



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO EM QUATRO ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DA CAATINGA NO MUNICÍPIO DE SANTA TEREZINHA, PARAÍBA, BRASIL¹

Karina Guedes Correia²; Tatiana Da Silva Santos³; Kallianna Dantas Araujo⁴; Jacob Silva Souto⁵; Pedro Dantas Fernandes⁶

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de CO₂ do solo em quatro estágios sucessionais da caatinga no Alto Sertão da Paraíba. A área em estudo está situada na Fazenda Tamanduá, no município de Santa Terezinha, PB, entre as coordenadas 7° 2' 20" S e 37° 26' 43" W, com altitude média de 240 metros. Realizaram-se coletas mensais nos meses de julho a dezembro de 2007, nos períodos diurno (5:00 às 17:00 h) e noturno (17:00 às 05:00 h) nos quatro estágios sucessionais determinados. Foram distribuídos 4 recipientes de vidro contendo 10 mL de KOH a 0,5 N para absorver o CO₂ liberado em cada uma das três parcelas para cada estágio sucessional avaliado. Esses recipientes foram cobertos por baldes brancos com capacidade para 22 L. A atividade microbiana estimada pela produção de CO₂ foi maior no período noturno, quando comparado com o período diurno, sendo favorecida pela umidade e temperatura do solo. O aumento nos teores de umidade do solo no mês de dezembro foi o parâmetro que mais influenciou o aumento da atividade microbiana resultando em maior desprendimento de CO₂ do solo. A avaliação da atividade respiratória em campo mostrou-se eficiente, de baixo custo e apresenta-se altamente sensível para a caracterização das condições naturais.

Palavras-chave: Regeneração natural, produção de CO₂, umidade e temperatura

MICROBIAL ACTIVITY OF THE GROUND IN FOUR TRINEESHIPS SUCESSIONAIS OF CAATINGA IN THE IN THE MUNICIPALITY OF SANTA TEREZINHA, PARAÍBA, BRAZIL

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluated the CO₂ production of the soil at four successional trineeships of the Caatinga at the Paraíba's Alto Sertão. The area in study is situated in the Tamanduá Farm , located in the Santa Terezinha County, PB, between the coordinates 7 ° 2 ' 20 " S and 37 ° 26 ' 43 " W, with middle altitude of 240 meters. Monthly collections happened during July to December of 2007, in the daytime periods (5:00 to 17:00) and nocturnal (17:00 to 05:00) in four determined successional trineeships. That were distributed four glass containers containing 10 mL of KOH, 0,5 N, to absorb the CO₂ released in each one of the three pieces for each successional trineeship evaluated. These containers were covered with white buckets with capacity for 22 L. The microbial activity estimated by CO₂ production was higher in the evening, when compared with the daytime period, being promoted by moisture and soil temperature. The increase in the tenors of soil moisture in the december was the parameter that more influenced the increase of the microbial activity turning in higher ground CO₂ liberation. The evaluation of the respiratory activity in field appeared efficient, of low cost and it presents highly sensitively for the characterization of the natural conditions.

Key words: Natural regeneration, production of CO₂, moisture and temperature

Trabalho recebido em 25/09/2009 e aceito para publicação em 17/12/2009.

¹ Parte do trabalho de Tese do primeiro autor, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), UFCG, Campina Grande, PB, Brasil

² Doutoranda PPGRN/CTRN/UFCG. Bolsista do CNPq – Brasil. e-mail: correiakg@gmail.com

³ Doutoranda UAEAg/CTRN/UFCG. e-mail: tatysilvasantos@gmail.com

⁴ Doutoranda do PPGRN/CTRN/DCA/UFCG. E-mail: kdaraujo@yahoo.com.br

⁵ ⁴Prof. Associado CSTR/UFCG/UAEF. Campus 7. Patos – PB. e-mail: jacob_souto@uol.com.br

⁶ Prof. Voluntário/UFCG, Coordenador de pesquisa do INSA. Campina Grande – PB. e-mail: pdantas@pq.cnpq.br

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga encontra-se em acentuado processo de degradação, ocasionado, principalmente, pelo desmatamento e uso inadequado dos recursos naturais apresentando menos de 50% de sua cobertura vegetal original. Segundo Drumond (2000), 80% da caatinga são sucessionais e cerca de 40% são mantidas em estado pioneiro de sucessão secundária, conseqüência de uma utilização meramente extrativista-predatória e afirma ainda que já se verificam perdas irreversíveis da diversidade florística e faunística, aceleração do processo de erosão e declínio da fertilidade dos solos.

A retirada da vegetação nativa nas regiões semi-áridas do Nordeste, aliada a longos períodos de estiagem, provoca acentuada degradação do solo, deixando-o totalmente descoberto e exposto por mais tempo às ações da temperatura e dos ventos, reduzindo, conseqüentemente, seu potencial produtivo, causando danos muitas vezes irreversíveis ao meio (TREVISSAN et al., 2002; SOUTO et al., 2005; MENEZES et al., 2005).

