



LIBERAÇÃO DE CO₂ DO SOLO EM ÁREAS DE CAATINGA SOB PASTEJO CAPRINO

RELEASE OF CO₂ FROM THE SOIL IN AREAS OF CAATINGA PASTURED BY CAPRINE

Kallianna Dantas Araujo

*Professora Adjunto do IGDEMA - UFAL
Maceió, AL, Brasil
e-mail: kdaraujo@yahoo.com.br*

Renilson Targino Dantas

*Professor Adjunto da UACA/CTRN - UFCG
Campina Grande, PB, Brasil
e-mail: renilson@dca.ufcg.edu.br*

Albercio Pereira de Andrade

*Professor do PPGZ/CCA - UFPB
Areia, PB, Brasil
e-mail: albercio@uol.com.br*

Henrique Nunes Parente

*Professor Adjunto do CCAA - UFMA
Chapadinha, MA, Brasil
e-mail: hnparente@hotmail.com*

Mayara Andrade Souza

*Doutoranda do PPGA/CCA - UFPB
Areia, PB, Brasil
e-mail: mayarandrade@hotmail.com*

Artigo recebido em: 01/07/2013.

Artigo aceito em: 11/11/2013.

Resumo

Objetivou-se avaliar a liberação de CO₂ do solo em áreas de Caatinga sob pastejo caprino em São João do Cariri, Semiárido paraibano. Foram utilizados três tratamentos: T₁ (10 animais-1 animal/3.200 m²), T₂ (5 animais-1 animal/6.400 m²) e T₃ (Testemunha). As medidas de CO₂ foram realizadas durante 12 horas no período diurno (5:00 às 17:00 h) e 12 horas no noturno (17:00 às 5:00 h). Foram realizadas coletas de material de solo para determinação do conteúdo de água do solo%. As maiores liberações de CO₂ foram observadas na área II com 5 animais; Houve

tendência da maior liberação de CO₂ ocorrer no período noturno nas três áreas estudadas; Os maiores teores de conteúdo de água do solo ocorreram na área III.

Palavras-Chave: atividade microbiana, clima, variabilidade e vegetação.

Abstract

The aim of this research was to evaluate the release of CO₂ from the soil in areas of Caatinga pastured by caprines in São João of Cariri, Semiarid Paraíba. We used three treatments: T1 (10 animals - 1 animal/3200 m²), T2 (5 animals - 1 animal/6400 m²) and T3 (testimony). Measurements of CO₂ were performed for 12 hours during the daytime (5:00 AM to 5:00 PM) and 12 hours in the nighttime (5:00 PM to 5:00 AM). Collections were made from soil material for determination of soil water content. The largest releases of CO₂ were observed in the area II with 5 animals; there was a trend of increased release of CO₂ occur at night in the three studied areas; the highest levels of soil water content occurred in the area III.

Keywords: microbial activity, climate, variability, vegetation.

INTRODUÇÃO

A respiração do solo ou edáfica é o desprendimento do CO₂ através da superfície deste. De acordo com Schilenter e Cleve (1985) este processo surge de três fontes metabólicas: a respiração microbiana, respiração das raízes e respiração dos organismos, além de algumas fontes não metabólicas como a oxidação química dos minerais do solo (LIRA, 1999).

Para Calgaro *et al.* (2008) a atividade microbiana seria a maneira indireta de avaliação do impacto ambiental, uma vez que aumento demasiado da atividade microbiana elevará 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).

A magnitude das alterações na atividade microbiana, expressa pela liberação de CO₂, está relacionada com as variações microclimáticas (ARAUJO *et al.*, 2011). Para Panosso *et al.* (2007) a temperatura e o conteúdo de água do solo são os principais fatores de controle da variabilidade da emissão de CO₂ em solos e essas podem ser modificadas rapidamente após as precipitações.

Métodos para estimar a atividade microbiana em solos da região Semiárida são fundamentais no monitoramento ambiental e recuperação de áreas degradadas (PEREIRA *et al.*, 2004). Entre esses métodos se destacam a avaliação das atividades das fosfatases alcalinas e hidrólise do diacetato de fluoresceína, respiração do solo, estimativa do carbono da biomassa microbiana e quociente metabólico (qCO₂) (GARCIA *et al.*, 1994), sendo ferramentas para orientar o planejamento e a avaliação das práticas de manejo utilizadas (DORAN e PARKIN, 1996).

