

Perdas de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas¹

Soil and nutrient losses in Caatinga Forest due to rainfall depths

Francisco Antonio de Oliveira Lobato², Eunice Maia de Andrade³, Ana Célia Maia Meireles⁴, Julio Cesar Neves dos Santos⁵, José Frédson Bezerra Lopes⁶

Resumo - Objetivou-se com este estudo avaliar as perdas de solo e nutrientes por erosão hídrica em quatro áreas sob vegetação de Caatinga com diferentes coberturas vegetal em três alturas pluviométricas. Foram instalados 24 coletores de solo distribuídos em quatro microbacias (A, B, C e D) localizadas em uma área de caatinga no município de Iguatu, Ceará. Os coletores eram espaçados 3 m entre si e cada um representava uma área de 30 m². As coletas foram realizadas a cada 24 horas no período de janeiro a maio de 2008 (período chuvoso). O solo coletado era conduzido ao Laboratório de Solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE), campus Iguatu, seco em estufa e agrupados de acordo com os seguintes intervalos de altura pluviométrica como se segue: < 30 mm, entre 31 a 50 mm e > 51 mm. Para quantificar os nutrientes perdidos, foram feitas análises químicas do solo no Laboratório de Água e Solo da Embrapa Agroindústria Tropical. Os elementos analisados foram: Ca, Mg, K, Na, P, Fe, Mn, N e matéria orgânica (MO). Os resultados mostraram que a cobertura rasteira mostrou maior eficiência na redução das perdas de solo e nutrientes, visto que as áreas que apresentavam apenas cobertura rasteira tiveram menores perdas; a cobertura vegetal mostrou-se mais importante no controle do processo de erosão e as maiores perdas registradas foram da matéria orgânica.

Palavras-chave - escoamento superficial. Processos erosivos. Semiárido

Abstract - The aim of this study was to evaluate the losses of soil and nutrients due to rainfall erosion in the Caatinga Forest by investigating three different rainfall depths. The cover vegetation effect on the soil losses was also analyzed. Twenty-four soil collectors were installed in four small watersheds (A, B, C, and D) located in the city of Iguatu, Ceará, Brazil. The distance between each other collectors was 3 m and each was representative of an area of 30 m². Samples were collected at intervals of 24 hours during January-May/2008 (rainy season). The soil samples were forced dried by air oven in the Soil Laboratory of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF-CE) and grouped according to the following rainfall depths: < 30 mm, between 30 to 50 mm, and > 50 mm. To quantify the soil nutrient losses, the following elements were analyzed at the Soil and Water Laboratory of the Embrapa Agroindústria Tropical: Ca, Mg, K, Na, P, Fe, Mn, N, and Organic Matter (OM). The results demonstrated that the brush vegetation presented higher efficiency than canopy cover in the reduction of soil and nutrient losses. While the vegetation cover was more important to control the erosion process, and the amount of loss of Organic Matter was more elevated relative to the other nutrients evaluated.

Key words - Erosion process. Surface runoff. Semi-arid.

* - Autor para correspondência

¹Pesquisa financiada pelo CNPq.

²Programa de Pós-Graduação, Departamento de Engenharia Agrícola, CCA, UFC, Campus do Pici, Av. Mister Hull s/n, bloco 804, Fortaleza-CE, Brasil, CEP 60.455-970, Caixa-Postal: 12161, lobatto18@yahoo.com.br

³Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, eandrade@pq.cnpq.br

⁴Departamento de Engenharia Agrícola, CCA, UFC, ameireles2003@yahoo.com.br

⁵Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, juliocesarnds@yahoo.com.br

⁶Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, fredsonufc@yahoo.com.br

Introdução

Um problema que muito tem contribuído para a degradação ambiental é a erosão, que corresponde ao desprendimento, transporte e deposição de partículas de solo, ocasionados pela ação do vento (erosão eólica) e da água (erosão hídrica), sendo a principal causa da degradação de terras agrícolas (PRUSKI, 2006).

A erosão do solo se caracteriza pela remoção de material superficial, conduzindo ao empobrecimento do solo e em situações extremas à desertificação. O processo de erosão resulta de uma combinação de fatores que são dependentes e estão interligados entre si, e apresentam grande variabilidade espacial e temporal, tornando este fenômeno difícil de equacionar e quantificar. Os fatores que influenciam os processos erosivos são a erosividade da precipitação (medida pela sua intensidade e energia cinética), a erodibilidade dos solos (definida pelas suas características físicas e químicas), a cobertura vegetal (pela sua maior ou menor proteção do solo), os declives e comprimentos das encostas e as práticas de conservação existentes (HAAN *et al.*, 1994; PONCE ