



ESTOQUES DE CARBONO NUMA MICROBACIA DO SEMI-ÁRIDO DE PERNAMBUCO

Edson Carneiro de Miranda¹; Gustavo Ribeiro de Silva Amorim²; Maria do Socorro B. de Araújo³

RESUMO

A matéria orgânica (MO) está relacionada com a susceptibilidade à erosão do solo porque participa na formação e estabilização dos agregados e, conseqüentemente, influencia na estrutura do solo. O manejo da MO é fundamental à manutenção da capacidade produtiva do solo. O objetivo deste trabalho foi determinar e comparar os estoques de carbono no solo entre uma área preservada e uma degradada na bacia do riacho Mulungu, localizada no semi-árido de Pernambuco. As amostras de solo foram realizadas em transectos em duas áreas de encosta, ambas eram próximas e tinham características similares. O carbono foi determinado pelo método de oxidação úmida-difusão e convertido para MO por um fator de conversão. A área preservada apresentou um estoque médio de carbono orgânico maior que a área degradada, como esperado. Os valores de estoque de carbono variaram nas duas áreas e foram 0,9 a 6,7 % e 0,8 a 4,6 % de carbono na camada 0-5 cm, e 0,6 a 4,9 % e 0,5 a 2,5 % na camada 5-15 cm, na preservada e na área degradada, respectivamente. Houve uma redução da MO em cerca de 30% na área degradada em relação à preservada, provavelmente devido a um manejo do solo inadequado.

Palavras – chaves: área degradada; Luvisolos; matéria orgânica; semi-árido.

ABSTRACT - Carbon stocks in a micro basin from semi-arid of Pernambuco

Organic matter is related to soil erosion susceptibility because it participates in the aggregate formation and stabilization and, consequently, it influences on soil structure. Organic matter management is necessary to keep the soil productive capacity. The aim of this study was to determine and compare the soil carbon stocks between a preserved and a degraded area in the Mulungu river watershed, located in the semi-arid of Pernambuco. Soil samples were taken in transects on two slope areas, both were close and had similar characteristics. The carbon was

¹Mestrando e bolsista CNPq do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 6º andar, Cidade Universitária, 50740-530 - Recife, PE – Brasil. E-mail: edson_c_m@hotmail.com

²Geógrafo pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 6º andar, Cidade Universitária, 50740-530 - Recife, PE – Brasil. E-mail: gugafederal@yahoo.com.br

³Professora do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 6º andar, Cidade Universitária, 50740-530 - Recife, PE – Brasil. E-mail: socorro@ufpe.br



determined by the method of wet oxidation-diffusion and converted to organic matter by a conversion factor. The preserved area showed an average stock of organic carbon greater than the degraded area, as expected. The carbon stock values varied in the two areas and were 0.9 to 6.7% and 0.8 to 4.6% at 0-5 cm layer, and 0.6 to 4.9% and 0.5 to 2.5% at 5-15 cm layer, in the preserved and degraded area, respectively. There was a reduction of organic matter by about 30% in the degraded area in relation the preserved one, probably due to an inappropriate soil management.

Key words: degraded area; Luvisols; organic matter; semi-arid.

INTRODUÇÃO

Perda de solo por erosão é um dos principais fatores influenciando o decréscimo da capacidade produtiva do solo. As perdas por este processo ocorrem principalmente na camada superficial que é onde mais se acumulam nutrientes e matéria orgânica.

A matéria orgânica (MO) apresenta uma estreita relação com as demais propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Ela é um agente importante na formação e estabilização dos agregados do solo, que por sua vez vai influenciar na formação da estrutura do solo. Uma boa estrutura é capaz de prevenir a perda por erosão ao permitir a percolação da água eficientemente ao longo do perfil. Portanto, o manejo sustentável da matéria orgânica do solo é fundamental à manutenção da capacidade produtiva do solo em longo prazo.

Segundo Leite et al (2003), em sistemas agrícolas, não só a seleção de culturas e as formas de preparo do solo influenciam na dinâmica da Matéria Orgânica do Solo (MOS), mas também a adição de fertilizantes químicos e materiais orgânicos influenciam de forma positiva nos processos biológicos de decomposição e mineralização da MOS.

O declínio no carbono orgânico do solo, relacionado ao grau de erosão, tem sido relatado por McDaniell e Hajek (1985), para a maioria das classes de solo. A redução dos estoques de carbono, devido a transporte de sedimentos por erosão, foi encontrada na faixa de 15 a 60 % em áreas de topo de Alfissolos (KIMBLE et al., 2001), que são solos que ocorrem com frequência no semi-árido.

Por esses motivos, a matéria orgânica é uma variável indicadora da qualidade do solo, pois se encontra estreitamente relacionada à maioria das propriedades do solo e é bastante sensível às mudanças nas práticas de manejo. É necessário, portanto, monitorar a degradação da qualidade do solo, acompanhando as mudanças em qualidade e quantidade (total e lábil) da MOS. As quantidades são bastante influenciadas pelo uso do solo e relevo do terreno, mas pouco se conhece quanto às mudanças em qualidade (GALVÃO, 2003).



A erosão resulta em perda de produtividade, por isso é importante quantificar a relação do carbono orgânico com a erosão, para se entender a sustentabilidade de um sistema de manejo. O carbono (C) total do solo é o somatório do C orgânico, presente em sua maior parte na matéria orgânica do solo, com o C inorgânico, encontrados associados aos minerais carbonados, como a calcita e a dolomita (GUERRA e SANTOS, 1999).

Segundo Mielniczuk (1999), para o monitoramento da qualidade do solo é necessário definir atributos de solo e do meio ambiente, sensíveis ao manejo, e que sejam facilmente determinados. Para tanto, Larson & Pirce (1994) propuseram um conjunto mínimo de variáveis químicas, físicas e biológicas, que, acompanhadas ao longo do tempo, são capazes de detectar as alterações da qualidade do solo em função do manejo. O carbono orgânico total (COT) ou a matéria orgânica (MO) do solo encontram-se entre essas variáveis.

Existem dois fatores principais para o consenso em relação à MO como indicador de qualidade do solo. Primeiro, o teor de matéria orgânica no solo é muito sensível em relação às práticas de manejo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde, nos primeiros anos de cultivo, mais de 50% da MO, previamente acumulada, é perdida por diversos processos, entre esses, a decomposição microbiana e a erosão (SANCHES, 1976; GREENLAND et al., 1992; ANDREUX, 1996; PICCOLO, 1996; todos apud MIELNICZUK, 1999, p.2). Segundo, a maioria dos atributos do solo e do meio ambiente tem estreita relação com a MO (DORAN, 1997). Destacam-se a estabilidade dos agregados e da estrutura, infiltração e retenção de água, resistência à erosão, atividade biológica, capacidade de troca de cátions (CTC), disponibilidade de nutrientes para as plantas, lixiviação de nutrientes, liberação de CO₂ e outros gases da atmosfera.

Segundo Addiscot (1992), o solo funciona como um sistema aberto quando está em condições naturais, trocando matéria e energia com o meio, alcançando a estabilidade quando as taxas de adição e de perdas se equivalem. Dentro desse conceito, a adição de matéria orgânica ocorre via adição de carbono, pela síntese de compostos orgânicos no processo da fotossíntese. A quantidade adicionada de carbono, em determinadas condições edafoclimáticas, depende das espécies e dos sistemas de cultura utilizados. Já as perdas de carbono ocorrem principalmente pela liberação de CO₂ na respiração, pela decomposição microbiana dos resíduos e da matéria orgânica do solo e pelas perdas de compostos orgânicos por lixiviação e erosão.

