
Atividade Microbiana no Solo em Diferentes Ambientes da Região Semiárida de Alagoas

Microbial Activity in the Soil of Different Environments of the Semiarid Region of Alagoas

Kallianna Dantas Araujo¹
Mayara Andrade Souza²
Geovânia Ricardo dos Santos³
Albericio Pereira de Andrade⁴
José Vicente Ferreira Neto⁵

Recebido em: 08/07/2015 Aceito em: 19/09/2016

RESUMO: O objetivo foi avaliar a atividade microbiana em diferentes ambientes (Caatinga nativa, Área com presença de Murici, Área cultivada com Palma forrageira e Área desmatada) utilizando o método da respirometria no campo, na região Semiárida de Olho D'Água do Casado-AL. O trabalho foi realizado em junho de 2012 e em cada área foram selecionados nove pontos de coleta para determinação da atividade microbiana, totalizando 72 amostras, sendo 36 no período diurno (05:00 às 17:00 h) e 36 no noturno (17:00 às 05:00h). O CO₂ liberado por uma área de solo foi absorvido pela solução de KOH 0,5 N e titulado com HCl 0,1 N. Foram utilizados os indicadores fenolftaleína e alaranjado de metila a 1%, sendo usado um frasco controle que permaneceu fechado e foi submetido ao processo de titulação. Também foram retiradas amostras de solo na profundidade de 0-10 cm nos diferentes ambientes para determinação do conteúdo de água do solo e realizadas medidas de temperatura do solo na mesma profundidade. A produção de CO₂ noturna foi maior do que a diurna, nos quatro agrossistemas estudados; Os diferentes sistemas de manejos influenciam a atividade metabólica dos microrganismos presentes no solo, obedecendo à seguinte sequência: Cultivada > Desmatada > Murici > Caatinga; Dentre as áreas analisadas, a que apresentou menores emissões de CO₂ foi à área de Caatinga nativa que funcionou como um receptor de CO₂ em contraposição a área cultivada que funcionou como emissor de CO₂.

Palavras-Chave: Caatinga; Microorganismos do solo; Bioindicadores; Respiração edáfica; CO₂.

ABSTRACT: The objective was to evaluate the microbial activity in different environments (native Caatinga, area with presence of Murici, cultivated with forage palm area, and deforested area) using the method of respirometry in the field, in the Semiarid region of Olho D'Água do Casado-AL. The research was performed in June 2012 and in each area nine sites were selected for determination of microbial activity, totaling 72 samples, including 36 during the day (05:00 to 17:00 h) and 36 at night (17:00 to 05:00). The CO₂ released by an area of soil was absorbed by KOH solution and titrated with 0.5 N HCl 0.1 N. There were used, the phenolphthalein and methyl orange indicators 1%, using a control flask which remained closed and submitted to the titling process. Soil samples were also collected at a depth of 0-10 cm in different environments to determine the water content of the soil and we measured the temperature of the soil at the same depth. The night CO₂ production was higher than the daytime in the four environmental systems; Different managements systems influence the metabolic activity of microorganisms in the soil, in the following sequence: Cultivated > Deforested > Murici > Caatinga; Among the areas examined, the one with lower CO₂ emissions was the native Caatinga area that performed as a receiver of CO₂ versus cultivated that functioned as CO₂ emitter area.

Key words: Caatinga; Soil microorganisms; bioindicators; soil respiration; CO₂.

INTRODUÇÃO

A atividade biológica do solo inclui todas as reações metabólicas celulares, suas interações e seus processos bioquímicos mediados ou conduzidos pelos organismos do solo, podendo ser avaliada por meio de vários parâmetros, dentro os quais se destaca a taxa de respiração (consumo de O_2 e emissão de CO_2) (SIQUEIRA et al., 1994).

A quantidade de CO_2 liberada pela respiração dos microrganismos é um dos métodos mais tradicionais utilizados para avaliar a atividade metabólica da população microbiana do solo. De acordo com Taylor et al. (2002) a diversidade microbiana tem sido relacionada com a qualidade do solo, sendo necessário investigação das interações e atividades metabólicas dos microrganismos nos processos ecológicos do solo.

Devido à respiração dos microrganismos e das raízes, a concentração de CO_2 no solo é superior à da atmosfera. Certas espécies de fungos e bactérias nitrificadoras mostram-se altamente adaptadas a estas condições, preferindo profundidades próximas à superfície do solo, assim como os organismos da macro e mesofauna edáfica, onde a concentração de CO_2 é maior, decorrente da elevada respiração (SIQUEIRA et al., 1994). Assim, a saída de CO_2 próximo à camada do solo é indicada pela respiração do solo (CAPUANI et al., 2012).

De acordo com Assis Júnior (2003) no campo, as mensurações da respiração do solo consideram a serrapilheira e são amplamente usadas para avaliar a atividade geral da biomassa no solo, sob a influência do microclima, das propriedades físicas e químicas e de práticas agrícolas ou silviculturais, como rotação de culturas, adição de matéria orgânica ou cobertura morta, plantio direto, cultivo mínimo, idade do povoamento, tipo de solo e espécies de árvores, mistura de espécies e presença de animais e excrementos no solo, que normalmente aumentam a biomassa e a atividade da microbiota do solo.

De acordo com Silva et al. (2013) as características biológicas do solo, juntamente com as propriedades químicas e físicas, interferem ativamente na produtividade e qualidade de produtos agropecuários. Dentro das características biológicas do solo, um dos principais fatores é a atividade microbiana.

Ainda segundo os autores, os microorganismos como fungos e bactérias, exercem um importante papel nas propriedades biológicas de um solo, já que as bactérias têm alta taxa de crescimento e uma boa capacidade de ciclagem de nutrientes e os fungos predominam em solos mais ácidos, com faixas de pH variando entre 3,0 a 9,0, dependendo da espécie.

De modo que há uma grande interação entre esses microorganismos do solo e os organismos da macro e mesofauna edáfica responsáveis pelos processos de decomposição da matéria orgânica do solo.

Considerando-se que a maior atividade biológica ocorre na camada superficial do solo, a remoção da cobertura vegetal deste, devido ao manejo inadequado, repercute rapidamente na biomassa microbiana do solo. Para Roscoe et al. (2006) as perdas de

carbono do solo, principalmente na forma de CO₂, por meio de processos degradativos estão relacionadas à decomposição acelerada dos compostos orgânicos, pela biomassa microbiana. Assim, a respiração edáfica reflete a atividade biológica na mineralização dos resíduos orgânicos (SOUTO et al., 2013).

A vida microbiana do solo é influenciada, principalmente, pelos fatores temperatura, pH, luminosidade, salinidade, fontes de energia e substratos orgânicos, nutrientes e presença ou ausência de elementos tóxicos (SILVA et al., 2013). Desse modo, os diferentes tipos de manejo exercido em um solo podem interferir nesses fatores, podendo alterar a população microbiana e sua atividade.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a atividade microbiana em diferentes ambientes (Caatinga Nativa, Área com presença de Murici (*Byrsonima gardneriana* A. Juss), Área cultivada com Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* L.) e Área desmatada em processo de regeneração) utilizando o método da respirometria no campo, na região Semiárida de Olho D'Água do Casado, Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Realizou-se a pesquisa em Olho D'Água do Casado, Alagoas, localizado na Mesorregião Geográfica do Sertão Alagoano e Microrregião Geográfica Alagoana do Sertão do São Francisco (Figura 01).

O clima da região é Tropical Semiárido, com chuvas de verão, apresentando precipitação pluviométrica de 545,6 mm/ano e período chuvoso de novembro-abril, com temperatura média do ar de 25,6 °C (UFCEG, 2014). A área pesquisada caracteriza-se por estar circundado de paredões rochosos, com ocorrência de Neossolos nos locais de Elevações Residuais (SOUZA, 2011).

Descrição da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em quatro ambientes distintos, sendo: Área I - Caatinga nativa, II - Área com presença de Murici (*Byrsonima gardneriana* A. Juss), III - Área cultivada com Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* L.) e IV - Área desmatada em processo de regeneração (Figura 02).

Em cada área foram selecionados ao acaso nove pontos de coleta para a determinação da atividade microbiana. A coleta foi realizada em junho de 2012 e em cada área foram realizadas 18 leituras do CO₂ liberado pela atividade microbiana, sendo nove no período diurno (5:00 às 17:00h) e nove no noturno (17:00 às 5:00h), totalizando em todo o experimento 72 amostras, sendo 36 no período diurno e 36 no noturno.

Figura 01: Mapa de localização de Olho D'Água do Casado, Alagoas



Fonte: Os autores

Figura 02. Áreas experimentais utilizadas na determinação do CO₂ (mg m⁻² h⁻¹) área de Caatinga nativa (A), Área com presença de Murici (B), Área cultivada com Palma forrageira (C) e Área desmatada em processo de regeneração (D)



Fonte: Os autores

Nas determinações do CO₂, os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições em esquema fatorial (4x2), sendo quatro agrossistemas e dois turnos de avaliação.

A quantificação do CO₂ foi realizada de acordo com Grisi (1978) em que o CO₂ liberado por uma área de solo foi absorvido por uma solução de KOH 0,5 N e titulado com HCl 0,1 N, cujo os indicadores usados foram a fenolftaleína e o alaranjado de metila a 1% (MORITA e ASSUMPÇÃO, 1972).

Utilizou-se para cada ambiente amostras testemunhas que ficaram armazenadas em recipientes de vidro, frasco-controle, que permaneceram hermeticamente fechados e que também foram submetidos ao processo de titulação. A quantificação do CO₂ absorvido foi realizada a partir da equação:

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

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

em 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.

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. Após doze horas de permanência no local, os baldes foram retirados e os recipientes rapidamente tampados e em seguida titulados.

Nos nove pontos de cada área foram realizadas coletas de amostras de solo acondicionadas em latas de alumínio com peso conhecido e identificadas, tendo sido pesadas e levadas à estufa retilínea, a 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 atingir as temperaturas ambiente e, novamente, pesadas e determinadas à percentagem de água existente. O conteúdo de água do solo foi determinado de acordo com a equação:

$$CAS\% = \frac{Pu - Ps}{Ps} \times 100$$

em que:

CAS = Conteúdo de água do solo (%);

Pu = Peso do solo úmido (g);

Ps = Peso do solo seco (g).

Em cada ambiente foram realizadas medições da temperatura do solo por meio de termômetro digital, a 10 cm de profundidade (em virtude da maior concentração e atividade dos organismos edáficos ocorrerem nesta profundidade).

Na avaliação do CO₂ os dados 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 SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

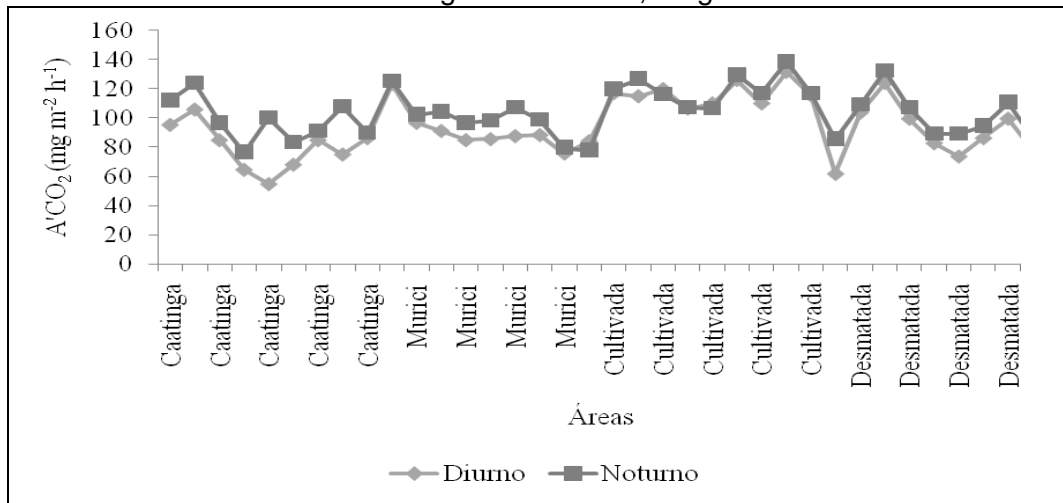
A partir da análise da produção total diária de CO₂ (diurno+noturno) emanado do solo pela atividade microbiana, foi possível constatar variações resultando em valores que oscilaram entre 54,68 e 138,79 mg m⁻² h⁻¹ (Figura 03). Esses valores correspondem a 6,56 e 16,65 kg ha⁻¹ dia⁻¹, equivalente a 2.394,4 e 6.077,25 kg ha⁻¹ ano⁻¹ valores considerados dentro dos valores estimados para solos de regiões Semiáridas.

Verificando-se os níveis médios de CO₂ obtidos em cada área, constatou-se que a maior produção de CO₂ ocorreu na área cultivada que se diferenciou estatisticamente dos demais ambientes estudados a um nível de significância pré-estabelecido de 5% (Figura 04). A maior produção de CO₂ nesta área decorreu do manejo agrícola ter sido realizado com revolvimento do solo durante o cultivo da palma forrageira, acelerando o processo de degradação das condições ambientais (químicas e físicas) e biológicas do solo.

Silva et al. (2013) constataram os solos manejados no sistema plantio convencional tiveram uma média mais elevada de respiração microbiana quando comparados aos solos conduzidos no sistema plantio direto e atribuíram esse fato ao sistema convencional poder proporcionar mais aeração do solo durante revolvimento do solo, favorecendo a atividade microbiana.

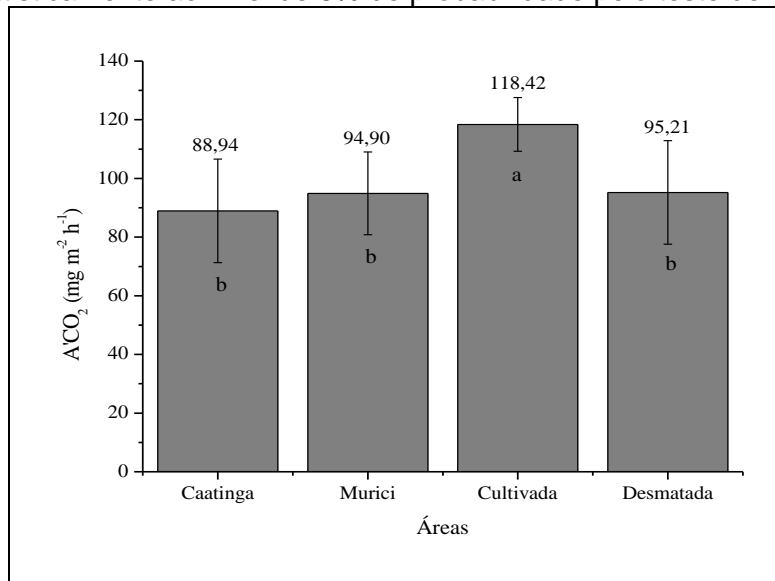
De acordo com Alves et al. (2011) a remoção da vegetação nativa para introdução de culturas altera a composição de espécies vegetais, a matéria orgânica, os nutrientes, a estrutura e a comunidade microbiana, componentes necessários para garantir a qualidade do solo.

Figura 03. Liberação de CO₂ do solo (mg m⁻² h⁻¹), nas áreas I (Caatinga nativa), II (Área com presença de Murici), III (Área cultivada com Palma forrageira) e IV (Área Desmatada), em Olho D'Água do Casado, Alagoas



Fonte: Os autores

Figura 04. Liberação de CO₂ do solo (mg m⁻² h⁻¹), nas áreas I (Caatinga nativa), II (Área com presença de Murici), III (Área cultivada com Palma forrageira) e IV (Área desmatada), em Olho D'Água do Casado, Alagoas. Média de dezoito pontos com letras iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey



Fonte: Os autores

Embora os demais tratamentos não tenham se diferenciado entre si observou-se variações entre os diferentes ambientes com maior quantidade de CO₂ emanado do solo nas áreas IV>II>I. Assim, observou-se que a área de Caatinga nativa foi a que apresentou menor produção de CO₂ totalizando 88,94 mg m⁻² h⁻¹ (Figura 04).

Para Insam e Domsch (1988) a respiração microbiana diminui em sistemas mais estáveis. E à medida que uma determinada biomassa microbiana se torna mais eficiente,

menos carbono é perdido como CO₂ pela respiração e uma fração significativamente de carbono é incorporada à biomassa microbiana. Considerando a mesma constituição da comunidade microbiana, uma biomassa microbiana do solo “eficiente” teria menor taxa de respiração (ALVES et al., 2011).

De forma complementar, Balota et al. (1998) afirmam que a respiração basal por unidade de biomassa microbiana diminui em agroecossistemas mais estáveis, porém, com a substituição da cobertura vegetal ocorre decomposição mais acelerada dos resíduos vegetais, aumentando o quociente metabólico.

Para Islam e Weil (2000) a taxa de respiração mais elevada pode ser desejável ou não, pode indicar tanto distúrbio, como alto nível de produtividade do ecossistema, devendo ser analisada em cada contexto, sendo desejável quando se considera que a decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para a planta.

De acordo com Silva (2010) os maiores valores médios de respiração edáfica em uma área degradada atestam a inferior qualidade do solo, como consequência do uso e manejo inadequados. A área degradada seria mais emissora do que receptora do CO₂ atmosférico, fato esse preocupante, já que essa área não possui cobertura vegetal que possibilite “inputs” adequados de biomassa ao solo, amenizando a liberação de carbono que possa ocorrer sob melhor condição de umidade.

Outro fato agravante é que, na agricultura tradicional, utiliza-se intensamente a queima dos restos de culturas, intensificando-se a perda de matéria orgânica pelo solo, o que inviabiliza a sustentabilidade agrícola.

Foi possível observar que as áreas com maior temperatura do solo emitiu mais CO₂ (Figura 05). A área cultivada foi a que deteve maior temperatura (33,8 °C) e maiores emissões de CO₂ (118,42 mg m⁻² h⁻¹).

Em estudo realizado por Araujo et al. (2011) sobre a cinética de evolução do dióxido de carbono (atividade microbiana) associada aos elementos meteorológicos em três áreas contíguas de Caatinga, nas condições do Semiárido paraibano verificaram que as maiores perdas de CO₂ ocorreram nos horários mais quentes e nos locais onde a penetração dos raios solares foi facilitada pela presença de clareiras ou entre as ilhas vegetais, nas áreas mais antropizadas.

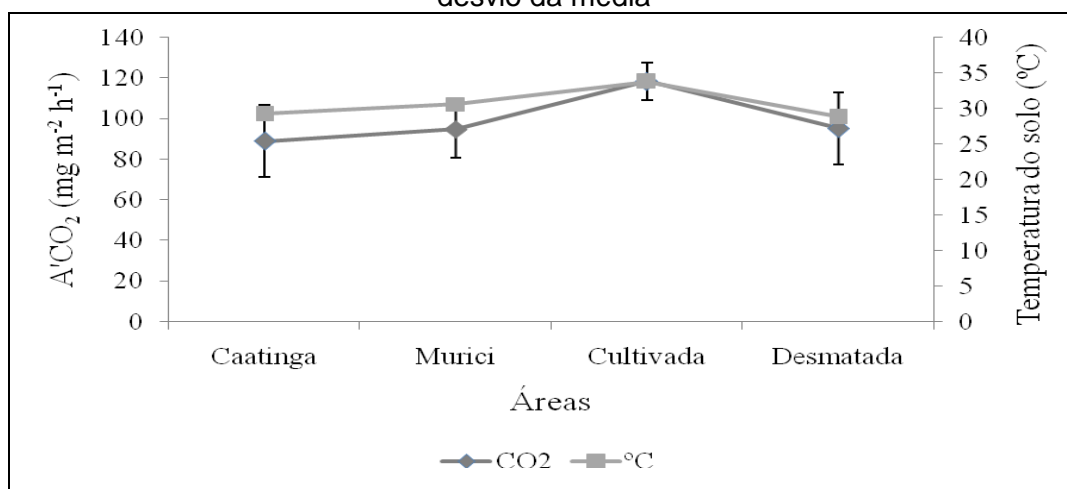
Para Costa et al. (2008) a ausência de cobertura do solo, ao permitir a incidência direta de raios solares, aumenta a temperatura do solo, intensificando a atividade microbiana, demonstrada pelo aumento da emissão de CO₂ do solo para a atmosfera (COSTA et al., 2008).

Nesse sentido, o aumento da temperatura desencadeou processos que favoreceram a mineralização da matéria orgânica do solo e conseqüentemente maior liberação de CO₂ para atmosfera. De acordo com Kang et al. (2000) a atividade microbiana responsável pelo

processo de produção de CO_2 no solo é controlado em primeira ordem pela temperatura e conteúdo de água do solo, atributos com grande variabilidade temporal e espacial em resposta direta às condições de manejo.

Sob o ponto de vista agrônômico, a temperatura do solo é essencial para a germinação das sementes e condiciona o crescimento radicular (SOUTO et al., 2009). Se o solo não apresentar uma temperatura dentro dos limites fisiológicos envolvidos, a atividade microbiológica poderá ser interrompida, as sementes poderão não germinar e as plantas não se desenvolverem.

Figura 05. Liberação de CO_2 ($\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$) e temperatura do solo ($^{\circ}\text{C}$) a 10 cm de profundidade, em Olho D'Água do Casado, Alagoas. As barras verticais representam o desvio da média



Fonte: Os autores

Em relação ao conteúdo de água do solo, constatou-se que a área cultivada apresentou menor conteúdo de água do solo com 0,56%, decorrente do sistema tradicional de manejo do solo utilizado no plantio, deixando o solo exposto às intempéries (radiação solar, insolação, temperatura e ventos), que contribuem diretamente para as perdas de água por evaporação (Figura 06).

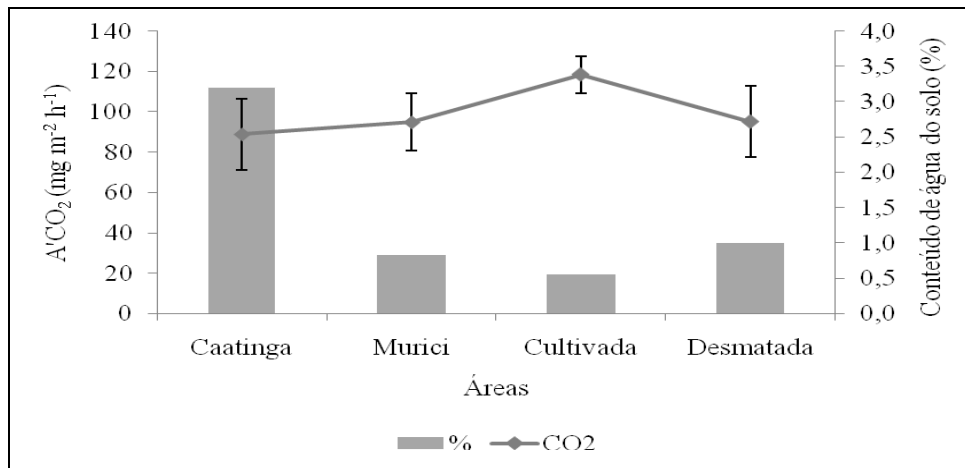
Em contrapartida, a área desmatada foi a que deteve maior conteúdo de água do solo registrado (1,0%), já que nesse ambiente ainda havia cobertura do solo suficiente para manutenção do sistema hídrico (Figura 6).

A área com presença de Murici manteve-se com teores de 0,83%, em virtude das plantas mesmo estando espaçadas no solo, permitiram a penetração dos raios solares e consequentemente elevando a temperatura do solo, mas a copa das árvores interceptou parte da radiação solar direta, reduzindo maiores perdas do estoque hídrico. Observou-se que na área de Caatinga o conteúdo de água do solo foi de 3,15% (Figura 06).

Observou-se que no período noturno, a respiração edáfica foi sempre superior aquela obtida durante o período diurno (Figura 07). Situação semelhante foi encontrada por Araujo

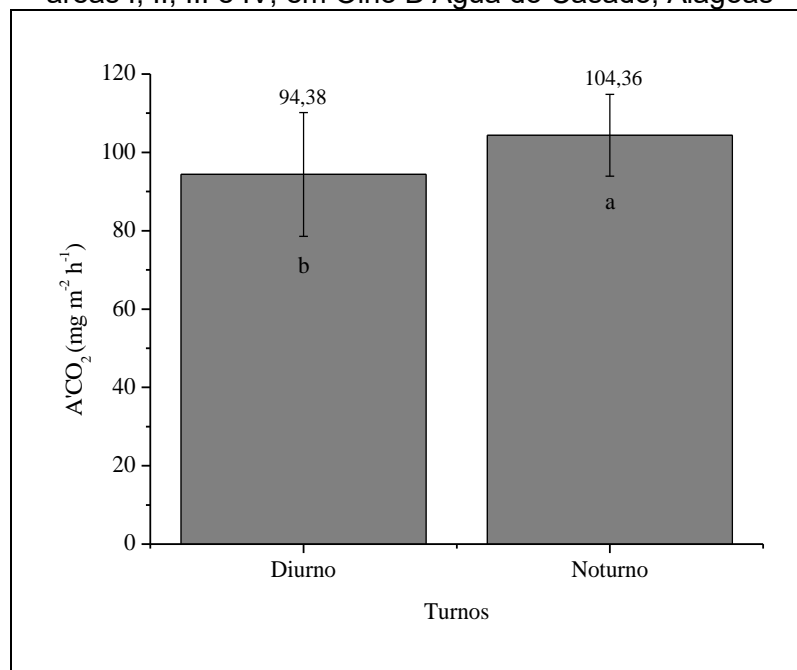
et al. (2013) na Caatinga do Semiárido paraibano que também constataram maior liberação de CO₂ do solo no período noturno em relação ao diurno.

