

QUANTIFICAÇÃO DE PERDA DE SOLO CULTIVADO COM MILHO E SOB VEGETAÇÃO EM UM MACIÇO RESIDUAL ÚMIDO NO SEMI-ÁRIDO CEARENSE

QUANTIFICATION OF LOSS OF SOIL CULTIVED WITH MAIZE AND UNDER VEGETATION ON THE HUMID RESIDUAL BULK IN SEMI-ARID CEARENSE

Luís Alfredo Pinheiro Leal NUNES¹; José Falcão SOBRINHO²;
Cleire Lima da Costa FALCÃO²

1. Professor, Doutor, Universidade Federal do Piauí-UFPI, Centro de Ciências Agrárias, Campus da Socopo, Teresina, PI, Brasil. lanunes@ufpi.br; 2. Professor, Doutor, Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, Centro de Ciências Sociais, Campus do Junco, Sobral, CE, Brasil.

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar o processo erosivo em um maciço residual em solos com diferentes coberturas: uma área plantada continuamente com milho em fileiras verticais na direção do declive, área em pousio há três anos e área de mata secundária. Foram colocadas nessas áreas placas de alumínio com 50 cm de largura com uma calha conectada na parte inferior para receber o material erodido. Foram coletadas amostras de solos próximos a cada calha, nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-25 e 25-30cm. Foram realizadas análises químicas e físicas tanto nas amostras coletadas quanto no material erodido. Os solos apresentaram boas características químicas, sendo que houve um menor teor de matéria orgânica e fósforo no sistema com milho na camada de 0-5cm. O solo cultivado com milho mostrou uma maior densidade aparente e uma menor porosidade na mesma profundidade. Verificou-se uma diminuição da fração argila na camada superficial, e um maior teor de nutrientes nos sedimentos erodidos no sistema de plantio com milho. Os solos em pousio e de mata apresentaram uma menor perda de sedimentos por erosão. A maior distribuição de chuvas favoreceu o processo erosivo.

PALAVRAS-CHAVES: Argissolo. Declividade. Erosão. Plantio em fileiras.

INTRODUÇÃO

A área dos maciços residuais úmidos no semi-árido nordestino tem se comportado tradicionalmente como um dos setores de agricultura de mais significativa importância em função da ocorrência de precipitações pluviométricas mais regulares e abundantes, temperaturas mais amenas e solos mais férteis, se caracterizando como verdadeiras ilhas de umidade em meio à superfície sertaneja submetida à semi-aridez (BRASIL, 1973).

A elevada altitude deste maciço determina alteração nas condições climáticas, visto que forma uma barreira ao deslocamento das correntes aéreas, em relação a correntes do alísio, exibindo uma face úmida (barlavento) onde a precipitação é significativa, favorecendo o desenvolvimento de solos mais profundos e de uma vegetação mais densa e de maior porte, e outra face seca a sotavento da barreira orográfica na qual se cria uma zona de sombra de chuva onde a semi-aridez é acentuada (RADAMBRASIL 1981), sendo o intemperismo físico o principal agente modelador da paisagem (BRANDÃO et al., 2003).

Um dos meios de exploração do meio físico natural desses maciços recai sobre as práticas agrícolas, voltadas, principalmente para as culturas

de subsistência, como o milho, feijão e mandioca. No entanto, sua ocupação e exploração vem se dando de forma intensa e desproporcional ao restabelecimento de suas riquezas naturais, não sendo observadas nenhuma prática conservacionista, principalmente em relação ao relevo dessa área que, por apresentar-se muito inclinado, merece atenção especial (FALCÃO SOBRINHO, 1998).

O emprego de queimadas e plantios em fileiras acompanhando a declividade da vertente, são exemplos de manejo que contribuem para o processo erosivo nessas áreas (FALCÃO, 2002). Nessas condições de encostas íngremes e desprovidas de vegetação onde predomina rochas pouco porosas, como o granito, e ocorre alta pluviosidade concentrada, gera um desequilíbrio entre a morfogênese e a pedogênese favorecendo a mobilização de materiais (GUERRA, 2002). Em boa parte desses maciços já se observam evidências do processo erosivo através de rochas sobrepostas à superfície em forma de matações (FALCÃO, 2002).