O principal motivo do uso da matéria orgânica como indicador de sustentabilidade está na definição do teor crítico, a partir do qual a qualidade do solo ficaria comprometida. O teor crítico será variável de solo para solo, porém, em regiões tropicais e subtropicais, o teor



de carbono em solos no seu estado natural estável, talvez possa ser tomado como referência (MIELNICZUK, 1999). Mesmo que, em um primeiro momento, esse teor não seja importante para a produtividade das culturas, será significativo na melhoria da qualidade do solo em relação à preservação do ambiente, pela retenção de cátions (CTC), agregação, resistência à erosão, infiltração e retenção de água e retirada de CO₂ da atmosfera (LAL, 1997).

O trabalho foi realizado numa área da microbacia hidrográfica do riacho Mulungu, localizada na comunidade de Sítio dos Montes, no município de Belém do São Francisco, Pernambuco. É cortada pelo riacho Salgado, que integra a bacia do rio São Francisco. Ao longo do riacho, observa-se a ação da erosão linear em sulcos e ravinas, formação de leques de dejeção e assoreamento do leito do rio.

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi determinar os estoques de carbono no solo entre uma área preservada e uma degradada com uso pecuário, numa microbacia susceptível à desertificação no município de Belém do São Francisco – PE.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do riacho Mulungu está localizada no município de Belém de São Francisco no semi-árido de Pernambuco, entre as coordenadas geográficas 8° 32'00''S e 8° 35'00''S e 38° 48'00''W e 38° 52'00''W (Fig. 1).

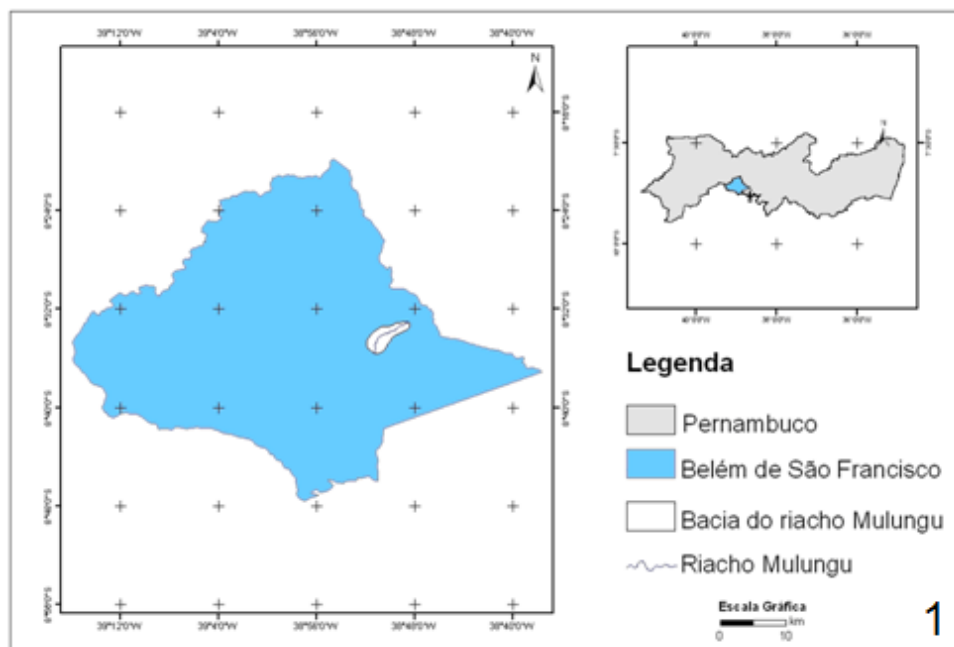


Fig. 1 - Mapa de localização da bacia do riacho Mulungu, município de Belém de São Francisco – PE. Fonte: Menezes, 2008.

O clima é do tipo *Tropical Semi-Árido*, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8 mm.



