

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE MICROBIANA BASEADA NA PRODUÇÃO DE C-CO₂ EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO CARIRI PARAIBANO

Kallianna Dantas Araujo

Aluna do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, CTRN/UFCEG. E-mail: kdaraujo@yahoo.com.br, Bolsista Capes.

Endereço residencial: Rua Silva Barbosa, 1059, apto. 223, Edifício Boa Vontade, Bodocongó, CEP58.109-010 –

Campina Grande - PB, E-mail: kallianna@uol.com

Alberício Pereira de Andrade

Prof. Adjunto, PPGMSA/CCA/DSER/UFPB/Areia, PB, E-mail albericio@uol.com.br

Paulo Roberto de Oliveira Rosa

Prof. Adjunto, DGEOC/CCEN/UFPB/João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: paulorosa_ufpb@hotmail.com

Riselane de Lucena Alcântara Bruno

Profa. Adjunto, PPGA/CCEN/UFPB/Areia, PB, Brasil. E-mail: laneufpb@hotmail.com,

Vânia da Silva Fraga

Profa. Adjunto, DSER, CCA, UFPB. Fone: (83) 33622300. E-mail: vfraga@cca.ufpb.br

Resumo - A elevada incidência da radiação solar e da temperatura e a alta variabilidade inter anual da precipitação pluviométrica na região do semi-árido paraibano, contribuem para as perdas de CO₂ do solo. O trabalho objetivou avaliar a atividade microbiana por meio da produção C-CO₂ numa microbacia hidrográfica que passa por um processo de degradação ambiental no semi-árido da Paraíba, localizado na Fazenda Experimental Bacia Escola, CCA, UFPB em São João do Cariri, PB, no período de uma translação, compreendido entre os anos de 2003 e 2004. Foram definidos cinco pontos de determinação em uma toposequência em que foi feita a avaliação da atividade microbiana por meio da produção de C-CO₂. Na estação chuvosa a taxa de perdas de CO₂ do solo diminuiu independente da posição de determinação na toposequência. Na estação seca, quando ocorria alguma precipitação pluviométrica, a taxa de respiração edáfica, expressa em termos de perdas de CO₂ do solo para a atmosfera, aumentou com a disponibilidade de água do solo.

Palavras-chave: Semi-Árido, variabilidade temporal, CO₂

EVALUATION OF MICROBIAL ACTIVITY BASED ON THE OUTPUT OF C-CO₂ IN THE AREA OF CAATINGA CARIRI OF PARAIBA

Abstract - The high incidence of the solar radiation and temperature and the high annual variability of the rainfall during the year in the region of semiarid Paraíba, contribute for the losses of CO₂ of the soil. The aim of this paper is to evaluate the microbial activity according the emissions of C-CO₂ in a micro basin which is in a process of environmental degradation in Paraíba semiarid, located in the “Fazenda Experimental Bacia Escola, CCA, UFPB” in São João do Cariri, PB, during a translation, in the years of 2003 to 2004. Five points of determination had been choosed in a toposequence where there was evaluated the microbial activity by the C-CO₂ production. In the rainy season the tax of losses of CO₂ of the soil diminished independent of the position of determination in the toposequence. In the dry season, when there was some pluviometric precipitation, the tax of edaphic respiration, expressed in terms of losses of CO₂ from the soil to the atmosphere, increased with the water availability of the soil.

Key-words: Semi-arid, temporal variability, CO₂

INTRODUÇÃO

As alterações antrópicas vêm promovendo impactos sobre a produtividade dos ecossistemas naturais, alterando a atividade microbiana e conseqüentemente, a ciclagem de nutrientes. Uma das formas de diagnosticar essas alterações é através da mensuração de emissões de CO₂ do solo para a atmosfera, uma vez que estas variam em função de fatores como atividade microbiana e radicular do solo, disponibilidade de carbono orgânico e, também, da umidade do solo (SOUTO et al., 2004).

A retirada da cobertura vegetal, que ocorre freqüentemente nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro, provoca efeitos drásticos, seja pela diminuição da proteção do solo contra os raios solares e erosão, como também pela redução dos compostos orgânicos (TREVISAN et al., 2002).

De forma complementar, Toledo et al. (1997) mencionam que o desmatamento rompe os ciclos de nutrientes que são removidos pelo corte da mata, propiciando elevada lixiviação, erosão superficial e ruptura da atividade meso e microbiológica do solo. Essas ações tendem a diminuir de forma considerável a fertilidade do solo, gerando áreas degradadas de difícil e lenta recuperação. Assim, 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).

Dessa forma, a respiração edáfica também pode ser utilizada para se documentar mudanças na dinâmica do carbono do solo em áreas que sofreram desmatamento (FEIGL, 1995). O estudo de cinética da respiração edáfica ajuda a explicar muitos processos que ocorrem nos solos e são de fundamental importância para a recuperação de áreas degradadas (Bakke et al., 2001). A respiração do solo é um forte indicador da intensidade de decomposição. Essa intensidade mostra-se distinta no curso do tempo diário e anual e depende do clima e da atividade biológica no solo (SING E GUPTA, 1977). Poggiani et al. (1977) também verificaram que as condições climáticas possuem uma acentuada influência sobre a evolução do CO₂ do solo.