Os organismos edáficos participam de processos chave no ecossistema do solo e são responsáveis pela decomposição de resíduos vegetais e animais, ciclagem de nutrientes, relações simbióticas entre

outras (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A eficiência e rapidez com que os nutrientes passam do meio abiótico para o biótico por meio dos processos de decomposição da matéria orgânica é imprescindível à manutenção de ecossistemas como a caatinga (SANTOS & GRISI, 1981).

Práticas que contribuem para a adição ou remoção de material vegetal do solo ocasionam alterações na biomassa microbiana, que podem ser avaliadas quantificando-se o CO₂ produzido (MATTER et al., 1999). Segundo Schilente; Cleve (1985) o CO₂ desprendido pelo solo surge de pelo menos três fontes metabólicas: a respiração microbiana, respiração das raízes e respiração dos organismos. Além disso, podem ser incluídas ainda, algumas fontes não metabólicas como a oxidação química dos minerais do solo (LIRA, 1999).

Dessa forma, a respiração edáfica pode ser utilizada para se documentar mudanças na dinâmica do carbono do solo em áreas semi-áridas que sofreram desmatamento para a implantação de culturas ou pecuária extensiva e que estão passando por um processo de regeneração natural (FEIGL, 1995; DUARTE, 2003).

Vários fatores incluindo temperatura, umidade, profundidade do solo, aeração e populações microbianas determinam a taxa de fluxo de CO₂ para a

superfície do solo (SILVA et al., 2006). O preparo do solo em combinação com outras práticas de manejo e com a ação da temperatura e umidade influenciam a taxa de emissão de C-CO₂ para a atmosfera (FRANZLUEBBERS et al., 1995).

A atividade biológica do solo depende de fatores abióticos, como temperatura, água e nutrientes, e fatores bióticos como, principalmente, adição de carbono para sua atividade e desenvolvimento (VEZZANI et al., 2003). Considerando-se que a maior intensidade de atividade biológica ocorre na camada superficial do solo, conclui-se que a sua exposição aos processos erosivos, com remoção de materiais devido ao uso e/ou manejos inadequados, irão acarretar em redução de sua qualidade (HABTE, 1989).

A vegetação é tida como indicadora do nível de instabilidade dos ambientes e sua ausência permite uma maior susceptibilidade do ambiente aos efeitos de radiação e insolação, com grandes variações diárias de temperatura, acelerando a atividade microbiana e as perdas de C-CO₂ do solo (BIGARELLA, 1994). Sendo assim medidas da evolução de C-CO₂ do solo constitui-se em um bom indicador, capaz detectar variações dentro de diferentes estágios de regeneração da caatinga. Dessa forma o objetivo deste foi avaliar as perdas de C-CO₂ do solo em

quatro estágios sucessionais da Caatinga, localizada no Sertão das Espinharas, Estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo está situada na Fazenda Tamanduá, situada no município de Santa Teresinha (PB), (coordenadas 7° 2' 20" S e 37° 26' 43" W) com altitude média de 240 metros. Nessa região há predominância de Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 1997) com presença de afloramentos rochosos. Clima semi-árido do tipo BSh segundo a classificação de Köppen (1948). De acordo com Araújo (2000), a área de estudo se caracteriza por uma estação seca e outra chuvosa, com precipitações médias anuais em torno de 600 mm, e início da estação seca em maio, podendo se estender até janeiro.

O experimento foi conduzido no período de julho a dezembro de 2007. Não havendo registro de precipitação o qual denominamos de "Período seco".

Foram selecionadas quatro áreas em diferentes estágios sucessionais (pasto, estágio pioneiro, estágio intermediário e estágio tardio), onde foram delimitadas três parcelas de 30 x 60m totalizando 1800m². Em cada parcela foi traçado um transecto com 60 m de comprimento e nele

distribuímos quatro pontos de coleta aos 7,5; 15; 22,5 e 52,5 m.

Foram coletadas amostras de solo na camada de 0 – 20 cm, para a caracterização

química conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1997) (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo durante o período seco, nos estágios sucessionais de Caatinga, Município de Santa Terezinha, PB.

Áreas ¹	pH	P	K	Na	Ca	Mg	M.O.	C.O.	Análise textural (%)		
	H ₂ O	mg kg ⁻¹		cmol _c kg ⁻¹			g kg ⁻¹		areia	argila	silte
Pasto	6,08	3,82	0,23	0,13	3,91	1,17	23,72	13,63	63,8	26,9	9,3
Pioneiro	5,64	2,79	0,32	0,11	5,03	1,36	23,02	13,23	64,5	23,9	11,7
Intermediário	5,97	2,19	0,31	0,11	4,45	1,16	22,39	12,87	66,8	23,9	9,3
Secundário	6,68	2,43	0,30	0,11	5,44	1,22	23,52	13,52	64,8	22,9	12,3

A atividade microbiana foi determinada através da metodologia descrita por Grisi (1978) segundo a qual o CO₂ liberado em uma determinada área do solo é absorvido por uma solução de KOH 0,5N e a quantificação feita por titulação com HCl 0,1N, utilizando como indicadores a fenolftaleína e o alaranjado de metila, preparados segundo Morita e Assumpção (1993).