O solo predominante na microbacia em estudo é o Luvissole, suscetível à erosão, necessitando de um trato cultural para evitar danos permanentes. Esses solos caracterizam-se por argilas de alta atividade e alta saturação por bases, horizonte B textural ou B nítico imediatamente abaixo de um A fraco, ou moderado ou proeminente, com ocorrência de pedregosidade junto à superfície (EMBRAPA, 1999).

Segundo o projeto RADAMBRASIL (1984) a utilização dos Luvissoles é restrita devido ao clima das áreas onde ocorrem, à pedregosidade na superfície e a pouca profundidade. Os principais usos encontrados no semi-árido são para o cultivo de algodão mocó, pecuária extensiva e culturas de subsistência. Para a área de estudo, o uso desses solos se restringe à pecuária extensiva. A capacidade de suporte através desse uso, geralmente é excedida, generalizando um problema relacionado aos processos erosivos.

As amostras para medidas de carbono foram retiradas numa área preservada (Fig. 2), com vegetação nativa e que não tinha sofrido perturbações desde 40-50 anos atrás, considerada a área de referência para este estudo, e numa área visivelmente degradada, com uso de pecuária extensiva há pelo menos vinte anos (Fig. 3).



Fig. 2 - Encosta preservada. Fonte: MIRANDA, E. C



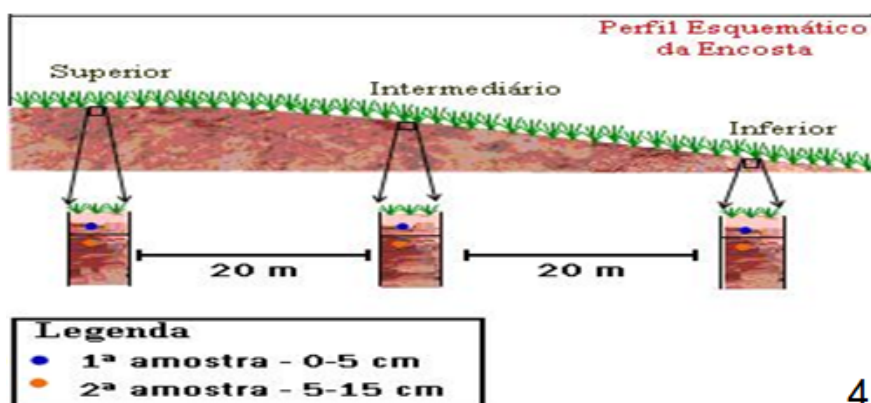
Fig. 3 - Encosta em uso com pecuária. Fonte: MIRANDA, E. C

As duas áreas estavam localizadas numa encosta próxima ao riacho, onde predominavam os Luvissoles e tinham características muito similares: mesma precipitação



anual, mesmos parâmetros geomorfológicos e mesmo tipo de solo. Uma estrutura de grade foi feita no campo, contendo três transectos paralelos, separados por uma distância de seis metros. O comprimento de cada transecto foi de 50 m e neles foram marcados seis pontos, numa distância de 10 metros entre cada um. As amostras de solo foram coletadas ao longo de um eixo da maior inclinação no topo para uma posição mais baixa, sendo que o ponto 1 estava no topo da encosta e o ponto seis na posição mais baixa da encosta.

Em cada ponto foram coletadas amostras nas profundidades de 0-5 e 5-15 cm, totalizando 12 amostras por transecto e 36 amostras em cada área (Fig. 4). Na área preservada, em dois pontos só foi possível coletar na primeira profundidade, devido ao solo muito raso nesses locais, totalizando 34 amostras. As coordenadas de todos os pontos de amostragem foram determinadas usando um sistema de receptor GPS. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha. Uma sub-amostra de solo foi passada em peneira de 0,149 mm de malha e submetida à análise de carbono.



4

Fig. 4 - Perfil esquemático da amostragem do solo ao longo da encosta.