Na região Nordeste do Brasil, a ovinocaprinocultura é uma importante atividade socioeconômica. Diante desse fato, há inúmeros estudos que investigam o manejo da vegetação da Caatinga com o intuito de aumentar as densidades de animais por unidade de área (ARAÚJO FILHO, 1999). No entanto, estudos que avaliem as emissões de CO₂ por meio da atividade microbiana em áreas de Caatinga sobre diferentes taxas de lotação de caprino, ainda são escassos nessa região (ARAUJO, 2010).

Mesmo nas regiões de clima tropical, pesquisas que avaliem o impacto da taxa de lotação de caprinos e ovinos na biomassa e nas atividades microbianas responsáveis pela transformação dos compostos dos ciclos do C e N são escassas (GARCIA e NAHAS, 2007).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a atividade microbiana, por meio da liberação de CO₂ do solo, em áreas de pastejo caprino na Caatinga de São João do Cariri, Semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Bacia Escola, com 500 ha de área territorial, pertencente à Universidade Federal da Paraíba, administrada pelo Centro de Ciências Agrárias, localizada em São João do Cariri - PB, coordenadas geográficas 7°23'30" S e 36°31'59" W, com altitude de 458 m (Figura 1), situada na zona fisiográfica do Planalto da Borborema, fazendo parte da mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental.