Nos trópicos, a temperatura do verão situa-se na faixa de 30 °C a 35 °C, sugerindo que o consumo de 'alimentos' pela atividade microbiana na superfície do solo atinge o máximo e em seguida entra em colapso, pelo excesso de temperatura (BLEY Jr., 1999). A temperatura é um dos fatores que influencia a atividade dos microrganismos no solo, intensificando ou retardando as atividades biológicas no solo. Ela depende fundamentalmente do clima, cobertura vegetal, teor de água do solo e da sua coloração (SOUTO, 2002). De acordo com Trevisan et al. (2002) no inverno, por apresentar temperaturas mais baixas, a atividade dos microrganismos é menor em relação à primavera e ao verão.

O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade microbiana através da produção de C-CO₂ numa microbacia hidrográfica que passa por um processo de degradação ambiental no semi-árido da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental Bacia Escola, no município de São João do Cariri no semi-árido paraibano (coordenadas geográficas 7° 22' 45,1" S e 36° 31' 47,2" W), ocupando uma área de 500 ha. A área está inserida na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Cariri Oriental, na Superfície Aplainada do Planalto da Borborema, sob a litologia cristalina. Apresenta um relevo suavemente ondulado; o bioma encontrado na região é a Caatinga hiperxerófila e o solo é do tipo Neossolo Lítico. O clima é BSh quente com chuvas de verão segundo a classificação de Köppen e bioclima 2b, classificado como subdesértico quente de tendência tropical, variando de 9 a 11 meses secos segundo a classificação de Gaussen. Dispõe de uma temperatura elevada na maior parte do ano, atingindo valores máximos de 27,2 °C no período de novembro a março e mínima de 23,1 °C no mês de julho (Varejão-Silva, 1984). A umidade relativa do ar é de 70 %, aproximadamente.

Na microbacia estudada foi escolhida uma toposequência e selecionados cinco pontos de determinação, em diversas posições do relevo, sendo denominadas como topo, ombro, encosta, pedimento e várzea (Figura 1). Todos os pontos apresentam reduzida cobertura vegetal e presença de animais (caprinos, ovinos, asininos e eqüinos).

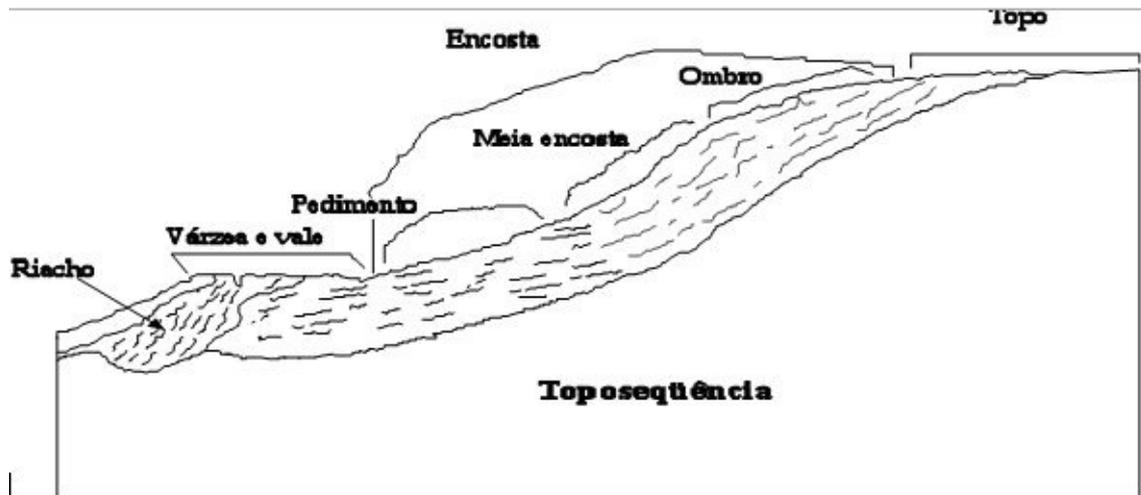


Figura 1. Esquema da subdivisão da toposequência: topo, ombro, meia encosta, pedimento e várzea para amostragens de C-CO₂ e conteúdo de água do solo na microbacia em estudo, São João do Cariri, PB.

O material de solo foi coletado em cada ponto da toposequência na camada superficial de 0-10 cm de profundidade. A coleta foi realizada mensalmente seguindo o mesmo procedimento ao longo da pesquisa, totalizando um período de doze meses. As amostras de solo foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos. Em seguida, foram secas ao ar, destorroadas, passadas em peneira de malha 2 mm (Terra Fina Seca ao Ar – TFSA) e incubadas durante um período de três dias.

A incubação do solo foi feita de acordo com a recomendação de Franzluebbbers et al. (2000) em que massas de solo com diâmetro de partícula inferior a 2 mm, variando entre 102,531 e 121,396 g, foram acondicionadas em copos plásticos de 100 mL de capacidade previamente marcados para definir um volume de 80 cm³.

O solo nos copos foi umedecido com água deionizada em quantidade equivalente a 40% do espaço poroso e colocado em frasco hermeticamente fechado, contendo um recipiente com 10 mL de NaOH 1 N, para captação do CO₂ liberado e outro com 10 mL de H₂O deionizada, para a manutenção da umidade do ar dentro do frasco. O CO₂ liberado após três dias de incubação foi quantificado nas amostras de solo por meio de titulação potenciométrica.

A titulação foi realizada segundo a metodologia de Sampaio e Salcedo (1982), utilizando-se o instrumento pHMETRO DM – 20 Digimed. Foi transferido 5 mL de NaOH para um béquer de 250 mL, acrescentando água (± 10

mL) até que o eletrodo ficasse totalmente submerso. A titulação foi feita com HCl 0,05 N, sendo adicionados lentamente 3 mL de HCl 1 N à solução para verificar as variações de pH ocorridas durante o processo (Fraga, 2002). O volume gasto do pH 8,3 a 3,7 corresponde à quantidade de CO₃²⁻ que passou para bicarbonato.

Para cada amostra de solo coletada no campo, foram feitas três repetições, totalizando 15 amostras. Foi utilizado um frasco branco (controle) para descontar o CO₂ que poderia ainda estar no sistema.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados em esquema fatorial (12 x 5) x 3, 12 meses, 5 pontos e 3 repetições. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de translação da Terra os valores de C-CO₂ apresentaram uma variação ao longo da toposequência (Figura 2). A maior liberação de C-CO₂ ocorreu nas áreas de pedimento seguido da várzea e meia encosta, locais onde apresentaram o maior conteúdo de água do solo (Figura 3). Com uma tendência de crescimento do ombro da encosta para o pedimento.

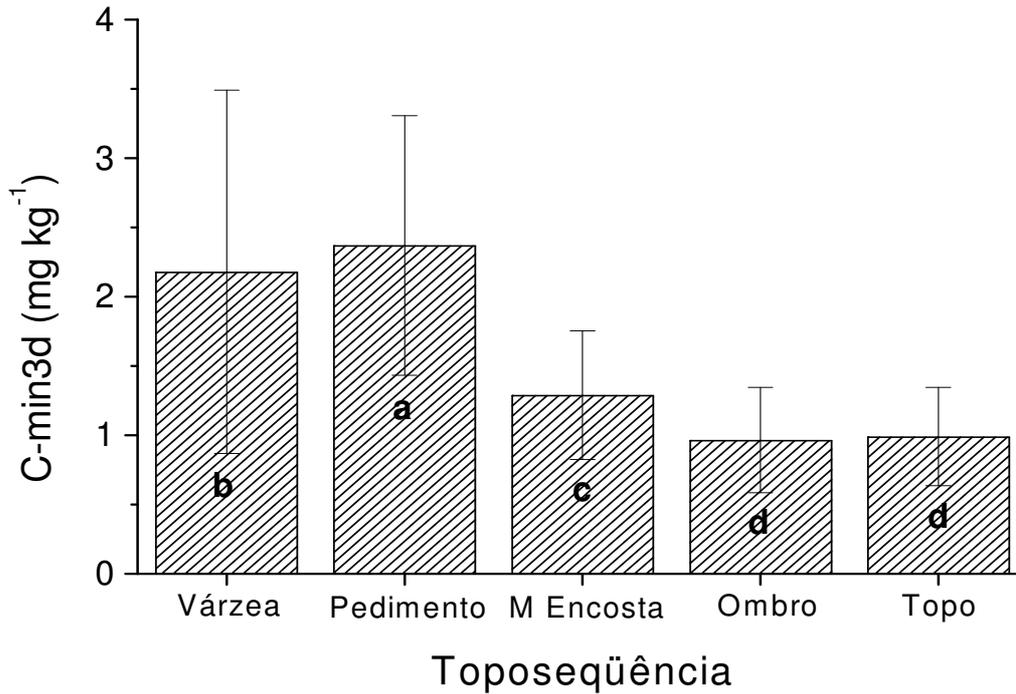


Figura 2. Teor de carbono mineralizado em três dias (C-min3d) em mg kg⁻¹, nos cinco pontos de determinação. Média (n = 12) de doze meses (Out.2003/Set.2004), seguidas de mesma letra não diferem entre si (p < 0,05), pelo teste de Tukey.

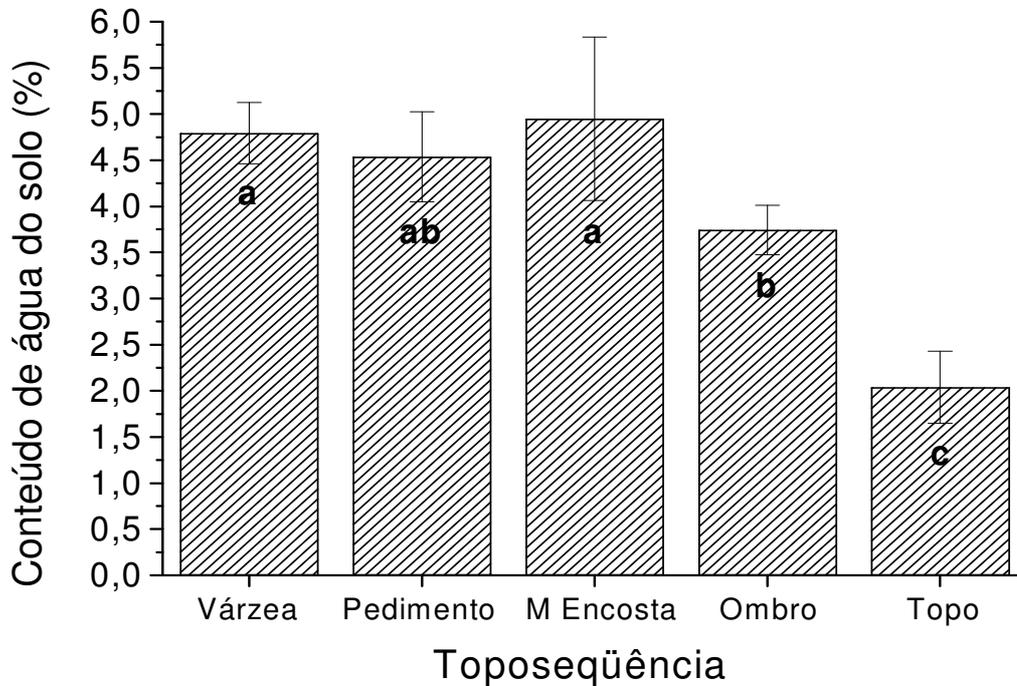


Figura 3. Conteúdo médio de água no solo (%) da toposequência referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

Na toposequência estudada as áreas mais vulneráveis à perda de C-CO₂ foram o topo e o ombro da encosta, sugerindo que qualquer pressão em demasia pode aumentar a instabilidade dos sistemas agropecuários. Esta, ultrapassando o limiar de tolerância desses ambientes, acabará por acarretar desajustes no sistema natural provocando danos significativos ao ecossistema, seja pela presença de animais (caprinos, ovinos, asininos e eqüinos), seja por outros tipos de intervenção (DREW, 1986). O desmatamento é um dos principais fatores de instabilidade do equilíbrio dinâmico do ecossistema. Cardoso et al. (1992) apontam que quando este

equilíbrio natural é rompido o solo vai tornando-se cada vez mais pobre em carbono.

Os maiores teores de C-CO₂ foram verificados na área com pedimento em relação à de várzea; isto pode ser atribuído ao fato desta secção se encontrar mais próxima da margem do riacho, assim, o material arrastado pela enxurrada foi sendo acumulado na área de pedimento.

Observou-se uma queda no teor de C-CO₂ após o período chuvoso (Figuras 4) nos meses de fevereiro (0,724 mg kg⁻¹), março (0,896 mg kg⁻¹), junho (0,935 mg kg⁻¹) e julho (0,887 mg kg⁻¹), que não se diferenciaram estatisticamente ($p < 0,05$) (Tabelas 1 e 2).

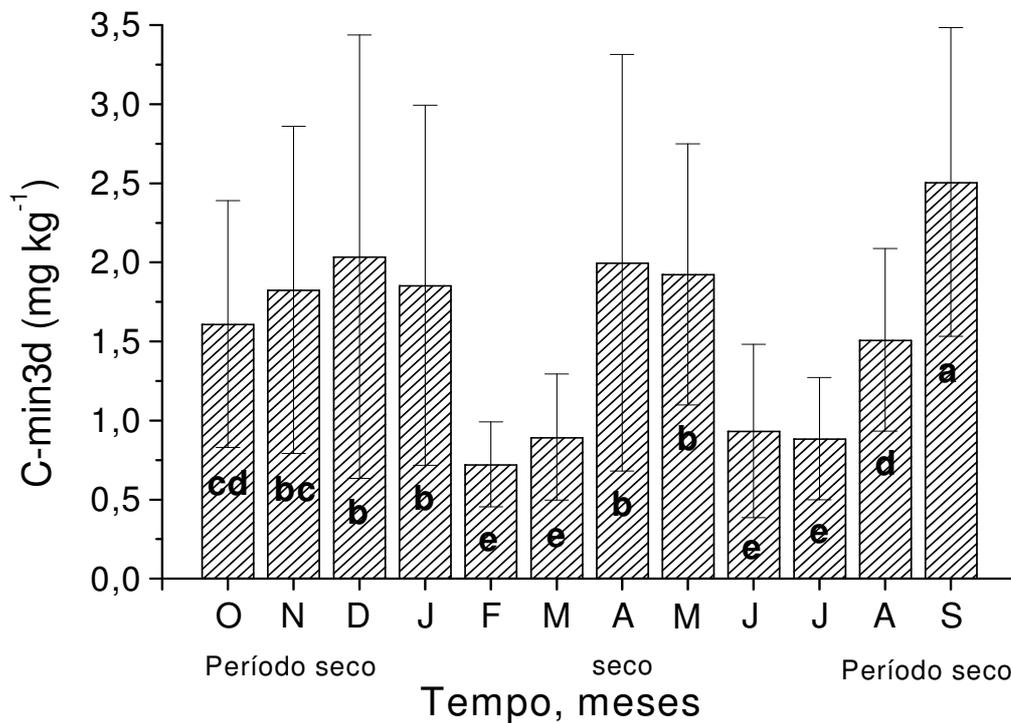


Figura 4. Quantidade de carbono mineralizado em três dias (C-min3d) em mg kg⁻¹ em amostras coletadas no período outubro de 2003 a setembro de 2004. Média (n = 5) de cinco pontos da toposequência, seguidas de mesma letra não diferem entre si ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey.

Tabela 1. Evolução da atividade microbiana (mg kg^{-1}) nos diferentes pontos de determinação na toposequência da encosta da Microbacia do açude Namorados

Meses	Pontos				
	Várzea	Pedimento	Meia encosta	Ombro	Topo
Out	2,497 a	2,29 a	1,59 b	0,84 c	0,84 c
Nov	3,16 a	2,59 a	1,59 b	1,16 bc	0,64 c
Dez	2,42 b	4,31 a	1,46 c	1,12 c	0,87 c
Jan	3,72 a	2,15 b	1,23 c	0,93 c	1,25 c
Fev	0,72 a	1,17 a	0,51 a	0,52 a	0,70 a
Mar	0,75 b	1,58 a	0,78 b	0,85 b	0,53 b
Abr	3,56 a	3,26 a	1,46 b	0,797 c	0,91 bc
Mai	3,299 a	2,02 b	1,63 bc	1,18 c	1,49 bc
Jun	1,14 ab	1,79 a	0,69 bc	0,41 c	0,64 bc
Jul	0,36 d	1,29 a	1,04a bc	0,62 bcd	1,12 a
Ago	0,90 b	2,46 a	1,40 b	1,47 b	1,31 b
Set	3,595 a	3,51 a	2,14 b	1,698 b	1,598 b

* Médias seguidas de letra minúscula compara os (05 pontos) no mesmo mês.

Tabela 2. Evolução da atividade microbiana (mg kg^{-1}) nos diferentes meses do ano na toposequência da encosta da Microbacia do açude Namorados

Meses	Pontos				
	Várzea	Pedimento	Meia encosta	Ombro	Topo
Out	2,497 B	2,29 CD	1,59 AB	0,84 BCDE	0,84 BCDE
Nov	3,16 A	2,59 C	1,59 AB	1,16 ABCD	0,64 DE
Dez	2,42 B	4,31 A	1,46 B	1,12 ABCD	0,87 BCDE
Jan	3,72 A	2,15 CDE	1,23 BCD	0,93 BCDE	1,25 ABCD
Fev	0,72 CD	1,17 F	0,51 E	0,52 DE	0,70 CDE
Mar	0,75 CD	1,58 EF	0,78 CDE	0,85 BCDE	0,53 E
Abr	3,56 A	3,26 B	1,46 B	0,797 CDE	0,91 BCDE
Mai	3,299 A	2,02 CDE	1,63 AB	1,18 ABC	1,49 AB
Jun	1,14 C	1,79 DEF	0,69 DE	0,41 E	0,64 DE
Jul	0,36 D	1,29 F	1,04 BCDE	0,62 CDE	1,12 ABCDE
Ago	0,90 CD	2,46 C	1,40 BC	1,47 AB	1,31 ABC
Set	3,595 A	3,51 B	2,14 A	1,698 A	1,598 A

* Médias seguidas de letra maiúscula compara o mesmo ponto em relação aos meses.

Esses resultados tiveram a mesma tendência encontrada por Cattelan e Vidor (1990) que observaram uma diminuição da atividade dos microrganismos após um período de excesso hídrico, seguido de um acréscimo quando o fornecimento hídrico no solo foi satisfatório. Lira (1999) verificou que no período chuvoso a respiração edáfica diária apresentou valores baixos em função das menores temperaturas, enquanto que no período seco, devido ao

aumento da temperatura e a um melhor suprimento de água no solo, houve uma atividade microbiana mais intensa e, conseqüentemente, um aumento na liberação de CO_2 .