O carbono orgânico total do solo foi determinado pelo método de oxidação úmida-difusão (SNYDER e TROFYMOW, 1984) e a quantificação foi feita por titulação potenciométrica em HCl 0,25 mol L⁻¹, entre os pHs 8,3 e 3,7 (SAMPAIO e SALCEDO, 1982).

A matéria orgânica do solo foi calculada multiplicando-se o valor de carbono orgânico total do solo pelo fator de conversão 1,724 (EMBRAPA, 1997). Já o carbono acumulado em cada camada de solo estudada (estoque de carbono orgânico) foi calculado segundo Freixo et al.(2002) de acordo com a seguinte expressão:

$$EstC = \frac{CO_{total} * Ds * e}{10}$$

Em que:

EstC = estoque de carbono orgânico na camada estudada (Mg ha⁻¹);



CO total = carbono orgânico total (g kg^{-1});

Ds = densidade do solo da camada estudada (kg dm^{-3});

e = espessura da camada estudada (cm).

Para o cálculo do estoque de carbono se fez necessária a determinação da densidade real do solo. A densidade real do solo foi feita com amostras deformadas segundo a metodologia da Embrapa (1997):

Pesou-se uma proveta de 50 ml numa balança de alta precisão, em seguida completou-se com álcool até o volume de 50 ml o que foi pesado novamente, para obter-se a densidade do álcool, subtraiu-se o peso da proveta com o álcool do peso da proveta vazia, dividindo-se pelo volume (50 ml). A determinação da densidade real de cada amostra foi feita pesando cada tubo de 50 ml na balança de alta precisão, adicionando 20 g de solo e em seguida completando com álcool até 50 ml, verificando se todo o ar foi expulso da amostra, que logo em seguida foi novamente pesada.

Os dados obtidos foram lançados na seguinte fórmula:

$$Dr = \text{Solo}_{(g)} / V_{(\text{cm}^3)} * 100 ;$$

Onde:

Dr = Densidade real.

Solo_(g) = quantidade de solo utilizada em gramas (20 g).

V_(cm³) = Volume ocupado pelo solo, que corresponde ao volume do tubo menos o volume ocupado pelo álcool.

Não foi possível utilizar outros métodos devido à pedregosidade do solo na área estudada, impossibilitando a aplicação do método do anel volumétrico; a coleta indeformada através do método do torrão viu-se inviabilizada, pois não foi possível encontrar torrões em todos os pontos nas duas encostas tornando desacreditada uma comparação com amostras coletadas por diferentes métodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o Quadro 1, os valores de densidade real apresentados nos mostram uma menor densidade real no solo para a área em uso com pecuária tanto na superfície como em subsuperfície.



Quadro 1 - Densidade do solo numa encosta preservada e em outra em uso com pecuária para as profundidades de 0-5 e 5-15 cm em g/100 cm³.

	Inferior	Intermediário	Superior
Área Preservada	0-5 cm		
T1	276,88	261,56	265,93
T2	257,72	246,04	257,54
T3	260,51	248,41	267,52
Média	265,04	252,00	263,66
Área em uso com pecuária	0-5 cm		
T1	250,8	256,46	246,27
T2	235,83	250,28	234,8
T3	265,23	237,36	251,56
Média	250,62	248,03	244,21
	Inferior	Intermediário	Superior
Área Preservada	5-15 cm		
T1	242,55	250,01	-
T2	248,38	265,62	-
T3	258,45	250,63	257,4
Média	249,79	255,42	257,40
Área em uso com pecuária	5-15 cm		
T1	237,85	232,15	245,65
T2	243,33	227,92	226,37
T3	267,33	226,63	285,74
Média	249,50	228,90	252,59

Na encosta preservada de 0 – 5 cm ocorre uma diminuição na parte intermediária da densidade do solo do material constitutivo do solo, mas permanece ainda acima dos valores apresentados na encosta sob uso pecuário para o mesmo nível. A encosta sob uso pecuário apresenta uma redução nos valores desta propriedade física nas extremidades superior e inferior, exceto no transecto 3, indicando para esta profundidade de 0-5 cm, um maior incremento de matéria orgânica agregada ao solo

A área preservada apresenta os maiores valores nas extremidades da encosta na camada superior, havendo provavelmente uma concentração de matéria orgânica arrastada



encosta abaixo pela ação da água. Na camada de 5-15 a densidade real apresenta valores mais baixos e há uma queda no sentido do leito do rio, mas a densidade real ainda se mantém maior que na encosta sob uso pecuário.

A área em uso com pecuária apresenta maior densidade real na camada superior para as posições inferior e intermediária na encosta e menor para a parte superior. No horizonte 5-15 cm, a área sob uso pecuário exibe valores extremos na parte superior e inferior, havendo um decréscimo no terço intermediário em subsuperfície.

A densidade real, por referir-se aos constituintes sólidos do solo, pode indicar a concentração de materiais mais leves, como a matéria orgânica, que faz baixar os valores por possuir menor peso relativo em relação aos principais minerais constituintes das rochas. A concentração de outros minerais pelo processo de laterização também influi na determinação da densidade real de um solo.

A área preservada apresentou um teor médio de carbono orgânico total maior que a área sob uso pecuário (Quadros 2 e 3), como era esperado. Os valores foram variáveis nas duas áreas, apresentando de 0,9 a 6,7 % e 0,8 a 4,6 % de carbono orgânico na camada de 0-5 cm e 0,6 a 4,9 % e 0,5 a 2,5 %, na camada de 5-15 cm, nas áreas preservada e na degradada, respectivamente. Após pelo menos vinte anos de uso, o manejo inadequado do solo resultou na redução da matéria orgânica em cerca de 30% na área sob uso pecuário, indicando uma maior velocidade de oxidação do carbono orgânico total dos solos, mesmo sob vegetação natural, quando estes são submetidos a uso com pecuária extensiva.

Quadro 2. Carbono orgânico total e matéria orgânica nas profundidades de 0-5 cm e 5-15 cm, de um Luvisolo Crômico, na área preservada na bacia do riacho Mulungu em Belém de São Francisco - PE

Posição na encosta ¹	Profundidade (cm)	Carbono orgânico total (%)			Matéria orgânica (%)		
		T1 ²	T2	T3	T1	T2	T3
1	0-5	2,4	3,1	6,3	4,1	5,2	10,7
	5-15	2,2	4,8	1,5	3,7	8,2	2,6
2	0-5	2,6	3,4	5,9	4,4	5,8	10,1
	5-15	1,8	2,3	6,7	3,1	3,9	11,3
3	0-5	2,4	2,4	6,7	4,1	4,0	11,3



	5-15	1,6	1,9	1,1	2,7	3,3	1,9
4	0-5	3,5	2,7	1,9	5,9	4,6	3,3
	5-15	2,1	0,6	1,5	3,6	1,0	2,5
5	0-5	0,9	1,7	2,7	1,5	2,9	4,6
	5-15	-	-	1,6			2,7
6	0-5	4,2	4,9	1,8	7,1	8,3	3,1
	5-15	2,4	3,2	1,3	4,1	5,4	2,3
Média			2,8			4,8	
DP			1,65			2,80	

1- Posição 1 – terço inferior da encosta – posição 6 – topo da encosta

2- T1, T2 e T3 – transectos 1, 2 e 3 na encosta da bacia

DP = Desvio Padrão

Quadro 3. Carbono orgânico total e matéria orgânica nas profundidades de 0-5 cm e 5-15 cm de um Luvissole Crômico, na área degradada, na bacia do riacho Mulungu em Belém de São Francisco - PE

Posição na encosta ¹	Profundidade (cm)	Carbono orgânico total (%)			Matéria orgânica (%)		
		T1 ²	T2	T3	T1	T2	T3
1	0-5	3,7	1,7	1,1	6,3	2,9	1,9
	5-15	2,1	2,1	0,6	3,6	3,5	1,0
2	0-5	2,4	3,9	0,8	4,1	6,7	1,4
	5-15	1,0	2,5	1,0	1,7	4,3	1,8
3	0-5	1,8	3,0	3,6	3,0	5,1	6,2
	5-15	0,9	1,6	1,8	1,5	2,8	3,0
4	0-5	1,0	2,2	4,6	1,7	3,7	7,8
	5-15	0,9	1,7	3,1	1,5	3,0	5,2
5	0-5	2,0	4,1	2,1	3,4	7,0	3,6
	5-15	1,7	1,4	1,0	2,9	2,3	1,8
6	0-5	1,2	1,9	3,9	2,1	3,2	6,5
	5-15	1,2	0,6	1,2	2,1	1,0	2,1
Média			2,0			3,4	
DP			1,09			1,85	



1- Posição 1 – topo da encosta; posição 6 – terço inferior da encosta

2- T1, T2 e T3 – transectos 1, 2 e 3 na encosta da bacia

DP = Desvio Padrão

Para verificar a tendência em acumular ou perder carbono orgânico, foi calculada a variação do estoque de carbono em relação à área preservada (ΔEstC , Mg ha^{-1}), pela diferença entre os valores médios do estoque de carbono nessa área de referência e na área sob uso pecuário, nas profundidades estudadas (Quadro 4).

Quadro 4. Estoques de carbono nas profundidades de 0-5 cm e 5-15 cm de um Luvissole Crômico na bacia do riacho Mulungu em Belém de São Francisco - PE

Estoque de carbono (Mg ha^{-1})			
Área preservada			
0-5 cm			
	Inferior ¹	Intermediário	Superior
T1 ²	14,06	13,62	6,52
T2	17,52	13,22	9,75
T3	39,78	44,61	16,03
Média	19,46		
5-15 cm			
	Inferior	Intermediário	Superior
T1	26,10	18,10	-
T2	54,57	24,03	-
T3	19,21	15,05	19,90
Média	25,28		
Área degradada			
0-5 cm			
	Inferior	Intermediário	Superior



T1	19,49	10,26	11,26
T2	10,02	18,12	24,51
T3	7,37	22,09	12,74
Média		15,10	

	5-15 cm		
	Inferior	Intermediário	Superior
T1	24,47	10,38	18,47
T2	22,56	20,07	17,75
T3	7,75	20,43	12,47
Média		17,15	

1 – Posições na encosta; 2 - T1, T2 e T3 – Transectos 1, 2 e 3 na encosta da bacia

Os maiores valores dos estoques de carbono ao longo da área preservada (Fig. 5) estão associados ao maior aporte de resíduos vegetais acumulado no solo, já que a área em uso com pecuária tinha uma vegetação de menor porte e menos densa.

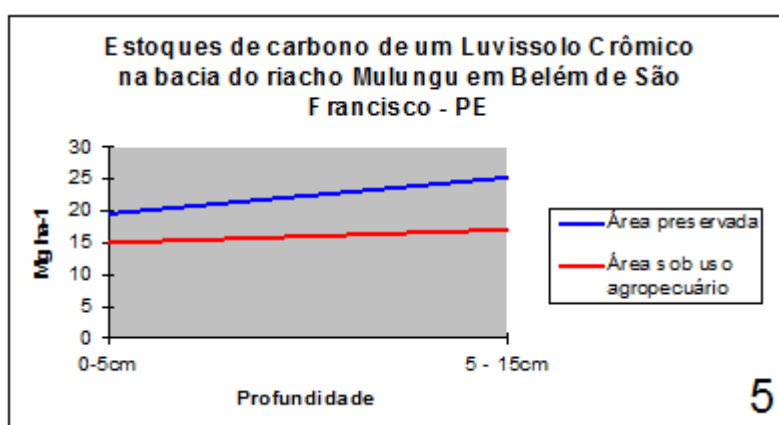


Fig. 5 - Estoques de carbono de um Luvisolo Crômico na bacia do riacho Mulungu em Belém de São Francisco – PE