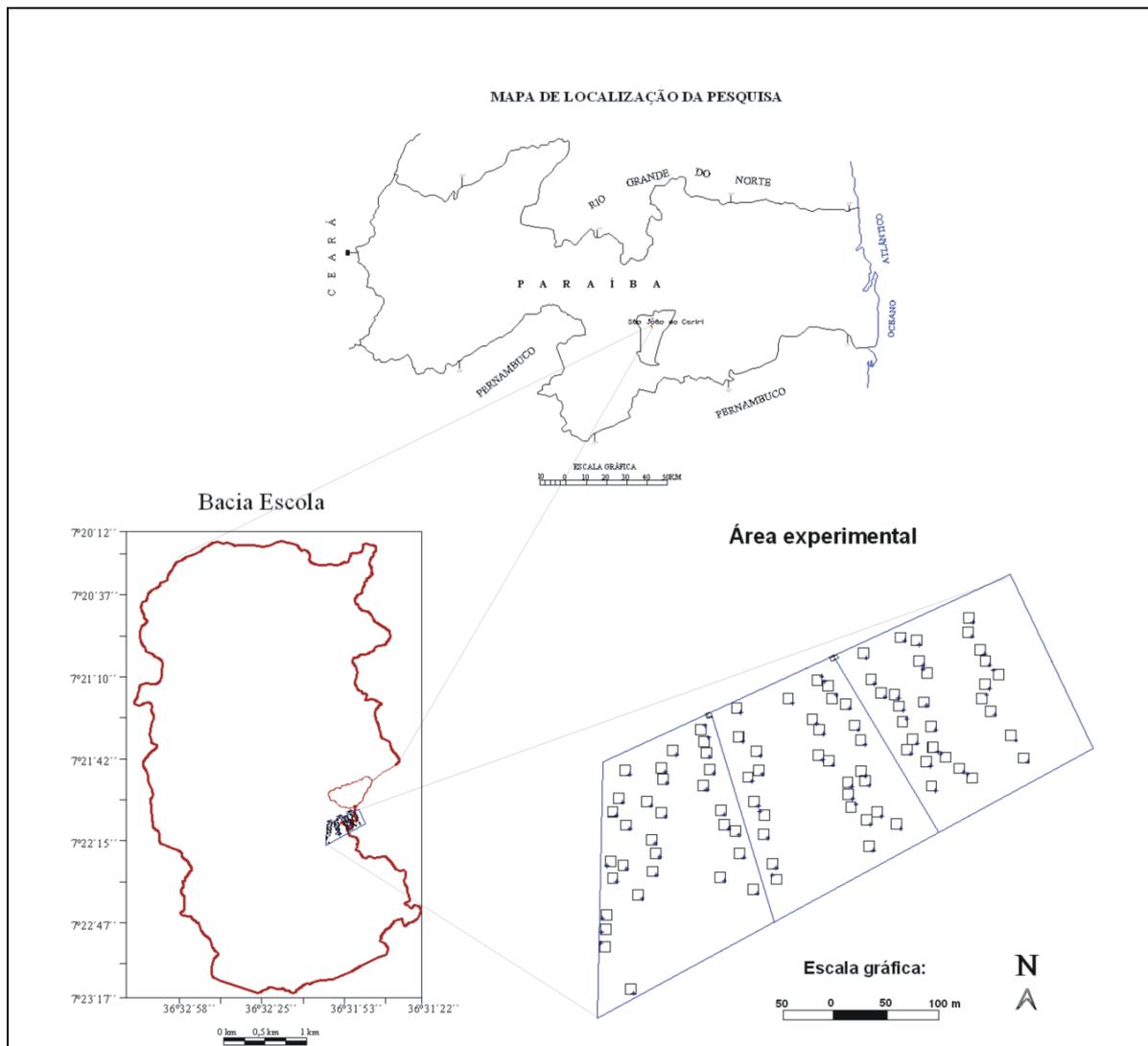


Figura 1. Localização de São João do Cariri - PB, com ênfase para a área experimental, localizada na Fazenda Experimental Bacia Escola.

Apresenta relevo suave ondulado sobre o embasamento cristalino. Com relação ao sistema de drenagem, a área faz parte da bacia hidrográfica do rio Paraíba e sub-bacia do rio Taperoá, riacho Namorado e demais cursos d'água tributários desse canal, cujas nascentes encontram-se inseridas no território da UFPB.

Os solos predominantes na Bacia Escola, de acordo com Chaves *et al.* (2000) são: LUVISSOLO Crômico vértico, que ocupa a maior parte das terras contidas na área da bacia, apresentando-se severamente erodido à medida que o relevo torna-se mais acentuado; VERTISSOLO, ocupando as posições mais baixas da bacia, nas circunvizinhanças do açude Namorado e relevo mais plano no interior da bacia

hidrográfica; e NEOSSOLO Lítico, encontrado nas encostas mais íngremes e em posição de topo associado a afloramentos de rochas, em relevo ondulado a forte ondulado (EMBRAPA, 1999). Na área experimental a textura predominante é franco arenosa e franco argilo arenosa. De acordo com Sousa (2006) a fertilidade do solo na área experimental mantém-se na média da Bacia Escola com pH = 6,2 e 7,1, P = 0,75 a 1,2 mg Kg⁻¹, Ca = 2,7 a 4,9 cmol_c Kg⁻¹, Mg = 2,6 a 5,2 cmol_c Kg⁻¹, K = 62 a 104 mg Kg⁻¹, Na = 0 a 46 mg Kg⁻¹ e M. Orgânica = 6,0 g Kg⁻¹.

Na área predomina o clima Bsh - Semiárido quente com chuvas de verão e o bioclima 2b apresentando um total de meses secos, variando de 9 a 11, denominado de subdesértico quente de tendência tropical (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1985). A temperatura média mensal varia de 27,2 °C no período novembro-março a 23,1 °C em julho, sendo estes os valores máximos e mínimos, respectivamente, com precipitações de 400 mm/ano e umidade relativa de 70%.

A vegetação que recobre a região estudada é a Caatinga hiperxerófila (vegetação caducifólia espinhosa).

O CO₂ liberado do solo foi avaliado em três áreas contíguas de Caatinga correspondente aos três tratamentos: T₁ (10 animais – 1 animal/3.200 m²), T₂ (5 animais – 1 animal/6.400 m²) e T₃ (Testemunha - Sem animais), que corresponde as áreas I, II e III. A área do experimento totalizou 9,6 ha e para cada tratamento foi utilizada uma área de 3,2 ha (Figura 2). Foram utilizados caprinos machos, adultos, sem padrão de raça definido. Os caprinos permaneceram nas áreas até o final do período experimental, com entrada em agosto de 2007, os quais se alimentaram somente da Caatinga.

Em cada tratamento foram estabelecidos três transectos, distando aproximadamente 20 m um do outro e em cada transecto, foram marcadas dez unidades experimentais equidistantes de 10 m x 10 m e sub-parcelas de 1 m x 1 m, sendo amostradas 30 unidades amostrais, em cada tratamento, totalizando 90 pontos em toda área experimental (Figura 2).

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-subparcela) e 30 unidades experimentais.

Nas determinações do 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.

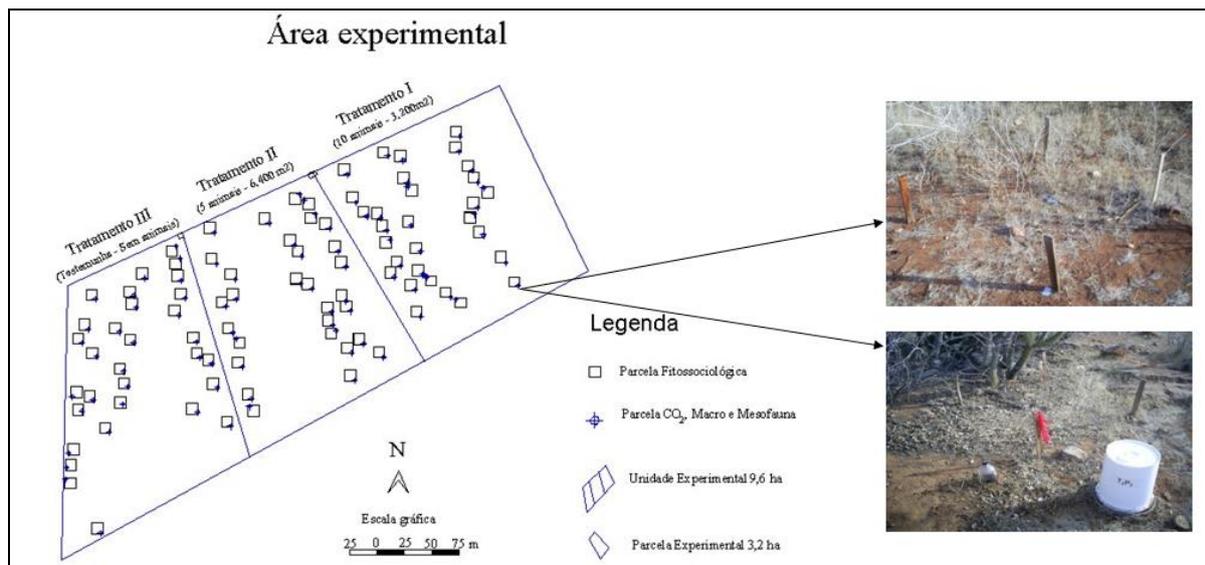


Figura 2. Área experimental com enfoque para os três transectos com parcelas equidistantes 10m x 10m e sub-parcelas equidistantes 1m x 1m, para amostragens de CO₂.

Avaliação da produção de dióxido de carbono (CO₂) por meio da atividade microbiana

As medidas de CO₂ (atividade microbiana) foram realizadas durante 12 horas no período diurno (5:00 às 17:00 h) e 12 horas no período noturno (17:00 às 5:00 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 e 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:

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

$$A'CO_2 = ACO_2 \times (4/3 \times 10.000/h + S) \text{ em mg m}^{-2} \text{ h}^{-1} \quad (2)$$

em que:

$A'CO_2$ = 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 (Figura 3).



Figura 3. Balde utilizado na medição do CO₂.

O balde possui formato cilíndrico, com 29,8 cm de diâmetro e 36,5 cm de altura, cobrindo uma área de solo de 697,46 cm². As bordas do cilindro foram enterradas cerca de 3 cm, para evitar as trocas gasosas diretamente com a atmosfera. Cada recipiente contendo a solução de KOH 0,5 N, foi rapidamente destampado para que fixasse o CO₂ liberado do solo e cobertos com o balde plástico. Após doze horas de permanência no local, os baldes foram retirados e os

recipientes foram rapidamente tampados e acondicionados em caixa de isopor e em seguida titulados.

Foram realizadas ainda coletas de material de solo na camada superficial de 0-10 cm de profundidade, para determinação do conteúdo de água do solo (%), nos mesmos pontos onde foram feitas leituras de CO₂. As amostras foram acondicionadas em latas de alumínio com peso conhecido e identificadas, tendo sido pesadas e levadas à estufa retilínea, a uma temperatura de 105 °C até atingir peso constante, durante um período de 24 horas (TEDESCO *et al.*, 1995). Em seguida, foram transferidas para um dessecador até atingirem a temperatura ambiente e novamente, foram pesadas e determinada a percentagem de água existente.

O conteúdo de água do solo foi determinado de acordo com a equação:

$$U\% = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100\% \quad (3)$$

em que:

U = Conteúdo de água do solo;

P_u = Peso do solo úmido;

P_s = Peso do solo seco.

Em virtude da maior concentração e atividade microbiana ocorrerem na camada superficial do solo, foram realizadas leituras de temperatura do solo a 10 cm de profundidade em cada ponto amostrado.

Utilizou-se da geoestatística e da estatística tradicional para a análise dos dados de conteúdo de água do solo e CO₂, os quais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na realização da análise estatística foi empregado o Software SAEG 5.0 (SAEG, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a soma total de CO₂ liberado nos dois turnos de avaliação (diurno e noturno) observou-se que houve variação de CO₂ em função dos tratamentos na seguinte ordem: tratamento II (59,58 kg/ha/dia) > I (58,04 kg/ha/dia) > III (57,48 kg/ha/dia) (Tabela 1). Os resultados estão próximos do que estabelece Singh e Gupta (1977) ao mencionarem que a respiração edáfica oriunda da

atividade microbiana em regiões secas, encontra-se entre 12 e 48 kg/ha/dia, enquanto que em regiões de clima temperado, a respiração edáfica varia entre 24 e 120 kg/ha/dia.

Tabela 1. Liberação de CO₂ do solo (kg/ha/dia), nas áreas I, II e III, ano 2008.

Áreas	I	II	III
A'CO ₂ (kg/ha/dia)	58,04	59,58	57,48

As excreções (fezes e urina) dos animais contribuíram para o crescimento e metabolismo microbiano, sobretudo na área II que apresentou os maiores resultados. Garcia e Nahas (2007) constataram que as atividades respiratórias foram maiores no solo dos pastos com baixa lotação de ovino que do controle ou dos pastos com alta lotação de ovino e atribuíram os resultados à melhor qualidade do solo superficial do pasto com baixa lotação de ovino, favorecendo o crescimento e o metabolismo microbiano.

Na área III (sem animais), foi verificado o maior conteúdo de água do solo, devido à declividade do terreno, já que esta se encontra no nível mais baixo em relação às demais áreas, além de apresentar maior cobertura vegetal, pois não há animais pastejando neste local (Tabela 2). Parente *et al.* (2008) em trabalho realizado na mesma área e com as mesmas taxas de lotação, relataram superioridade no índice de cobertura na área não pastejada, não sendo observado redução da liteira. Todavia, no decorrer das avaliações foi observada redução acentuada da cobertura vegetal nos piquetes com os tratamentos com as taxas de lotações 3,1 e 1,5 animais/ha, fato que pode justificar o maior conteúdo de água encontrado nesta área.

Analisando-se o conteúdo de água do solo nas três áreas ao longo do ano observou-se que os dados obtidos foram baixos, sendo a área III (6,54%) > II (5,56%) > I (5,12%) (Tabela 2). Souto *et al.* (2007) consideram que os fatores limitantes para a atividade microbiana em área de Caatinga são os baixos conteúdos de água e elevadas temperaturas do solo.

Tabela 2. Conteúdo de água do solo - CAS (%), nas áreas I, II e III, ano 2008.

Áreas	I	II	III
CAS (%)	5,12	5,56	6,54

Na área I o conteúdo de água do solo variou entre 0,6 e 3,2% (Figura 4A), na segunda área os teores de umidade oscilaram entre 0,6 e 3,6% (Figura 4B). Nesses dois ambientes os valores de umidade apresentaram variabilidade na sua distribuição conforme observado nas isolinhas, enquanto na área III que apresentou maior umidade no solo, a variação se deu entre 0,5 e 6%, apresentando uma melhor distribuição ao longo da área (Figura 4C).

Como há animais nas duas primeiras áreas e os caprinos apresentam preferência alimentar por espécies vegetais de porte arbustivos (DEVENDRA, 2002) as falhas na vegetação pelos caprinos ocasionaram maior perda de conteúdo de água do solo quando comparadas com a área controle. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia e Nahas (2007) que constataram redução do conteúdo de água do solo em pastos com alta lotação com ovinos, devido à vegetação descontínua, limitando o crescimento microbiano, semelhante ao que ocorreu na área I (10 animais – 1 animal/3.200 m²).

É importante mencionar que devido à grande seletividade no pastejo, os caprinos ingerem preferencialmente as partes mais novas e tenras das plantas e, conseqüentemente, mais nutritivas (MALACHEK e LEINWEBER, 1972). Esse hábito é importante na sua fisiologia digestiva, minimizando os efeitos negativos da baixa qualidade das forrageiras durante o período seco do ano (LEEK, 1983).

Os menores valores de temperatura do solo foram obtidos na área III (sem animais) com 32,8 °C, local onde havia maior cobertura do solo e elevado teor de umidade, seguido da área II (33,4 °C) e área I (33,1 °C) (Tabela 3). Os maiores valores de liberação de CO₂ foram obtidos na área II. Um dos fatores que contribui para esse aumento é a elevação da temperatura do solo e para Bley Jr. (1999) a respiração do solo aumenta com a temperatura e para determinada temperatura ela é maior em condições de umidade ótima.