Em cada ponto de coleta foi colocado um frasco de vidro contendo 10mL da solução de KOH 0,5N para absorver o CO₂. Os frascos foram colocados sobre o solo, posteriormente abertos e imediatamente cobertos com um balde plástico de cor branca de PVC, formato cilíndrico e capacidade para 22L com dimensões de 29,8 cm de diâmetro e 36,5 cm de altura, cobrindo uma área de solo de

697,46 cm². As bordas dos baldes foram enterradas no solo cerca de 3 cm e foi amontoado solo ao redor, para evitar as trocas gasosas diretamente com a atmosfera.

Durante o período de ensaio foi mantido um frasco controle ou testemunha contendo 10 mL da solução de KOH 0,5N hermeticamente fechado. As amostras foram coletadas mensalmente nos períodos diurno (5:00 às 17:00h) e das (17:00 às 5:00h) o período noturno durante 6 meses.

Após os dois períodos de 12 horas de avaliação os frascos foram rapidamente fechados e levados ao Laboratório Nutrição Mineral de Plantas/UAEF /CSTR/UFCG, para a titulação. A quantificação do CO₂ absorvido será realizada a partir da equação (GRISI, 1978):

$$m_{CO_2} = \frac{352(\Delta V_A - \Delta V_C) \times N_B \times N_A}{3 \times P \times A_B} \times 10^4$$

onde:

m_{CO_2} = massa de CO_2 em mg. $m^{-2} \cdot h^{-1}$

ΔV_A = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação da amostra (mL)

ΔV_C = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação do controle (mL)

N_A = Concentração de HCl, em n-eq/L

N_B = Concentração de KOH, em n-eq/L

P = Período de permanência da amostra no solo (horas)

A_B = Área de abrangência do balde (cm^2)

Durante todo o período de avaliação foram feitas medidas da temperatura do solo na superfície do solo (0 cm) e a 10 cm de profundidade com auxílio de termômetro digital. O índice pluviométrico da área de estudo foi mensurado através de pluviômetros instalados na Fazenda Tamanduá. E também coletadas amostras de solo a 10 cm de profundidade para a determinação do conteúdo de água do solo segundo metodologia descrita por Tedesco (1995) no Laboratório de Irrigação e Salinidade/UAEA/CTRN/UFMG.

O delineamento estatístico utilizado foi em parcelas subdivididas no tempo.

Onde os tratamentos são constituídos por quatro estágios sucessionais (pasto, pioneiro, intermediário e secundário) com três repetições cada estágio, durante um período de 6 meses.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS (SAS INSTITUTE, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do solo às 17:00h e às 05:00h, medida durante todo o período de avaliação, nas profundidades de 0 cm e 10 cm, nos quatro estágios sucessionais, encontram-se nas Figuras 1A, 1B, 1C e 1D. Observa-se que as temperaturas do solo obtidas às 17:00h na profundidade de 10 cm foram, em geral, superiores às observadas às 5:00h nos quatro estágios sucessionais estudados, o que se atribui ao acúmulo de calor no solo durante o dia, refletindo em temperaturas superiores às 17:00h. Já na superfície do solo as menores temperaturas verificaram-se às 05:00h, o que pode-se atribuir ao resfriamento do solo durante a noite. Dados semelhantes foram observados por Souto (2006), Alves et al. (2006) e Silva et al. (2006).