CONCLUSÕES

1- A perda de matéria orgânica em áreas com pecuária deve-se à intensificação da atividade biológica provocada pelo revolvimento do solo, o que cria um ambiente mais favorável à ação dos microrganismos, aumentando sua atividade e conseqüentemente acelerando a decomposição da matéria orgânica. Além disso, na área sob uso com pecuária



extensiva, a vegetação estava bastante dizimada, gerando aportes muito pequenos de material vegetal. Mesmo contando com o aporte de esterco depositado pelo gado, este não foi suficiente para repor a matéria orgânica da área preservada nos seus níveis originais.

2- Os estoques de carbono orgânico diminuíram cerca de 30%, após vinte anos de uso com pecuária extensiva em relação a uma área de caatinga preservada, indicando a necessidade de uma estratégia de manejo para a conservação da qualidade do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao **CNPq** por tornar a pesquisa possível através do seu financiamento.

Ao Dr. Rômulo Menezes do **Dep. Energia Nuclear-UFPE**, pela disponibilização do laboratório e a **Gilberto, Laerte e Patrik**, pela ajuda nas análises, bem como aos colegas de lá que foram de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os que fazem o **Grupo de Pesquisa Geo-Ambiental da UFPE**, especialmente Jéssica Menezes, pela ajuda com os mapas.

À **Universidade Federal de Pernambuco** pela oportunidade de desenvolver minha capacidade intelectual e pelo esforço de preparação para a vida profissional.

REFERÊNCIAS

- ADDISCOT, T. M. Entropy and sustainability. **European Journal of Soil Science**, Dordrechster, v.46, p.161-168, 1992.
- DORAN, J. W. Soil quality and sustainability. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26.; 1997, Rio de Janeiro. **CDRom ...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 212p, 1997.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999.
- FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 425-434, 2002.
- GALVÃO, S. R. S. **Frações de carbono e de nitrogênio em uma microbacia com diferentes usos do solo**. Recife. 2003.



- GUERRA, J.G.M. e SANTOS, G.A. Métodos químicos e físicos. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Ed. Gênese. Porto Alegre, p. 267-291. 1999.
- KIMBLE, J.M.; LAL, R.; MAUSBACH, M. Erosion effect on soil organic carbon pool in soils of Iowa. In: Stott, D.E.; Mohtar, R.H.; Steinhardt, G.C. (EDS.) **Sustaining the global farm**. The 10 th International Soil Conservation Organization Meeting, USA. USDA-ARS, p.472-475, 2001.
- LAL, R. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂ – enrichment. **Soil & Tillage Research**. Amsterdam, v.43, p.81-107, 1997.
- LARSON, W. E.; PIRCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J. W. et al. (Eds.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: ASA/SSSA, p.37-51, 1994.
- LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A. & GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:821-832, 2003.
- MCDANIAL, T.A.; HAJEK, B.F. Soil erosion effects on crop productivity and soil properties in Alabama. In: McCool, D.K. (Ed.). **Erosion and Soil Productivity, New Orleans, LA**. p.48-58, 1985.
- MENEZES, J. B. **Caracterização da aptidão agrícola e estimativa do índice de vulnerabilidade à erosão da bacia do riacho Mulungu, Belém de São Francisco PE, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto**. Recife. 2008.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Ed. Gênese. Porto Alegre, p. 1-8. 1999.
- Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Realizações. 82p, 1984.
- SAMPAIO, E. V. S. B. e SALCEDO, I. H. Efeito da adição de nitrogênio e palha ¹⁴C na liberação de CO₂ e formação de biomassa microbiana em latossolo vermelho amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6, p. 177-181. 1982.
- SNYDER, J.D. & TROFYMOW, J.A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil sample. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 15:587-597, 1984.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.