Cabe mencionar que em certos casos, conforme aponta Wardle e Ghani (1995) e Pereira *et al.* (2004) a maior atividade microbiana diante de perturbações no ecossistema do solo indica uma resposta da microbiota do solo às condições

adversas. De forma complementar, Guedes et al. (2008) mencionam que o aumento na respiração da comunidade microbiana do solo pode ser o indicativo de estresse.

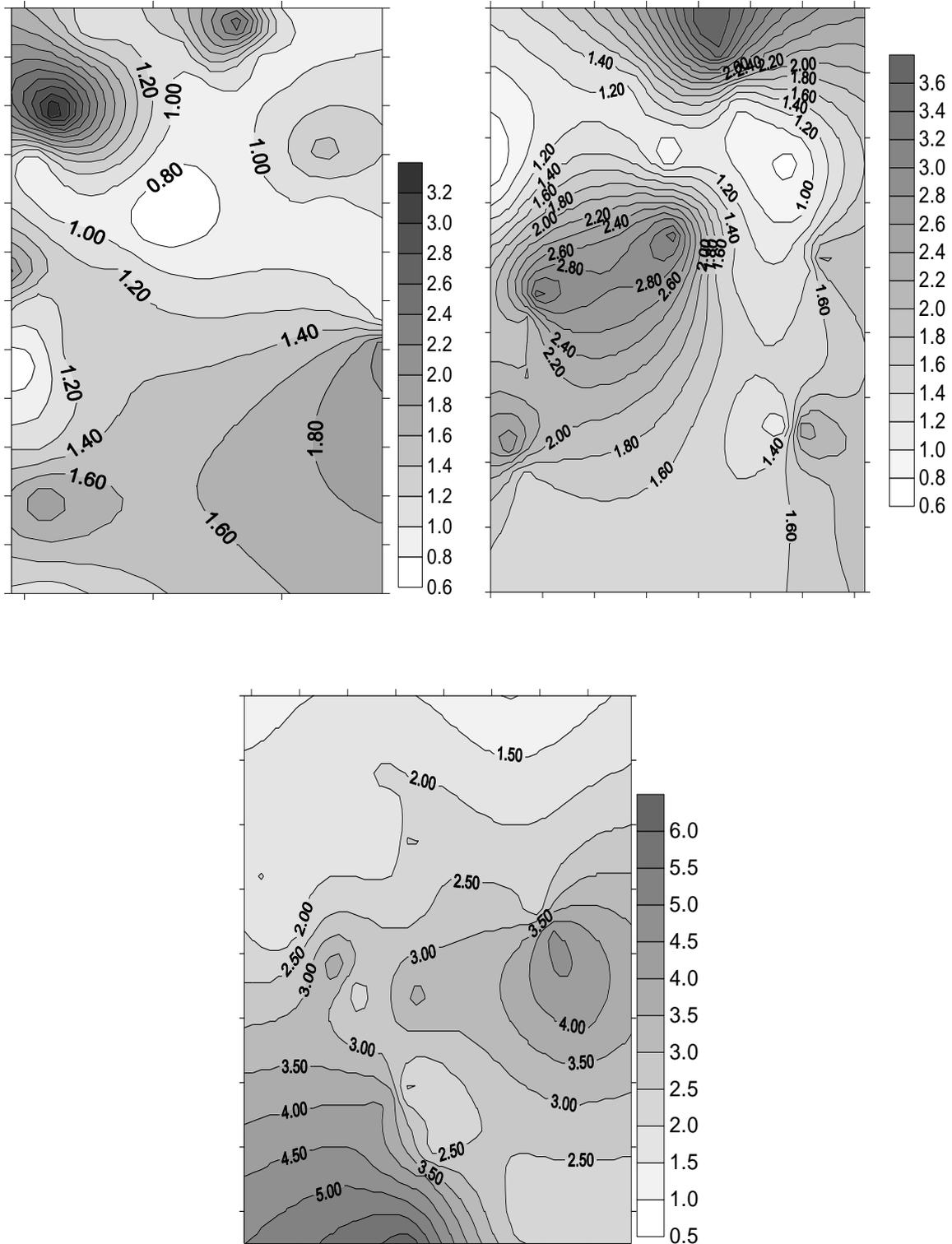


Figura 4. Distribuição espacial do conteúdo de água do solo (%) nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB, ano 2008.

Tabela 3. Temperatura do solo a 10 cm de profundidade (°C), nas áreas I, II e III, ano 2008.