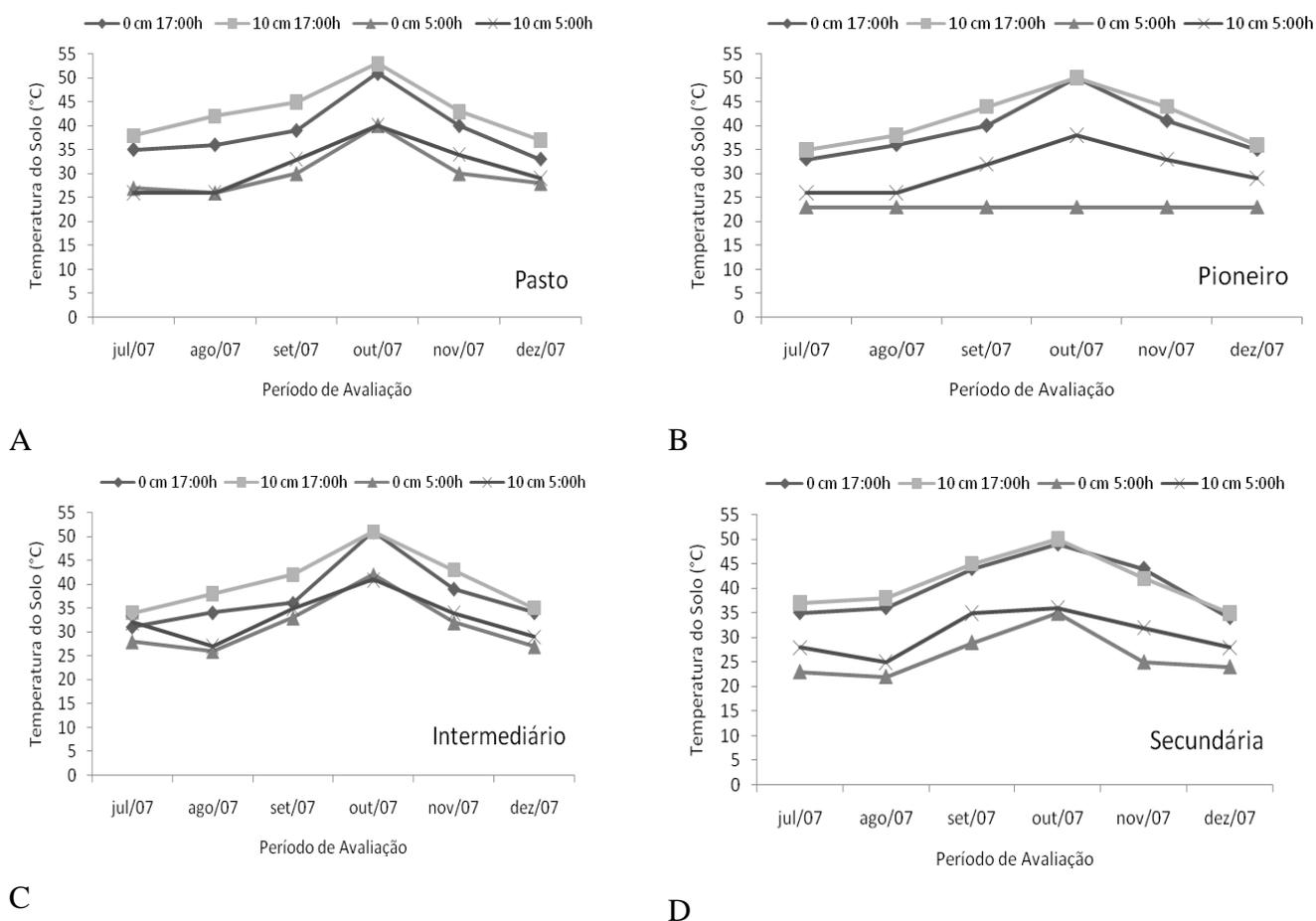


Figura 1. Valores médios da temperatura do solo (°C) na superfície (0cm) e a (10cm) de profundidade durante o período de julho a dezembro de 2007, nos estágios sucessionais de Pasto (A), Pioneiro (B), intermediário (C) e Secundário na Caatinga, município de Santa Terezinha – PB.

Na Tabela 2 são apresentados os dados da pluviosidade (mm) e do conteúdo de água no solo (%). Ao realizarmos a ANOVA observamos que não houve diferença significativa entre os estágios sucessionais para o conteúdo de água do solo durante todo o período de avaliação e o teste de Tukey a 5% de probabilidade mostrou não haver diferenças significativas para as médias dentro dos estágios sucessionais.

No período de julho a novembro de 2007 os teores de umidade do solo variaram de 0,98 a 1,65% em função da ausência de precipitação neste período. Já o mês de dezembro que coincidiu com a primeira chuva após cinco meses de estiagem, verificou-se um aumento considerável da umidade, observando-se os maiores teores médios na área de pasto 7,27% e o menor 6,06% na área de um estágio sucessional pioneiro onde toda a área é recoberta por jurema (*Mimosa*

hostilis Benth.) e o solo é do tipo Franco-argilo-arenoso.

Tabela 2. Pluviosidade (mm) e conteúdo de água no solo (%) nos meses de julho a dezembro de 2007 em quatro estágios sucessionais da caatinga no município de Santa Terezinha - PB.

Período de avaliação	Pluviosidade (mm)	Umidade do solo (%)			
		Pasto	Pioneiro	Intermediário	Tardio
Julho	0	1,21a	1,22a	1,19a	1,18a
Agosto	0	1,18a	1,18a	1,19a	1,18a
Setembro	0	1,65a	1,58a	1,25a	1,45a
Outubro	0	1,44a	1,51a	1,08a	1,23a
Novembro	0	1,33a	1,31a	0,98a	1,23a
Dezembro	18,6	7,27a	6,06a	6,83a	6,97a
Total	18,6				

Médias seguidas da mesma letra na Linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O maior conteúdo de água no solo na área de pasto para esta avaliação pode ter sido favorecida pela cobertura do solo proporcionada pelo capim estrela (*Cynodon* sp.) que recobre todas as parcelas, visto que a cobertura do solo o protege da insolação, além de interferir na ação renovação da massa gasosa da superfície do solo, minimizando seu ressecamento.

Wagner Junior et al. (2006) trabalhando com quatro diferentes tipos de manejo da cobertura do solo e observaram que a umidade do solo foi maior no tratamento com a permanência da vegetação espontânea nas linhas e entrelinhas do plantio. Isto demonstra que a permanência da vegetação espontânea na cobertura do solo possibilitou maior capacidade de conservação da umidade do

solo, atuando de forma protetora na perda de água do solo.

A produção de CO₂ do solo nos meses de julho e agosto apresentaram os menores valores 89,92 e 90,8 mgCO₂ m⁻²h⁻¹, respectivamente, e no mês de dezembro observou-se o maior valor 202,7 mgCO₂ m⁻²h⁻¹, durante o período diurno e não apresentaram diferença significativa entre os diferentes estágios sucessionais estudados (Figura 2). Ao considerarmos os valores médios da produção de CO₂ observamos que no mês de dezembro esse valor foi 50,37% e 53,36% superior a média dos meses de julho e agosto, respectivamente (Figura 2).

Alves et al. (2006a) ao avaliarem a decomposição de resíduos vegetais de espécies da Caatinga depositados sob a superfície e enterrados no solo aliadas as precipitações ocorridas aos 90 e 180 dias

do período experimental constataram as maiores médias da produção de CO₂, independente da forma de disposição dos resíduos eles propiciando melhores condições de umidade e temperatura do

solo para melhorando assim o desempenho dos microrganismos do solo, corroborando com os resultados encontrados por Souto (2006), Alves et al., (2006) e Silva et al., (2006).

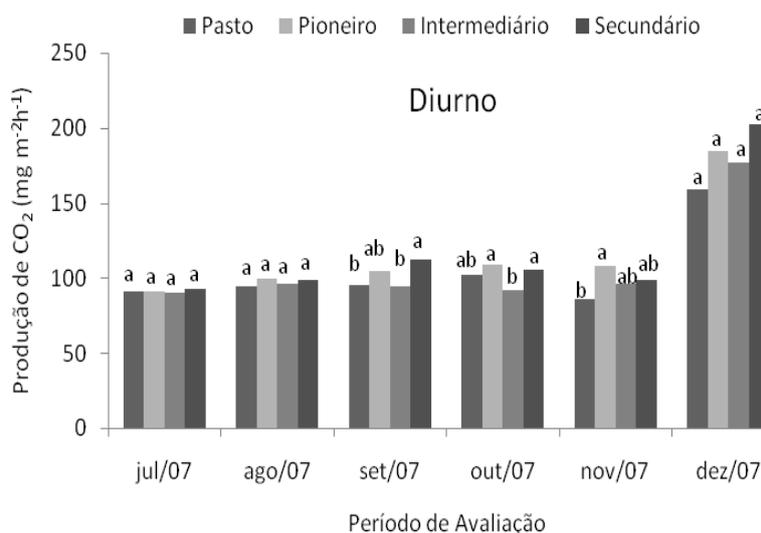


Figura 2. Valores médios da produção de CO₂ do solo para o período diurno nos meses de julho a dezembro de 2007 em quatro estágios sucessionais da caatinga no município de Santa Terezinha - PB.

Para Panosso et al. (2007) a temperatura e a umidade do solo são os principais fatores de controle da variabilidade da emissão de CO₂ em solos e essas podem ser modificadas rapidamente após um molhamento como as precipitações.

A produção de CO₂ durante o período noturno foi maior, apresentando valores superiores aos do período diurno nos quatro estágios sucessionais estudados (Figura 3). E justifica-se em

virtude de uma menor temperatura no período noturno, favorecendo assim maior atividade microbiana, e conseqüentemente, maior produção de CO₂ para a atmosfera.

Não observamos diferença significativa para os quatro estágios sucessionais nos meses de julho, agosto, setembro e outubro. Possivelmente em função da baixa disponibilidade de água para esse período fator esse determinante para o aumento da

atividade microbiana, em concordância com dados encontrados por Souto (2006) também no Município de Santa Terezinha, PB.

Com o aumento da disponibilidade de água no solo em função da precipitação ocorrida no mês de dezembro observamos as maiores produções de CO₂ do período e constata-se ainda na área de pasto o menor valor (171,56 mgCO₂ m⁻²h⁻¹) diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, resultado relacionado, provavelmente, a uma menor diversidade de microrganismos edáficos em função da substituição da vegetação característica do bioma Caatinga por pasto composto por capim-estrela (*Cynodon* sp.). Souto et al. (2007) verificaram que os fatores limitantes

para a atividade microbiana em área de caatinga foram os baixos conteúdos de água e elevadas temperaturas do solo. As variações de temperatura do solo dependem fundamentalmente do clima, cobertura vegetal, teor de água do solo e na sua coloração (SOUTO, 2002).