Por conta disso, atualmente, esses maciços apresentam, de uma forma geral, uma vegetação secundária proveniente da derrubada florestal nativa, por processos que vão desde a devastação para o estabelecimento da agricultura até a retirada das árvores de valor econômico para a produção de lenhas, e em algumas áreas já se verifica uma

vegetação da caatinga em suas vertentes (FALCÃO SOBRINHO; FALCÃO, 2002).

Considerando o papel relevante desses ambientes como também a importância para um adequado manejo do solo, essa pesquisa objetivou quantificar as taxas de erosão em área sob plantio de milho e com cobertura vegetal em um maciço residual localizado no semi-árido cearense.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na serra das Matas localizado no município de Monsenhor

Tabosa a 04°47'22'' (S) e 40°03'48'' (W) (Figura 1). Esse maciço situa-se no Complexo Tamboril-Santa Quitéria, prevalecendo uma associação de granito-migmatítica (CPRM, 2003). Para tal pesquisa delimitaram-se três áreas de estudo situadas na mesma vertente de relevo ondulado com uma declividade de 14%, a saber: a) uma área cultivada continuamente com milho em fileiras no sentido da declividade; b) uma área com três anos em pousio e c) uma área de mata secundária estabelecida há dez anos.

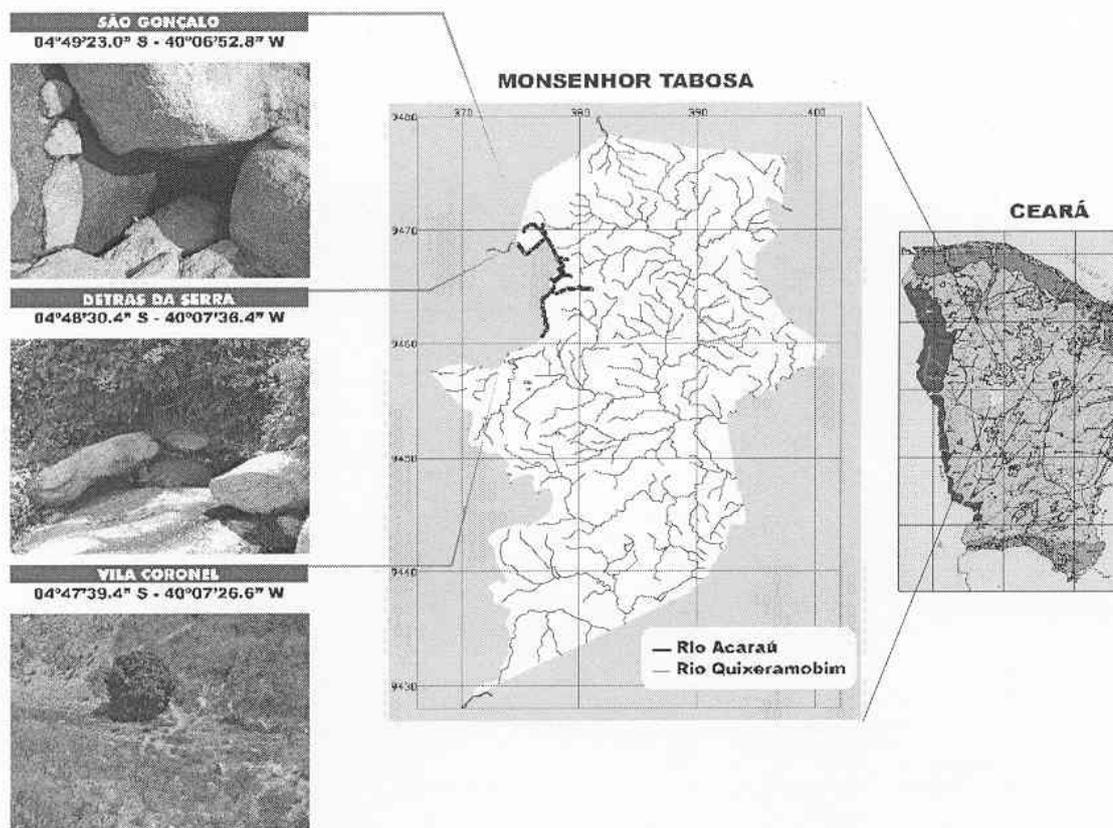


Figura 1. Localização do município de Monsenhor Tabosa no Estado do Ceará, destacando três nascentes do percurso do rio Acaraú.

Para quantificação do processo erosivo foi utilizada a metodologia preconizada por Guerra (2002) que consistiu na instalação, em cada área de estudo, de uma parcela experimental (2m x 10m). A parcela consistiu de placas de alumínio com 50 cm de altura, sendo enterrado 10 cm, permanecendo 40 cm acima do solo. Na parte inferior dessas placas conectou-se uma calha para receber o material erodido. O monitoramento do processo erosivo foi realizado diariamente durante o período chuvoso, de janeiro a julho, nos anos de 2004 e 2005. Os

sedimentos, em cada calha foram coletados, secos e pesados.

Foram coletadas ainda amostras de solos ao lado de cada calha montada, nas camadas de 0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-25 e 25-30 cm. A amostragem foi feita de forma aleatória coletando-se vinte amostras simples em cada sistema de manejo que foram homogêneas retirando-se, em seguida, cerca de 500g constituindo-se uma amostra composta.

Foram realizadas nas amostras de solo coletadas e nos sedimentos erodidos as seguintes análises químicas: pH em água; teores de fósforo (P) e potássio (K) por meio de solução extratora de Mehlich 1 (HCl 0,05M + H₂SO₄ 0,0125M); alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) extraídos com KCl 1M, conforme métodos descrito pela Embrapa, (1999). O carbono orgânico total (COT) foi determinado pelo método de Walkley-Black (Jackson, 1958) e a transformação dos valores de COT para matéria orgânica (MO) foi feita pela relação M.O. = 1,724 x COT. As determinações físicas realizadas nas amostras de solo foram as seguintes: densidade do solo (Ds) pelo método da proveta; densidade de partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico, a argila pelo método da pipeta, sendo que as frações de areia fina e grossa

pelo peneiramento e o silte por diferença (Embrapa, 1999). A porosidade total (PT) foi calculada pela expressão: $PT = (1 - D_s / D_p) \times 100$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas encontram-se na Tabela 1. Os solos apresentaram ao longo do perfil boas características químicas com saturação de bases superiores a 60%, o que lhes confere um caráter eutrófico, pH próximo à neutralidade e teores elevados de matéria orgânica, conforme Alvarez V. et al. (1999). Verifica-se uma tendência de redução de matéria orgânica e de P na camada superficial no sistema plantado com milho que pode ser indicativo de perdas por erosão.

Tabela 1. Características químicas de um Argissolo sob diferentes usos, no município de Monsenhor Tabosa-CE

Profundidade	pH	C	MO	P	K	Ca	Mg	Na	SB	V
		----dag dm ⁻³ ---	mg dm ⁻³			-----mmol _c dm ⁻³ -----				---%---
Solo cultivado com milho										
0 – 5 cm	6,5	6,4	10,9	26	4,15	57,0	16,0	0,51	77,6	74
5 – 10 cm	6,3	4,9	8,5	8	3,17	67,0	11,0	0,79	82,0	74
10 – 15 cm	6,3	4,3	7,5	6	2,58	58,0	19,0	0,67	80,2	77
15 – 20 cm	6,5	4,1	7,1	5	2,0	65,0	15,0	0,79	82,8	79
20 – 25 cm	6,5	3,2	5,5	7	1,53	65,0	14,0	0,75	81,3	81
25 – 30 cm	6,5	3,2	5,5	7	1,26	61,0	22,0	0,86	85,1	80
Solo em pousio										
0 – 5 cm	6,8	9,12	15,72	116	3,13	62,0	6,0	0,63	71,8	78
5 – 10 cm	6,1	8,88	15,31	80	1,76	54,0	18,0	0,75	74,5	69
10 – 15 cm	6,1	7,07	12,19	6,2	1,26	61,0	22,0	0,86	85,1	68
15 – 20 cm	6,2	5,94	10,24	25	1,18	62,0	17,0	0,98	81,2	73
20 – 25 cm	6,2	4,98	8,59	24	1,18	73,0	11,0	1,18	86,4	71
25 – 30 cm	6,3	5,10	8,79	16	0,87	84,0	5,0	1,02	90,9	79
Solo sob mata secundária										
0 – 5 cm	7,0	11,0	18,9	181	7,14	65,0	12,0	0,34	84,5	80
5 – 10 cm	6,7	8,9	15,3	111	5,52	55,0	18,0	0,30	78,8	78
10 – 15 cm	6,4	7,8	13,5	69	4,18	66,0	8,0	0,30	78,5	78
15 – 20 cm	6,2	6,8	11,7	34	2,69	62,0	12,0	0,30	77,0	78
20 – 25 cm	6,3	6,1	10,6	30	2,33	68,0	7,0	0,27	77,6	74
25 – 30 cm	6,4	6,2	10,7	24	1,65	61,0	16,0	0,25	78,9	75

Com relação às propriedades físicas observou-se que os solos de todos os sistemas de manejo apresentaram a mesma classe textural franco arenoso em todo o perfil, com exceção do solo de mata que mostrou, a partir dos 15 cm, uma maior quantidade de argila se enquadrando na classe de textura franco argilo-arenoso, caracterizando um horizonte B textural (tabela 2). No tratamento de

plantio com milho observou-se uma diminuição da fração argila de mais de 30% para a camada de 0 - 5cm em relação as demais coberturas, o que pode evidenciar que houve um processo de erosão mais intenso nesse sistema de manejo, visto que a fração argila por ser de menor tamanho e peso é mais facilmente carregada pelas enxurradas (Tabela 2).

Tabela 2. Características físicas de um Argissolo sob diferentes usos, no município de Monsenhor Tabosa-CE

Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação textural	Ds	Dp	PT
	-----g / kg-----					-----Mg m ⁻³ -----		m ³ m ⁻³
Solo cultivado com milho								
0 – 5 cm	412	280	220	88	Franco arenoso	1,49	2,56	0,418
5 – 10 cm	400	245	229	116	Franco arenoso	1,36	2,55	0,466
10 – 15 cm	347	347	229	143	Franco arenoso	1,32	2,53	0,478
15 – 20 cm	360	360	254	137	Franco arenoso	1,30	2,56	0,492
20 – 25 cm	360	248	240	152	Franco arenoso	1,25	2,62	0,523
25 – 30 cm	330	250	265	155	Franco arenoso	1,26	2,70	0,533
Solo em pousio								
0 – 5 cm	362	265	230	143	Franco arenoso	1,34	2,56	0,476
5 – 10 cm	366	222	253	159	Franco arenoso	1,26	2,53	0,502
10 – 15 cm	334	225	273	168	Franco arenoso	1,25	2,50	0,500
15 – 20 cm	354	195	299	152	Franco arenoso	1,21	2,53	0,522
20 – 25 cm	359	205	274	162	Franco arenoso	1,21	2,60	0,534
25 – 30 cm	357	186	304	153	Franco arenoso	1,19	2,70	0,560
Solo sob mata secundária								
0 – 5 cm	372	277	237	114	Franco arenoso	1,41	2,69	0,475
5 – 10 cm	367	256	218	159	Franco arenoso	1,35	2,60	0,480
10 – 15 cm	351	237	229	183	Franco arenoso	1,30	2,67	0,513
15 – 20 cm	290	250	251	209	Franco argilo-arenoso	1,28	2,63	0,513
20 – 25 cm	291	228	254	227	Franco argilo-arenoso	1,25	2,67	0,532
25 – 30 cm	328	221	232	219	Franco argilo-arenoso	1,25	2,60	0,520

Esses maciços por apresentarem normalmente um horizonte superficial de textura mais arenosa e de fácil percolação da água sobreposto a um horizonte de iluviação (B textural) rico em argila, ficam predispostos a uma saturação do horizonte A, resultando na ocorrência de enxurradas com o carreamento de sedimentos intensificados quando o solo fica desprovido de cobertura vegetal (FALCÃO, 2002).

Para Falcão Sobrinho e Falcão (2005), neste tipo de solo, associado às condições de relevos similares, é indispensável à adoção de técnicas conservacionistas como o plantio em curvas de nível

e em terraços. Ainda segundo estes autores, nas vertentes mais acentuadas desses maciços, torna-se necessário a preservação da vegetação nas encostas e no topo das cristas para evitar a ocorrência de processos erosivos.