A queda na liberação de C-CO_2 nos meses mencionados provavelmente deveu-se ao fato de que a pluviosidade ocorrida no período compreendido entre janeiro-março e maio-julho, ter contribuído para o aumento do seqüestro de carbono pela vegetação e pela microbiota do solo. Isto se

deve, possivelmente, ao fato de que os microrganismos estão adaptados a condições de maior temperatura e menor umidade, valores esses que diferiram nos meses de fevereiro, março, junho e julho. Uma menor atividade dos microrganismos em função das baixas temperaturas do solo foi também observada por Paul e Clark (1996) que associaram o decréscimo à adaptabilidade dos microrganismos a diferentes extremos de temperatura.

De forma complementar, Moreira (2002) menciona que a decomposição contribui para a elevação da temperatura que por sua vez estimula a atividade dos decompositores. Solos de clima frio também apresentam valores mais elevados de liberação de CO₂ que solos tropicais, quando se eleva a temperatura. Isso é devido a uma maior adaptação da microbiota dos solos tropicais a temperaturas elevadas e

certa sensibilidade das populações microbianas dos solos do hemisfério norte ao aumento de temperatura.

No mês de janeiro choveu muito acima da média e, coincidentemente, o teor de C-CO₂ caiu acentuadamente nos meses subsequentes (fevereiro e março). A maior liberação de CO₂ ocorreu no mês de setembro (2,52 mg kg⁻¹) devido possivelmente ao maior aporte de nutrientes após o período chuvoso (Figura 5). Lira (1999), ao investigar a influência da respiração do solo em padrões sazonais sobre a produtividade florestal em dois diferentes ecossistemas, verificou que a respiração de raiz diminuía enquanto a respiração microbiana aumentava, em respostas às temperaturas mais quentes do solo e à maior disponibilidade de carbono neste. A taxa máxima de emissão de CO₂ foi verificada, durante o meio e o final do verão.

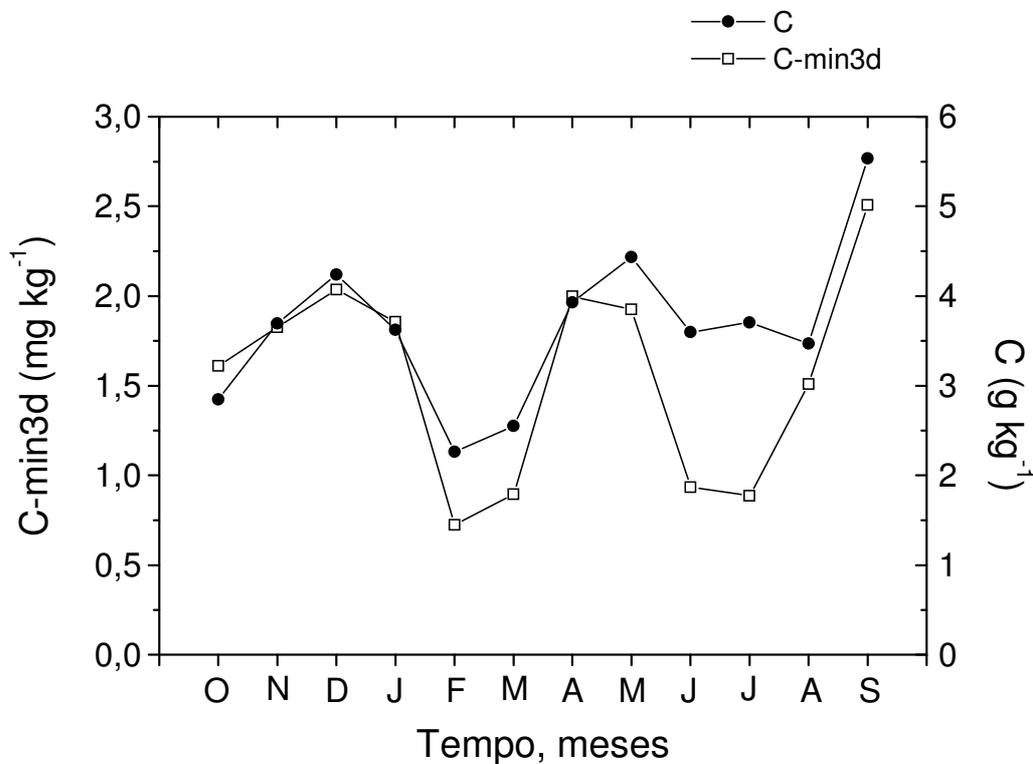


Figura 5. Carbono mineralizado em três dias (C-min3d) em mg kg⁻¹ e concentração de C em g kg⁻¹ na toposequência durante o período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

O teor de C-CO₂ variou ao longo do tempo (Figura 6), o que possivelmente pode estar associado às flutuações sazonais do clima, que influenciam na atividade microbiana do solo. Cattelan e Vidor (1990) afirmam que essa flutuação é maior nas camadas superiores do solo, onde existem as maiores oscilações no conteúdo de água do solo e de

temperatura. A amplitude de variação foi maior na várzea e no pedimento. Souto (2002) menciona que quando o solo sofre processos de umedecimento e secagem relativamente rápidos poderá influenciar nos declínios e acréscimos da população de microrganismos do solo.