De acordo com Moreno et al. (2007) a atividade microbiana dos solos pode não ser constante, visto que a mesma se altera ao longo do tempo. Nos ambientes tropicais ainda são pouco conhecidos aspectos como a variabilidade temporal e espacial, a relação com propriedades do solo e também como as diversas práticas e estratégias utilizadas em agricultura e/ou pecuária afetam a emissão do CO₂ no solo (PANOSSO et al., 2006a; PANOSSO et al., 2006b).

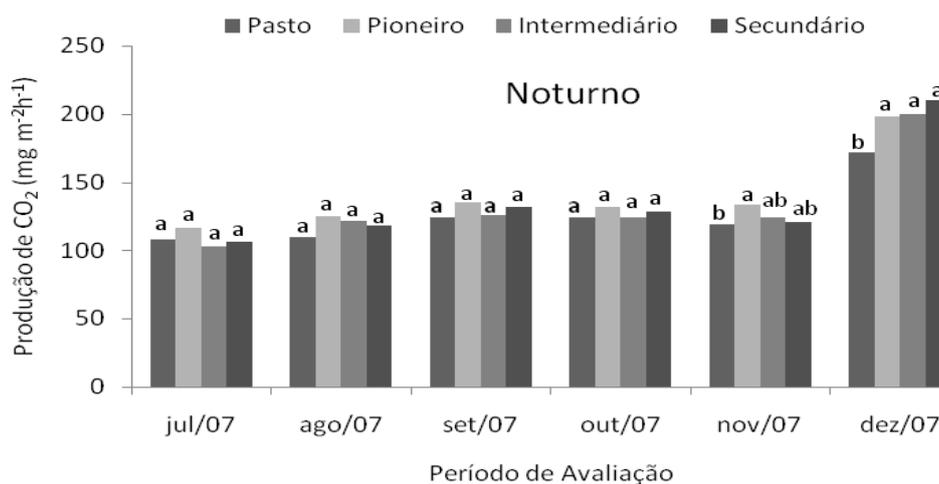


Figura 3. Valores médios da produção de CO₂ do solo para o período noturno nos meses de julho a dezembro de 2007 em quatro estágios sucessionais da caatinga no município de Santa Terezinha - PB.

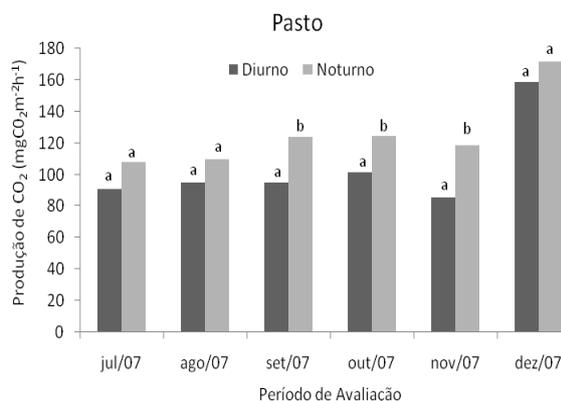
Informações das mudanças temporais do fluxo de CO₂ podem indicar quais as práticas de manejo que poderiam minimizar a evolução de CO₂ (DUIKER; LAR, 2000). As práticas que contribuem para a adição ou remoção de material vegetal do solo acarretam alterações na biomassa microbiana, as quais podem ser avaliadas pelos quantitativos de gás carbônico produzido (MATTER et al., 1999).

A quantificação da atividade microbiana, avaliada por meio do carbono do CO₂ (C- CO₂) liberado, têm sido utilizado como indicador sensível de estresse/perturbação ou estabilidade de ecossistemas (COLOZZI FILHO et al., 2001; DE-POLLI; GUERRA, 1999).

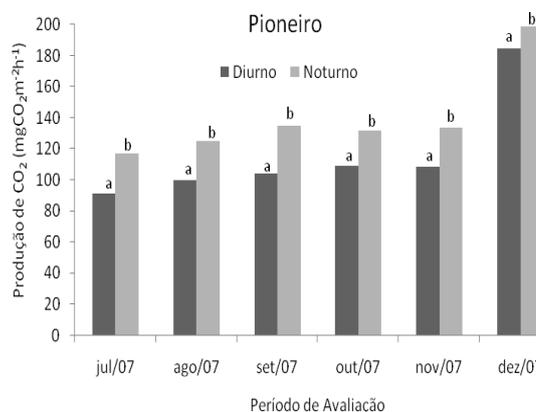
De acordo com Souto et al. (2004) as alterações antrópicas podem ser diagnosticadas por meio da mensuração de

emissões de CO₂ do solo para a atmosfera, já que variam em função de fatores como atividade microbiana e radicular do solo, disponibilidade de carbono orgânico e, também, a umidade do solo.