Na área de plantio com milho a densidade do solo (Ds) atingiu um valor de 1,49 Mg m⁻³ na profundidade de 0 – 5 cm superior aos demais sistemas de manejo, o que poderia caracterizar uma compactação. Segundo Silva (2000) em uma densidade acima de 1,4 g cm⁻³, cada milímetro de solo removido por erosão equivale a 14 t ha⁻¹ e isto pode ocorrer numa simples chuva de maior

intensidade comum no semi-árido. Além disso, esse sistema de manejo mostrou uma porosidade total (PT) em torno de $0,418 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ na profundidade supracitada, enquanto as demais áreas apresentaram valores em torno de $0,480 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

É possível que o aumento de Ds e redução da PT no sistema de plantio convencional estejam relacionados com o processo constante de umedecimento e secagem e ao impacto de gotas de chuvas sobre a superfície do solo em função da ausência de cobertura vegetal nessa área, favorecendo a desagregação e remoção de partículas. Deste modo, com a ação das chuvas a argila entra em suspensão com o fluxo de água superficial podendo ser carregada no sentido da declividade, o que contribui para o empobrecimento

do solo (Nunes, 2003). Esse processo contribui também para a translocação de partículas mais finas para os horizontes inferiores causando obstrução dos poros fenômeno denominado de erosão vertical por Hudson (1984) citado por Jucksch (1987), dificultando, em consequência, a taxa de infiltração e movimento de água no solo.

Verificou-se que o solo erodido, em todas as áreas estudadas, apresentou um teor de nutrientes similar e até superior ao o solo original (Tabela 3), provavelmente pelo fato de uma maior perda de argila, pois essa partícula possui a propriedade de reter cátions tais como cálcio, magnésio e potássio, elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas.

Tabela 3. Características químicas dos sedimentos erodidos de um Argissolo sob diferentes usos no município de Monsenhor Tabosa-CE

Manejo	pH	C	MO	P	K	Ca	Mg	Na	SB	V
		g dm^{-3}		mg dm^{-3}		$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$				%
2004										
Plantio	7,3	11,70	20,17	76	4,54	50,0	21,0	0,61	76,1	86
Pousio	7,0	10,02	17,27	21	4,0	58,0	24,0	0,94	86,9	79
Mata	7,1	9,12	15,72	56	3,20	42,0	17,0	0,45	62,6	72
2005										
Plantio	6,3	10,38	17,90	84	2,43	39,0	19,0	0,49	60,9	74
Pousio	7,6	15,90	27,41	73	5,74	94,0	37,0	1,07	137,8	91
Mata	7,0	6,48	11,17	64	3,35	45,0	15,0	0,36	63,7	71

A matéria orgânica foi perdida em grandes quantidades em todos os tratamentos (Tabela 3) sendo superiores ao conteúdo disponível originalmente presente na camada superficial nos solos cultivado e em pousio, uma vez que a matéria orgânica é o primeiro constituinte a ser removido pela erosão, tendo em vista sua baixa densidade, concordando com o trabalho Schinck et al., (2000). Normalmente, a perda de matéria orgânica por erosão tem grande importância para os processos de eutrofização de mananciais, na medida em que a biodegradação de compostos orgânicos em rios e lagos eleva as demandas bioquímicas de oxigênio, colocando em risco a vida aquática. Entre as bases trocáveis o magnésio apresentou uma taxa de enriquecimento maior no sedimento erodido em todas as coberturas estudadas, sendo, por isso, o nutriente mais problemático em termos de contaminação ambiental, pelo efeito de eutrofização da água.

Este maciço mostra uma baixa vocação hídrica, visto que, geologicamente, é formado predominantemente por rochas do embasamento cristalino, acarretando limitações na disponibilidade de água, uma vez que o armazenamento de água no cristalino é restrito (LEITE et al., 1993). Nessa situação ocorre um forte escoamento superficial por meio de enxurradas que se deslocam nos riachos existentes indo abastecer os açudes localizados na superfície sertaneja que mostra uma condição de semi-aridez. Portanto, todo o material erodido (nutrientes e matéria orgânica) provenientes das práticas agrícolas não conservacionistas realizadas nesse maciço normalmente é carregado junto com as águas de drenagem o que leva à eutrofização desses reservatórios comprometendo a qualidade da água para consumo da população das cidades localizadas no semi-árido.

Quanto ao processo erosivo, à quantidade de solo carregado nas parcelas com milho, pousio e

mata foi de, respectivamente, 30, 22 e 14 T ha⁻¹ no ano de 2004 e de 31, 23 e 17 T ha⁻¹ no ano de 2005, (Tabela 4). Esses resultados indicam que o plantio de milho em fileiras seguindo a declividade contribui enormemente para o processo erosivo, visto que a água encontra o percurso livre entre as

linhas de milho aumentando a capacidade de arraste. Falcão Sobrinho et al. (1999), encontraram perdas de cerca de 50 T ha⁻¹ de solo em plantio de milho com fileiras verticais em maciço residual úmido encravado na depressão sertaneja cearense.