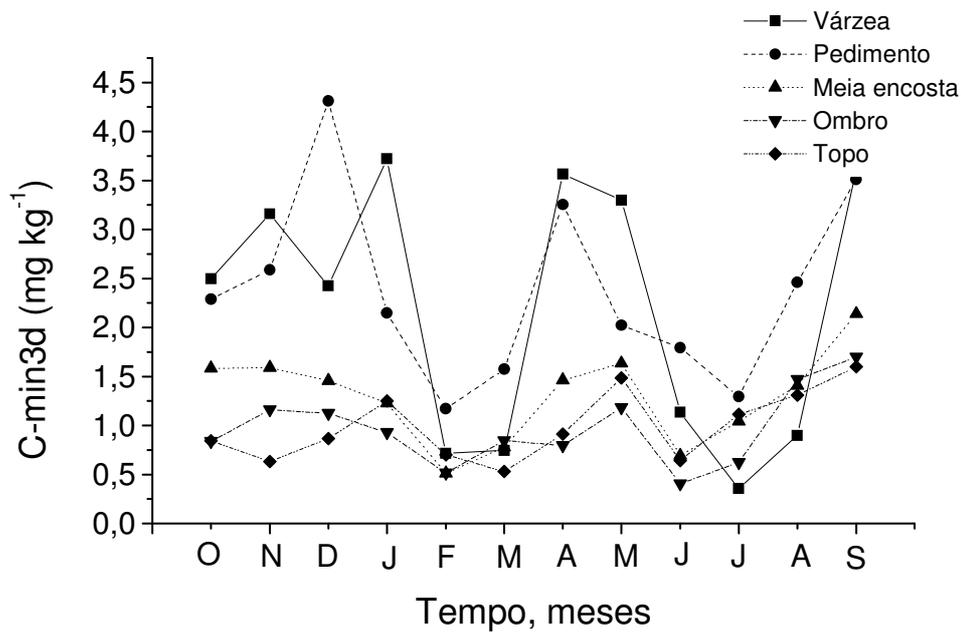


Figura 6. Quantidade de carbono (n = 3) mineralizado em três dias (C-min3d) em mg kg⁻¹ liberado do solo nos locais de determinação da toposequência durante o período de outubro de 2003 a setembro de 2004. Média de doze meses, seguidas de mesma letra não diferem entre si (p < 0,05), pelo teste de Tukey.

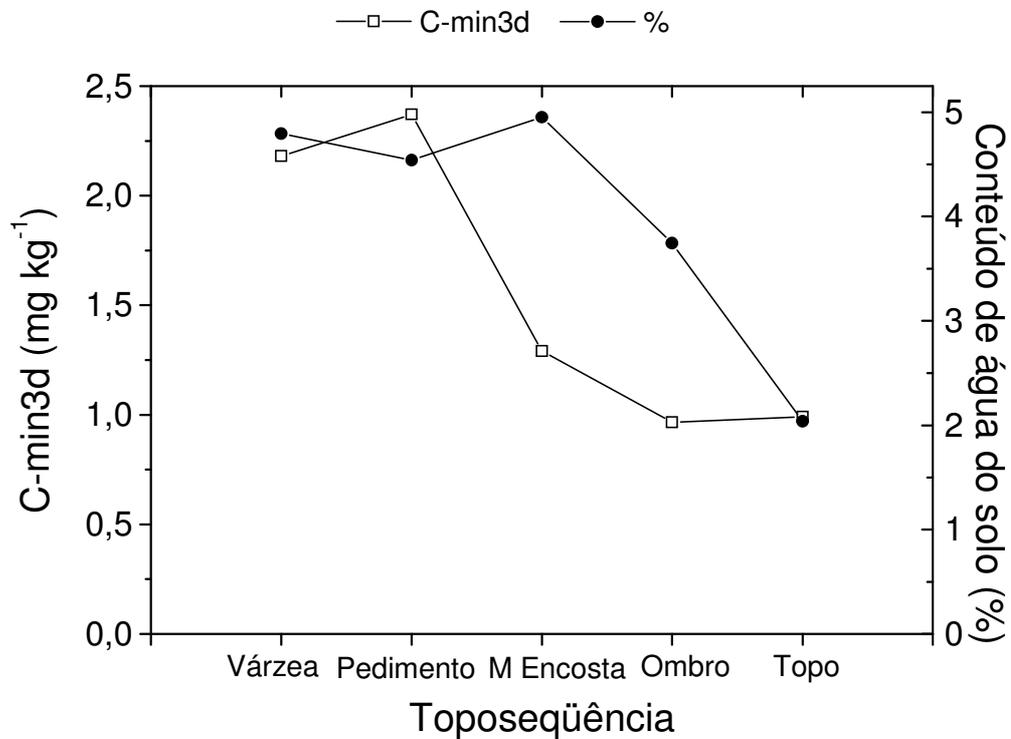


Figura 7. Carbono mineralizado em três dias (C-min3d) em mg kg⁻¹ e conteúdo de água do solo (%) na toposequência, referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

Foi observado que, independente do local, as curvas seguiram a mesma tendência, assemelhando-se à curva do conteúdo de água do solo (Figura 7), havendo um maior desprendimento do C-CO₂ quando do aumento do armazenamento de água do solo, a partir de um incremento nas épocas de maior disponibilidade hídrica e de temperaturas mais baixas. Assim, quanto maior o armazenamento de água maior o C-CO₂ emanado do solo.