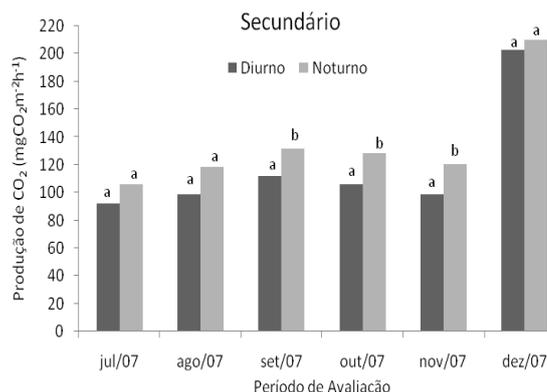
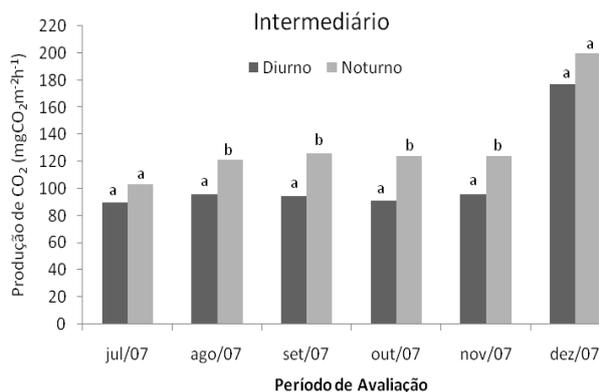
A produção de CO₂ medida mensalmente, resultante da atividade microbiana nos turnos diurno e noturno é apresentada na figura 4A, B, C e D. Observa-se que durante o período noturno de avaliação os valores de produção de CO₂ foram superiores aos do período diurno nos meses de julho a novembro nos quatro estágios sucessionais estudados, o que pode se atribui as altas temperaturas ocorrentes na Caatinga, nesse período, podendo reduzir a atividade microbiana nas camadas superficiais do solo. No mês de dezembro apenas no estágio pioneiro observamos diferença significativa entre o período diurno e noturno.



A



B



C

D

Figura 4. Valores médios da produção de CO₂ do solo entre os períodos diurno (05:00 às 17:00) e noturno (17:00 às 5:00) para os estágios sucessionais de Pasto (A), Pioneiro (B), Intermediário (C) e Secundário (D) na caatinga no município de Santa Terezinha - PB.

Verifica-se ainda que as maiores produções de CO₂ ocorreram no mês de dezembro, coincidindo com a primeira precipitação pluviométrica na área experimental. A maior atividade microbiana, representada pela maior produção de CO₂ está diretamente relacionada à umidade do solo. Souto et al. (2004) encontraram maior produção de CO₂ no período noturno, quando comparado com o período diurno e atribuíram este resultado as menores oscilações da no período noturno, garantindo melhores condições para os microrganismos do solo.

4. CONCLUSÕES

- A atividade microbiana avaliada pela produção de CO₂ foi maior no período noturno, quando comparada com o

período diurno, sendo favorecida pela umidade do solo;

- O aumento nos teores de umidade do solo no mês de dezembro foi o parâmetro que mais influenciou o aumento da atividade microbiana resultando em maior desprendimento de CO₂ do solo;
- A avaliação da atividade respiratória em campo mostrou-se eficiente, de baixo custo e apresenta-se altamente sensível para a caracterização das condições naturais.

5 - REFERÊNCIAS

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; DOS 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, n. único, p.57-63, out-dez.
2006.
- ARAÚJO, L.V.C. de. Levantamento Fitossociológico da Reserva Particular do Patrimônio Natural da Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha – PB: Patos, 2000. 37 p.
- BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** Florianópolis: Ed. UFSC, v.1. 425p. 1994.
- COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; BALOTA, E.L. Atividade microbiana em solos cultivados em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.84-91, 2001.
- DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M.. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, A. G. E CAMARGO, F. A. O. (eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo: **Ecosistemas tropicais e sub-tropicais.** Porto Alegre: Gênese, p. 389-411, 1999.
- DRUMOND, M.A., KIILL, L.H.P., LIMA, P.C.F., OLIVEIRA, M.C., OLIVEIRA, V.R., ALBUQUERQUE, S.G., NASCIMENTO, C.E.S. e CAVALCANTE, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: SEMINÁRIO PARA AVALIAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO, UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL E REPARTIÇÃO DE BENEFÍCIOS DA BIODIVERSIDADE DO BIOMA CAATINGA. **Anais ...** EMBRAPA/CPATSA, UFPE e Conservation International do Brasil, Petrolina. 2000.
- DUARTE, J. J. Desertificação do semi-árido paraibano. **Conceitos**, v. 9, p. 53-60, 2003.
- DUIKER, S. W.; LAL, R. Carbon budget study using CO₂ flux measurements from a no till system in central Ohio. **Soil and Tillage Research**, v.54, p.21-30, 2000.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo.** 2ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1997. 212p.
- FEIGL, B. J.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C. C. Effects of pasture introduction on soil CO₂ emissions during the dry season in the state of Rondônia, Brazil. **Biogeochemistry**. v.31, p1-14, 1995.
- FRANZLUEBBERS, A.J.; HONS, F.M. & ZUBERER, D.A. Tillage-