Figura 06. Liberação de CO₂ (mg m⁻² h⁻¹) e conteúdo de água do solo (%), em Olho D'Água do Casado, Alagoas. As barras verticais representam o desvio da média



Fonte: Os autores

Figura 07. Média da liberação de CO₂ do solo (mg m⁻² h⁻¹) nos turnos diurno e noturno, nas áreas I, II, III e IV, em Olho D'Água do Casado, Alagoas



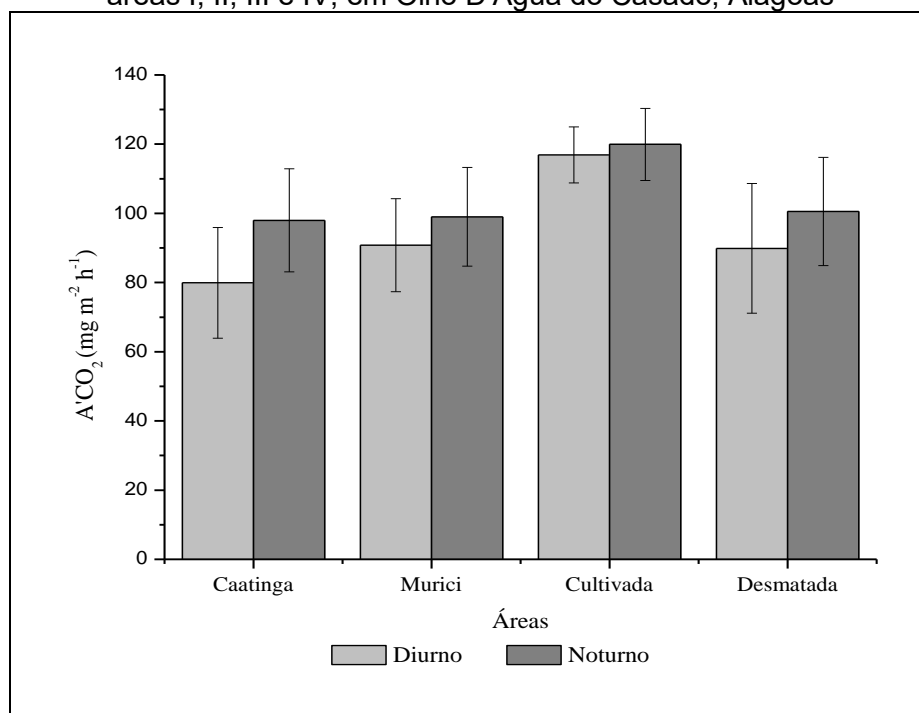
Fonte: Os autores

Alves et al. (2006) também verificaram maior produção de CO₂ no período noturno em relação ao diurno em pesquisa realizada em área de Caatinga, fato atribuído a menor temperatura no período noturno, favorecendo maior atividade microbiana e consequentemente, maior respiração.

Souto et al. (2013) também identificaram maior liberação de CO₂ durante o período noturno ocorrendo diferença significativa entre os períodos em todas as épocas de amostragem em trabalho realizado. Os autores mencionaram que durante a noite, a temperatura do solo nas camadas superficiais, estando mais baixas do que no período diurno, favoreceu a atividade microbiana, resultando em maior liberação de CO₂.

Independente do turno avaliado a área cultivada com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* L.) foi a que apresentou os maiores valores de respiração, diferindo estatisticamente dos demais ambientes (Figura 08).

Figura 08. Liberação de CO₂ do solo (mg m⁻² h⁻¹), durante os períodos diurno e noturno, nas áreas I, II, III e IV, em Olho D'Água do Casado, Alagoas



Fonte: Os autores

De acordo com Monteiro e Gama-Rodrigues (2004), a atividade microbiana não deve ser analisada de forma isolada e absoluta. O mais adequado para compreender o funcionamento do sistema solo-serapilheira seria avaliar a inter-relação dos atributos, pois há grande interação e dependência destes na funcionalidade dos ecossistemas.

De acordo com Vicente et al. (2012) as práticas de manejo merecem estudos detalhados para a melhor compreensão e identificação dos sistemas de manejos capazes de reter carbono atmosférico no solo, assim, destacando os sistemas capazes de contribuir no aumento da qualidade do solo, ou seja, retendo benefícios da matéria orgânica, para que haja atributos significativos ao solo.

De acordo com Capuani et al. (2012) 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.

Diante deste contexto, constatou-se que o emprego de indicadores microbiológicos para averiguação da qualidade do solo mostrou-se eficiente na avaliação dos impactos dos cultivos agrícolas sobre o meio, já que esses se mostraram sensíveis a pequenas alterações na qualidade do solo.