Áreas	I	II	III
Temperatura do ar (°C)	33,1	33,4	32,8

Constatou-se que não houve diferença estatística entre os dois turnos avaliados para os três ambientes pesquisados. Contudo, verificou-se uma maior liberação de CO₂ no período noturno para as três áreas estudadas cujos valores foram 30,21, 30,96 e 29,79 kg/ha/dia, respectivamente, quando comparadas às áreas I, II e III no turno diurno, cujos valores foram 27,83, 28,62 e 27,69 kg/ha/dia, respectivamente (Figura 5).

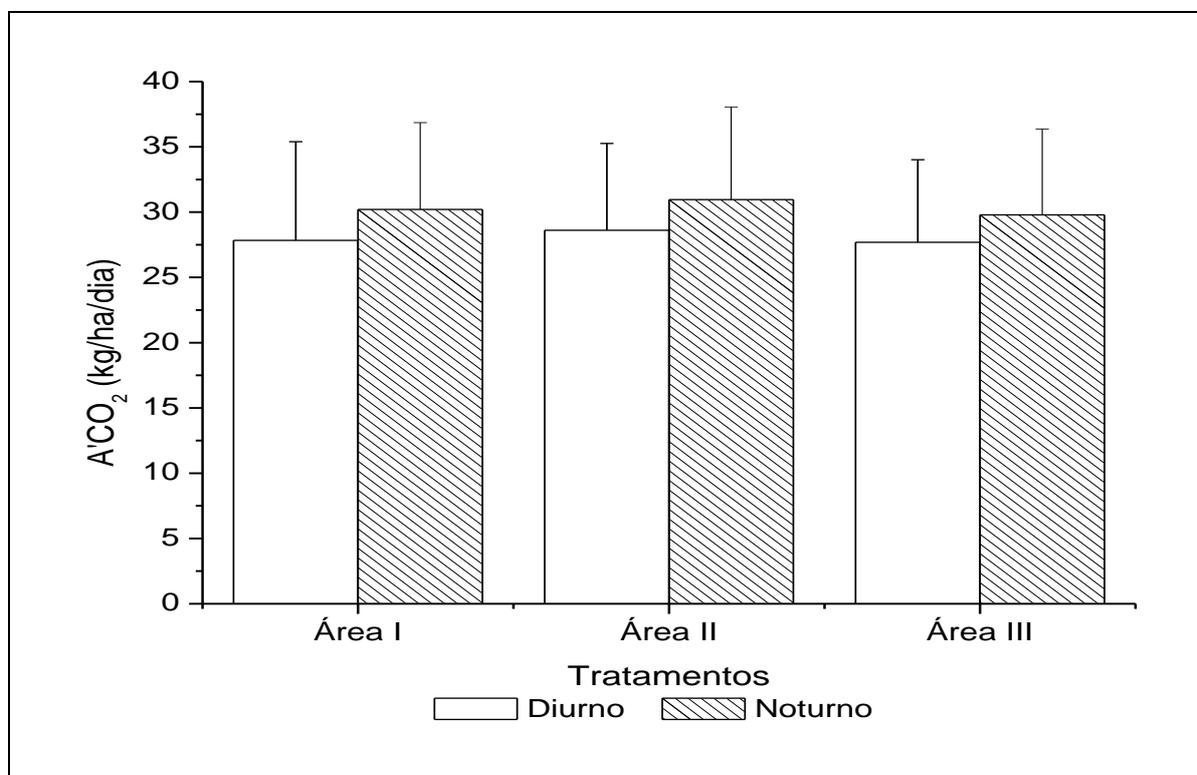


Figura 5. Evolução de CO₂ do solo durante os períodos diurno e noturno, nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008.

Resultados que corroboram aos de Maia (2002) que verificou médias de produção de CO₂ significativamente maiores no período noturno (9,68 kg/ha/dia) em relação ao diurno (8,71 kg/ha/dia) em estudo realizado em Caatinga, no Semiárido da Paraíba. Informações semelhantes foram verificadas por Souto et al. (2004) que atribuíram o resultado às baixas temperaturas e maior conteúdo de água do solo.

CONCLUSÕES

- As emissões de CO₂ apresentaram maiores perdas na área II com 5 animais (1 animal/6.400 m²);
- Houve uma tendência da maior liberação de CO₂ ocorrer no período noturno nas três áreas estudadas;
- Os maiores teores de conteúdo de água do solo ocorreram na área III (Testemunha - Sem animais).

REFERÊNCIAS

ARAUJO, K. D. Cinética de evolução de dióxido de carbono em área de caatinga em São João do Cariri-PB. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 1099-1106, 2011.

ARAUJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri – PB**. 2010. 151 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2010.

ARAÚJO FILHO, J. A.; BARBOSA, T. M. L. CARVALHO, F. C. Sistema de produção silvopastoril para o semiárido nordestino. **Boletim da EMBRAPA**, 29, p. 1-2. 1999.

BLEY JR., C. Erosão Solar: riscos para a agricultura nos trópicos. **Ciência Hoje**, v.25, n.148, p. 24-29, 1999.

CALGARO, H. F. et al. Resíduos orgânicos como condicionante de subsolo degradado e efeitos na atividade microbiana e fertilidade em cultivo de barbatimão. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p.1069-1079, 2008.

CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; VASCONCELOS, A. C. F. **Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na Bacia Escola do açude Namorados**. Campina Grande: BNB/UFPB, 54 p. 2000. (Boletim Técnico).

DEVENDRA, C. Potential productivity from small ruminants and contribution to improved livelihoods and rural growth in developing countries. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE: SBZ, 2002. p. 246-269.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W. et al. **Defining soil quality for sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, p. 3-21, 1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999, 421 p.

GARCIA, M. R. L.; NAHAS, E. Biomassa e atividades microbianas em solo sob pastagem com diferentes lotações de ovinos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 269-276, 2007.

GARCIA, C.; HERNANDEZ, T.; COSTA, F. Microbial activity soils under Mediterranean environmental conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 26, p. 1185-1191, 1994.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. Secretaria da Educação. Universidade Federal da Paraíba. **Atlas Geográfico da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985, 100 p.

GRISI, B. M. Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, v. 30, n. 1, p. 82-88, 1978.

GUEDES, A. C. T. P. et al. Atividade biológica em Latossolo tratado com lodo de esgoto por 10 anos consecutivos. In: XXVIII FERTBIO, 2008, Londrina. **Anais...** Londrina, FERTBIO, 2008. CD-ROM.

LEEK, B.F. Clinical diseases of the rumen: a physiologist's view. **Veterinary Record**, v. 133, n. 1, p. 10-14, 1983.

LIRA, A. C. S. de. **Comparação entre povoamento de eucalipto sob diferentes práticas de manejo e vegetação natural de cerradão, através da respiração, infiltração de água e mesofauna do solo**. 1999. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

MAIA, E. L. **Decomposição de esterco em Luvisolos no semi-árido da Paraíba**. 2002. 37 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos, 2002.

MALACHEK, J.C.; LEINWEBER, C.L. Forage selectivity by goats on lightly and heavily grazed ranges. **Journal of Range Management**, v.25, n.2, p.105-11, 1972.

MORITA, T.; ASSUNPÇÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1972. 629 p.

PANOSSO, A. R.; SCALA JÚNIOR, N. LA; PEREIRA, G. T.; ZANINI, J. R. Uso de krigagem ordinária e co-krigagem para estimar a emissão de CO₂ do solo após molhamento. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

PARENTE, H. N. et al. Impacto decorrente do pastejo por caprinos sobre a liteira da Caatinga. In: V CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, 2008, Aracajú. **Anais...** Aracajú: SNPA, 2008. CD-ROM.

PEREIRA, S. V. et al. Atividade microbiana em solo do semi-árido sob cultivo de *Atriplex nummularia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 757-762, 2004.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas**. Universidade Federal de Viçosa: Fundação Arthur Bernardes. v. 5.0, Reg. 07517-5A, 1993.

SCHILENTER, R. E.; CLEVE, K. V. Relationships between CO₂ evolution from soil, substrate temperature, and substrate moisture in four mature forest types in interior Alaska. Canadian, **Journal of Forest Research**, v. 15, p. 97-106, 1985.

SOUSA, S. M. S. das C. **Relações entre vegetação, relevo, fertilidade do solo e matéria orgânica em bacia hidrográfica de região semi-árida**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SOUTO, P. C. et al. Comparação do fluxo de CO₂ entre áreas de plantio de sombreiro (*Elitoria fairchildiana*) e de acerola (*Malpighia glabra* L.). In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J. BOHNEN, H. **Análises do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188 p. (Boletim Técnico).

TSAI, S. M.; CARDOSO, E. J. B. N.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360p.

WARDLE, D. A.; GHANI, A. Why is the strength of relationships between pairs of methods for estimating soil microbial biomass often so variable? **Soil Biology and Biochemistry**, v. 27, n. 6, p. 821-828, 1995.