- induced seasonal changes in soil physical properties affecting soil CO₂ evolution under intensive cropping. **Soil Till. Res.**, v.34, p.41-60, 1995.
- GRISI, B. M. Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**. v.30, n.1, p.82-88, Jan. 1978.
- HABTE, M. Impact of simulated erosive on the abundance and activity of indigenous vesicular-arbuscular mycorrhizal endophytes in as oxissol. **Biology and Fertility of Soils, Heidelberg**, v.7, p.164-167, 1989.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 1948.
- 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. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999.
- MATTER, U. F.; SILVA, M. S.; COSTA, L. A. de M.; PELÁ, A.; SILVA, C. J. da, DECARELI, L.; ZUCARELLI, C. Avaliação da biomassa microbiana em solo cultivado com três espécies de adubo verde de verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Brasília. **Anais...** Brasília: SBCS, 1999. CD-ROM.
- MENEZES, R. C. S.; GARRIDO, M. da S.; PEREZ M., A. M. Fertilidade dos solos no semi-árido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. 2005. Recife. **Palestras...** Recife: UFPE/SBCS, 2005. CD-ROM.
- MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e Bioquímica do solo, Lavras, UFLA, 2006.
- MORENO, S. A. C.; OLIVEIRA, M. L. J.; LAVORENTI, A.; TORNISIELO, V. L. Efeito da calagem e do herbicida glifosato na atividade microbiana de solos. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.
- MORITA, T.; ASSUNPÇÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e**

- solventes.** São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1972.
- PANOSSO, A. R.; LA SCALA JÚNIOR, N.; PEREIRA, C. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; BARBIERI, D. M. Emissão de CO₂ num latossolo sob diferentes lâminas de molhamento. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.(b)
- PANOSSO, A. R.; LA SCALA JÚNIOR, N.; PEREIRA, G. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; BARBIERI, D. M. Variabilidade espacial da emissão de CO₂ em latossolos com cana-de-açúcar. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM. (a)
- 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, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. do S. B. Desertificação no Nordeste do Brasil. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005. Recife. Palestra... Recife: UFPE/SBCS, 2005. CD-ROM.
- SANTOS, O.M.; GRISI, B.M. Efeito do desmatamento na atividade dos microrganismos de solo de terra firme na Amazônia. **Acta Amazon.**, n. 11, p 97-102, 1981.
- SAS/STAT User's Guide. In: SAS INSTITUTE. SAS Onlinedoc: Version 8.2, Cary, 2000. CD-ROM.
- 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**, Ottawa, v.15, p.97- 106, 1985.
- SILVA, G. A. e; SOUTO, J. S.; ARAUJO, J. L. Atividade microbiana em Luvisolo do Semi-árido da Paraíba após incorporação de resíduos vegetais. **Agropecuária Técnica**, v. 27, n. 1, p. 13 – 20, 2006.
- SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na**

- Paraíba, Brasil.** 2006. 150f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2006.
- SOUTO, P. C. **Estudo da dinâmica de decomposição de esterco na recuperação de solos degradados no semi-árido paraibano.** 2002. 110f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2001.
- SOUTO, P. C.; OLIVEIRA, F. L. N. de; ARAÚJO, E. N. de; JESUS, C. A. C. de; LIMA, A. N. de; SOUTO, J. S. Comparação do fluxo de CO₂ entre áreas de plantio de sombreiro (*Elitoria fairchildiana*) e de acerola (*Malpighia glabra* L.). In: FERTBIO, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n.1, p. 2005.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. dos; SALES, F. das C.; LEITE, R. de A.; SOUSA, A. A. de. Decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de caatinga. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. 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. p. 188. (Boletim Técnico).
- TREVISAN, R.; MATTOS, M. L. T.; HERTER, F. G. Atividade microbiana em argissolo vermelho-amarelo distrófico coberto com aveia preta (*Avena* sp) no outono, em um pomar de pessegueiro. **Científica Rural**, Bagé, v. 7, n. 2, p. 83-89, 2002.
- VEZZANI, F. M.; AMADO, T. J. C.; SPAGNOLLO, E. ; SULZBACH, L.. Relações de Atributos Biológicos do Solo Agrícola com o Potencial Produtivo. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Ribeirão Preto. Solo: alicerce dos sistemas de produção. Botucatu : UNESP, 2003.
- WAGNER JÚNIOR, W.; PIMENTEL, L. D.; MORGADO, DELL'ÒRTO MORGADO, M. A.; SILVA, J. O. da C.; SOUZA, C. M. de; BRUCKNER, C. H. Influência do

manejo da cobertura vegetal sobre a umidade do solo e crescimento do porta-enxerto de pessegueiro 'Okinawa'. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 1, p. 99 – 103, 2006.