Tabela 4. Precipitação total e solo erodido nas áreas estudadas em Monsenhor Tabosa (CE)

Ano	Precipitação (mm)	Solo erodido (T ha ⁻¹)		
		Plantio milho	Pousio	Mata
2004	998,0	30	22	14
2005	575,9	31	23	17

Apesar de serem observadas perdas consideráveis de solo nas áreas com cobertura vegetal em função da forte declividade, houve uma redução dessas perdas na ordem de 25% e 50% no ano de 2004 e de 25 e 45%, no ano de 2005, nos solos em pousio e mata, respectivamente, em relação à área com milho (Tabela 4). Essa diferença pode ser atribuída à vegetação e aos resíduos orgânicos presentes nesses sistemas que funcionam como barreira ao escoamento superficial diminuindo a intensidade de erosão.

Os dados mostram que apesar de uma redução em cerca de 40% da precipitação no ano de 2005, houve um ligeiro aumento na perda de solos nos sistemas de manejo estudados (Tabela 4). Isto ocorreu pelo fato das chuvas do ano de 2004 terem se concentrado no mês de janeiro (Figura 2) onde a precipitação alcançou cerca de 60% do total e a

quantidade de material erodido foi máxima neste período, enquanto que nos demais meses a pequena intensidade de chuvas não foi suficiente para manter o solo saturado ou mesmo formar enxurradas e as perdas de sedimentos foram menores (Figura 3).

Por outro lado, no ano de 2005 houve uma melhor distribuição das chuvas (Figura 4) que contribuiu para uma maior saturação contínua do solo, principalmente pela presença de um horizonte B textural, ocasionando um maior escoamento superficial e, conseqüentemente, maiores perdas de solos por erosão (Figura 5). De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990) chuvas freqüentes com intervalos curtos, mesmo de menor intensidade, contribui para a erosão, pois o solo adquire um alto teor de umidade, o que favorece o escoamento superficial.

