apresentam variação temporal com maiores picos de liberação no período chuvoso e os eventos de chuva, mesmo na estação de estiagem, proporcionam um aumento nas emissões de CO₂;

O fluxo de CO₂ não variou entre as três áreas contíguas de Caatinga, correspondente aos tratamentos T1 (10 animais - 3.200 m²), T2 (5 animais - 6.400 m²) e T3 (Controle - sem animais), de modo que a presença dos animais (caprinos) na área não foi suficiente para proporcionar grandes alterações na emissão do CO₂;

A maior atividade microbiana foi verificada no período noturno, favorecida, pela menor temperatura do solo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; CAMPOS, M. C. C. Decomposição de resíduos vegetais de espécies da Caatinga, na região de Patos, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 1, p. 57-63, 2006.
- ALVES, T. S.; MATSUOKA, M.; CAMPOS, L. L.; ELIAS NETO, N.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy (Online)**, v. 33, p. 341-347, 2011.
- ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; BRUNO, R. L.; SILVA, I. F.; MEDEIROS, A. N.; DUBEUX JUNIOR,

- J. C. B.; MAGALHAES, A. L. R.; FERREIRA, G. G. Paradigmas do uso sustentável da Caatinga para a produção de pequenos ruminantes. In: Congresso Nordeste de Produção Animal, 2012, Maceió. **Anais...**, Maceió: Centro cultural e de exposições Ruth Cardoso, 2012.
- ARAUJO, K. D.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P.; PARENTE, H. N. Cinética de evolução de dióxido de carbono em área de Caatinga em São João do Cariri-PB. **Revista Árvore**, v. 35, p. 1099-1106, 2011.
- ARAUJO, K. D.; PARENTE, H. N.; EDER – SILVA, E. RAMALHO, C. I.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S. Estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de Caatinga no Cariri Paraibano. **Brazilian Geographical Journal**, v. 3, p. 155-169, 2012.
- CALGARO, H. F.; CASSIOLATO, A. M.; VALERIO FILHO, W. V.; FERNANDES, F. M.; MALTONI, K. L. Resíduos orgânicos como condicionante de subsolo degradado e efeitos na atividade microbiana e fertilidade em cultivo de barbatimão. **Revista Árvore**, v. 32, p. 1069-1079, 2008.
- CAPUANI, S.; RIGON, J. P. G.; BELTRÃO, N. E. M.; BRITO NETO, J. F. Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 16, p. 1269-1274, 2012.
- CORREIA, K. G.; ARAUJO FILHO, R. N.; MENEZES, R. S. C.; SOUTO, J. S.; FERNANDES, P. D. Atividade microbiana e matéria orgânica leve em áreas de caatinga de diferentes estágios sucessionais no Semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 196-202, 2015.
- D'ANDREA, A. F.; SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F. CURI, N.; SILVA, C. A. Variações de curto prazo no fluxo e variabilidade espacial do CO₂ do solo em floresta nativa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, p. 85-92, 2010.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**, 2 ed. Revista atual. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.
- FAO. **State of the World's Forests 2007**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acessado em 09 de dezembro de 2015.
- GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, v. 30, p. 82-88, 1978.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - 2004. **Mapa de Biomassas e de Vegetação**, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 09 de dezembro de 2015.
- MACLEOD, I.; SAVAGE, A. L.; BAIRD, J. Decline in microbial activity does not necessarily indicate an end to biodegradation in MSW-biowaste: a case study. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 8626-8630, 2008.
- MORITA, T.; ASSUMPTO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, p. 629, 1972.
- NSABIMANA, D.; KLEMEDTSON, L.; KAPLIN, B. A.; WALLINA, G. Soli CO₂ flux in six monospecific forest plantations in Southern Rwanda. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 41, p. 396-402, 2009.
- SANTOS, S. A.; CORREIA, M. F.; SILVA, M. R. A.; SILVA, P. K. O. Aspectos da variabilidade sazonal da radiação, fluxos de energia e CO₂ em área de Caatinga. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, p. 761-773, 2012.
- SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Botanical Reviews**, v. 43, p. 449-528, 1977.
- SOUTO, P. C.; BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; MAMEDE, V. O. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no Semiárido da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 52-58, 2009.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. I.; BAKKE, I. A.; SALES, F. C. V.; SOUZA, B. V. Taxa de decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de Caatinga. **Cerne**, v. 19, p. 559-565, 2013.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Boletim Técnico de Solos, 5). 1995. 174p.
- TSAI, S. M.; CARDOSO, E. J. B. N.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 360, 1992.