CONCLUSÕES

Independente dos agrossistemas analisados a produção de CO₂ é maior no período noturno em relação ao diurno;

Os diferentes sistemas de manejos influenciam a atividade metabólica dos microrganismos presentes no solo, obedecendo à seguinte sequência: Cultivada > Desmatada > Murici > Caatinga nativa;

Dentre as áreas analisadas, a que apresenta menores emissões de CO₂ é a área de Caatinga nativa que funciona com um receptor de CO₂ em contraposição a área cultivada que funciona como emissor de CO₂.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. R. et al. Decomposição de resíduos vegetais de espécies da Caatinga, na região de Patos, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 1, n. único, p. 57-63, out/dez. 2006.
- ARAUJO, K. D. et al. Liberação de CO₂ do solo em áreas de caatinga sob pastejo caprino. **Revista Ra`ega**, Curitiba, v. 29, n. 3 p. 194-208, dez. 2013.
- ARAUJO, K. D. et al. Cinética de evolução de dióxido de carbono em área de caatinga em São João do Cariri-PB. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1099-1106, set/out. 2011.
- ASSIS JÚNIOR, S. L. de et al. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 35-41, fev. 2003.
- ALVES, T. dos S. et al. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, jul/set. 2011.
- BALOTA, E. L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 5, p. 641-649, set. 1998.
- CAPUANI, S. et al. Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 12, p. 1269–1274, dez. 2012.
- COSTA, F. S. et al. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.1, p. 323-332, jan/fev. 2008.

- GRISI, B. M. Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 82-88, jan.1978.
- INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, New York, v. 15, n. 2, p. 177-188, mar. 1988.
- ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest cosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 9-16, june. 2000.
- KANG, S. et al. Predicting spatial and temporal patterns of soil temperature based on topography, surface cover, and air temperature. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 136, p. 173-184, oct. 2000.
- MONTEIRO, M. T.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 819-826, set/out. 2004.
- MORITA, T.; ASSUNPÇÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1972. 629 p.
- ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304 p.
- SILVA, R. B. et al. Atividade microbiana do solo em função do sistema de cultivo e integração lavoura-pecuária. In: XVIII ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 18, 2013. Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: UNOESTE 2013. p. 16-20.
- SILVA, R. B. da. Respiração edáfica como indicativo da qualidade do solo em três agrossistemas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-15, maio/ago. 2010.
- SIQUEIRA, J. O. et al. **Microrganismos e processos biológicos do solo**: perspectiva ambiental. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão; Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 142 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documento, 45).
- SOUTO, P. C. et al. Taxa de decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de caatinga. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 559-565, out./dez. 2013.
- SOUTO, P. C. et al. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba, Brasil. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 52-58, jul/set. 2009.
- SOUZA, M. A. **Fitossociologia em áreas de caatinga e conhecimento etnobotânico do murici (*Byrsonima gardneriana* A. Juss.), semiárido alagoano**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.
- TAYLOR, J. P. et al. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. **Soil Biology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 34, n. 3, p. 387-401, mar. 2002.
- 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).
- UFCG-UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. **Dados climatológicos do Estado de Alagoas**. Campina Grande: CTRN/DCA. Disponível em: <www.dca.ufcg.edu.br>. Acesso em: 29 de jul. de 2014.

VICENTE, T. F. da S. et al. Relações de atributos do solo e estabilidade de agregados em canaviais com e sem vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 11, p. 1215-1222, nov. 2012.

¹ Geógrafa. Docente do PPGG/IGDEMA/UFAL, E-mail: kdaraujo@yahoo.com.br,
Endereço: Rua Engenheiro Mário de Gusmão, 1135, apto. 105, Edifício Fabiano I, Ponta Verde,
Maceió, Alagoas. CEP: 57035-000.

² Engenheira Agrônoma, Bolsista Pesquisadora do CCA/UFPB. E-mail: mayarandrade@hotmail.com
Endereço: Universidade Federal da Paraíba, Rodovia BR 079, Km 12, Areia, Paraíba, CEP: 58397-000.

³ Geógrafa. Discente do PPGG/IGDEMA/UFAL. E-mail: mayarandrade@hotmail.com
Endereço: Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiros dos Martins, CEP: 57072-900, Maceió, Alagoas.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Docente do PPGZ-PDIZ/CCA/UFPB. E-mail: albericio@uol.com.br
Endereço: Universidade Federal da Paraíba, Rodovia BR 079, Km 12, Areia, Paraíba, CEP: 58397-000.

⁵ Engenheiro Civil. Docente do PPGG/IGDEMA/UFAL. E-mail: jvferreiraneto@globocom
Endereço: Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiros dos Martins, CEP: 57072-900, Maceió, Alagoas.