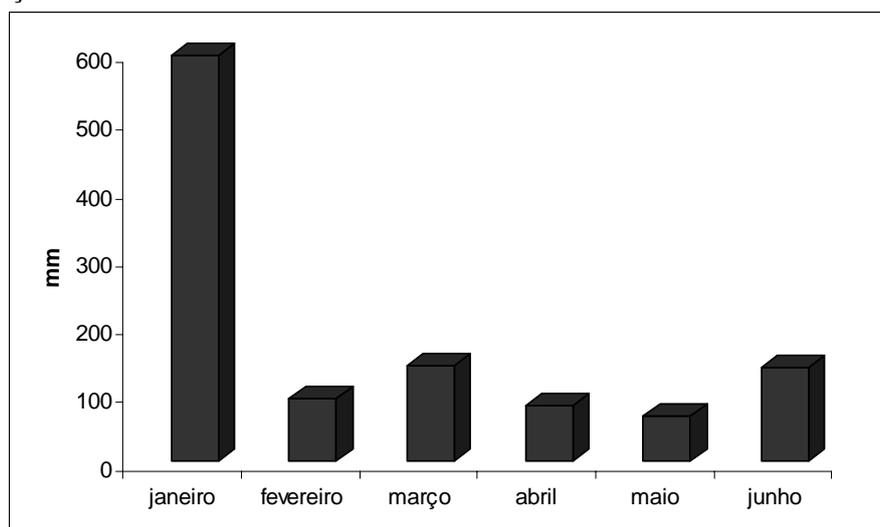


Figura 2. Precipitação total nas áreas de estudo - Ano 2004

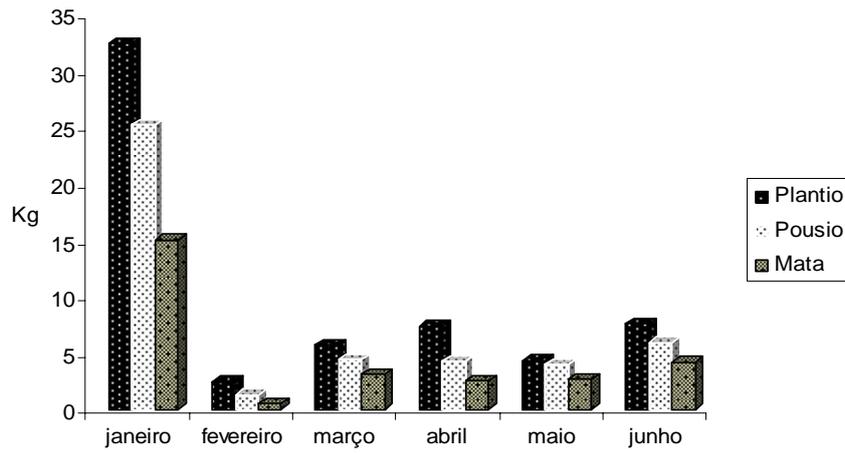


Figura 3. Quantidade mensal de sedimentos erodidos nas áreas estudadas - Ano 2004

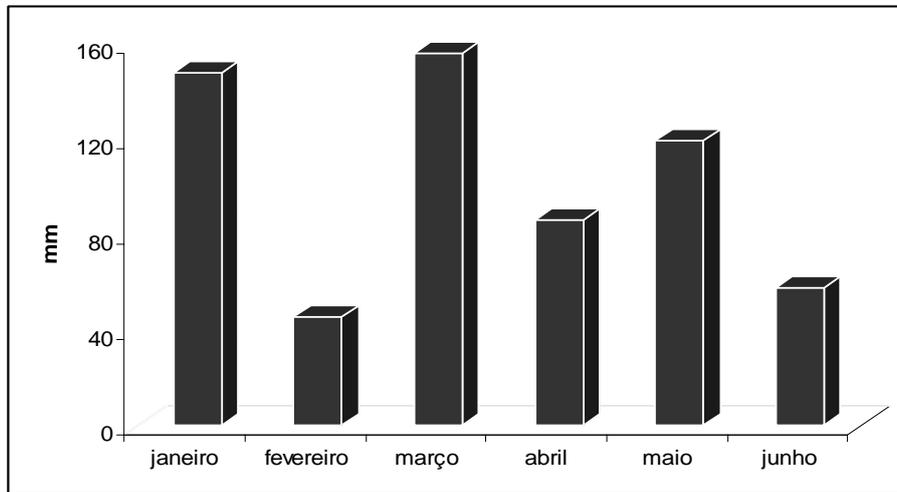


Figura 4. Precipitação total nas áreas de estudo - Ano 2004

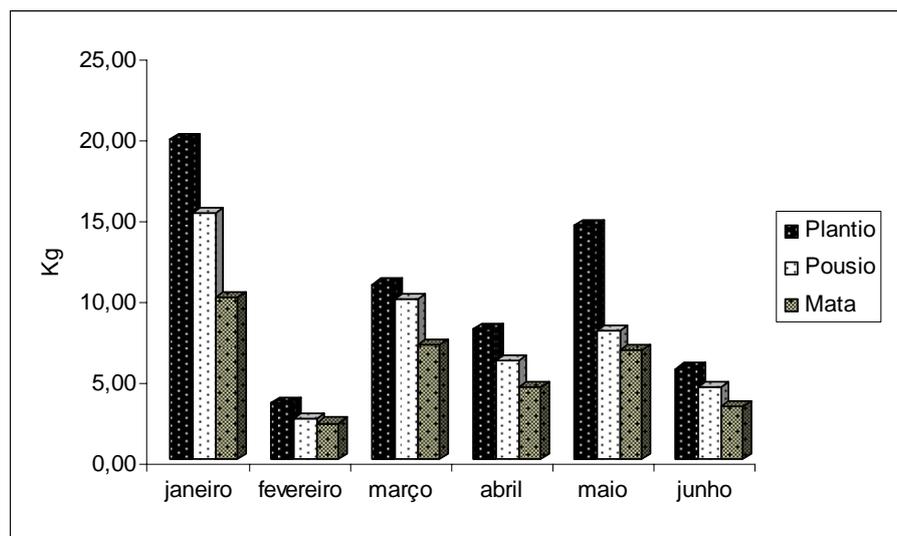


Figura 5. Quantidade mensal de sedimentos erodidos nas áreas estudadas - Ano 2005

CONCLUSÕES

O solo sob plantio com milho mostrou uma redução na fertilidade e uma condição física menos favorável na camada superficial. Entretanto, o material erodido mostrou-se rico em nutrientes e matéria orgânica em todas as áreas estudadas.