Conforme Cattelan e Vidor (1990), as variações meteorológicas locais exercem efeito sobre essa flutuação, verificando-se uma tendência de estímulo em épocas de boa disponibilidade hídrica. Poggiani et al. (1977) também verificaram que as condições climáticas possuem uma acentuada influência sobre a evolução do CO₂ do solo.

CONCLUSÕES

Nas condições edafo-climáticas e de vegetação da área em que foi realizado o experimento concluiu-se que:

- A maior liberação de C-CO₂ ocorreu nas áreas de pedimento seguido da várzea e meia encosta, locais de maior conteúdo de água do solo, com tendência de crescimento do ombro da encosta para o pedimento;
- Na estação chuvosa a taxa de perdas de CO₂ do solo diminuiu independente da posição na toposequência;
- Eventos de chuva, mesmo na estação seca, proporcionaram um aumento nas perdas de CO₂ independentemente da posição do solo na toposequência;
- Independente do local na toposequência, na estação chuvosa, houve um maior desprendimento do C-CO₂ do solo à medida que aumentou o conteúdo de água do solo;
- A evolução da perda de C-CO₂ variou concomitante com as flutuações sazonais do clima e da atividade microbiana do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKKE, I. A.; LIRA, J. E. de; OLIVEIRA, V. M. de; LEITE, R. M. B.; Souto, P. C.; MAIA, E. L.; SOUTO, J. S.; ARAÚJO, G. T. de. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba. In: Encontro Nordeste de Biogeografia – ENB, 2, 2001, Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL, 2001. CD Rom.

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

CARDOSO, E. J. B. N. Ecologia microbiana do solo. In: CARDOSO, E. J. B. N.; Tsai, S.M.; Neves, M.C.P. (org.). **Microbiologia do solo**. Campinas/SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992, p.33-39.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.133-142, 1990.

DREW, D. **Processos interativos homem - meio ambiente**. Trad. de João Alves dos Santos. São Paulo: DIFEL, 1986. 206p.

FRAGA, V. da S. **Mudanças na matéria orgânica (C, N e P) de solos sob agricultura de subsistência**. 2002. 70f. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) - Tecnologias Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FRANZLUEBBERS, A. J.; HANEY, R. L.; HONEYEUTT, C. W.; SCHOMBERG, H. H.; HONS, F. M. Flush of carbon dioxide following rewetting of dried soil relates to active organic pools. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v.64. p.613-623, 2000.

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.

LIRA, A. C. S. de. **Comparação entre povoamento de eucalipto sob diferentes práticas de manejo e vegetação natural de cerrado, 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.

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, 27, Brasília. **Anais...** Brasília: SBSC, 1999. CD Rom.

MOREIRA, F. M de S. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 625p.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Soil microbiology and biochemistry. Califórnia: **Academic Press**, 1996. 340p.

POGGIANI, F.; LIMA, W. de P.; BALLONI, E. A. & NICOLELLO, N. Respiração edáfica em plantações de coníferas e folhosas exóticas em área de cerrado do estado de São Paulo. **IPEF**, v.14, p.129-148, 1977.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Efeito da adição de nitrogênio e palha (C¹⁴) na liberação de CO₂ e formação de biomassa microbiana em latossolo vermelho amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, p.177-181, 1982.

SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Botan. Rev.**, n.43, p.449-528, 1977.

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, 26, 2004, Lages. **Anais...** Lages: UDESC e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD Rom.

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.

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, 26, 2004, Lages. **Anais...** Lages: UDESC e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD Rom.

TREVISAN, R.; MATTOS, M. L. T.; HERTER, F. G. Atividade microbiana em argissolo vermelho-amarelo distrófico típico coberto com aveia preta (*Avena sp.*) no outono, em um pomar de pessegueiro. **Científica Rural**, Bagé, v.7, n.2, p.83-89. 2002.

TOLEDO, M. C. B. de; BALLESTERO, S. D.; RIBEIRO, M. C.; FONTES, M. A.; GIMENEZ, P. S.; NOGUEIRA JR., L. R.; Miranda, M. I. de. Recuperação de áreas degradadas sob ação do pastejo de capivaras. In: Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas. 3., 1997, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: SOBRADE, DPS/DEF, 1997. p. 580.

VAREJÃO-SILVA, M. A. BRAGA, C. C.; AGUIAR, M. J. N.; NIETSCH, M. H.; SILVA, B. B. **Atlas climatológico do Estado da Paraíba.** Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, Núcleo de Meteorologia Aplicada, 1984.