O plantio com milho no sentido da declividade mostrou ser um sistema de manejo que contribui para as perdas de solo por erosão em relevos ondulados, sendo que a maior distribuição de chuvas favoreceu o processo erosivo.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the erosive process in a residual bulk in soils with different cover crops: area planted continuously with corn, area in pousio (three years) and area of secondary forest. Aluminum plotes had been placed in each areas with 50 cm of width with a gutter hardwired in the inferior part to receive the material eroded. Soil samples located next to each aluminum plotes were collected, in the depths of 0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-25 and 25-30cm. Chemical and physical analyses in both samples collected how old eroded soil were conducted. The soils showed good chemical characteristics, however the soil under corn plantation, showed lower organic matter and P content in 0-5cm depth. The soil cultivated with maize showed a higher apparent bulk and a lower soil porosity in the same depth. Verified a reduction of the fraction clay in the superficial layer, and a higher fertility in the sediments in the system of plantation with corn. The soil in pousio and of soil forest had presented a lower loss of sediments by erosion. The highest rain distribution favored the process erosive.

KEYWORDS: Argissol. Declivity. Erosion. Plantation in rows.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V. V., V. H., NOVAES, R. F.; BARROS, N. F. Interpretação dos resultados das análises de solos. In RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. ; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG), 1999, p. 25-32.
- BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990, 355p.
- BRANDÃO, R. L.; COLARES, J. Q. S.; GOMES, F. E. M.; SOUZA, M. J. N. **Zoneamento geoambiental da região de Irauçuba-CE**: texto explicativo, carta geoambiental. Fortaleza: CPRM, 2003, 67p.
- BRASIL **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife: Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. Convênios MA/DNPEA – SUDENE/DRN, MA/CONTAP/USAID/ETA, 1973. Volume 1 e 2, 502p. (Boletim Técnico, 28).
- CPRM. **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Escala: 1:500.000. Fortaleza, Ceará, 2003.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1999, 212p.
- FALCÃO, C. L. C. **Avaliação preliminar dos efeitos da erosão e de sistema de manejo sobre a produtividade de um Argissolo na serra da Meruoca – Ceará**, 2002, 75f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
- FALCÃO SOBRINHO, J. Impactos ambientais: a modernização do espaço agrário. **Revista Essentia**, v. 1, p. 55-60, 1998.
- FALCÃO SOBRINHO, J.; FALCÃO, C. L. C. O processo erosivo e a mata ciliar do rio Acaraú na serra das Matas (CE). **Revista Mercator**, v. 7, p. 121-134, 2005.
- FALCÃO SOBRINHO, J.; FALCÃO, C. L. C. As práticas agrícolas e os processos erosivos na serra da Meruoca/CE. **Revista Essentia**, v. 4, p. 47-58, 2002.

FALCÃO SOBRINHO, J.; NUNES, L. A. P. L.; OLIVEIRA, C. S.; PEREIRA, O. R. Geomorfologia e erosão do solo: práticas agrícolas na Serra da Meruoca, Sobral-CE. 1999. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 1999, p. 254-255.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. (Ed.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002, p. 139-156.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis**. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall, 1958, 498p.

JUCKSCH, I. **Calagem e dispersão de argila em amostra de um Latossolo Vermelho Escuro**. 1987, 37f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

LEITE, F. R. B.; SOARES, A. M. L.; MARTINS, M. L. R. **Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no estado do Ceará – 2ª Aproximação**. Fortaleza: FUNCEME, 1993. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: s. ed., 1993, p. 156-161.

NUNES, L. A. P. L. **Qualidade de um solo cultivado com café e sob mata secundária no município de Viçosa – MG**. 2003, 102f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Programa de Pós-graduação em Agronomia.– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981, v. 21.

SCHINCK, J; BERTOL, I.; BALBINO JÚNIOR, A. A.; BATISTELA. A erosão hídrica em cambissolo húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: II Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 24, p. 437-447, 2000.

SILVA, J. R. C. Erosão e produtividade do solo no semi-árido. In: OLIVEIRA, T. S. de; ASSIS JR. R. N. & ROMERO, R. E. (Ed.). **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, p. 169-213.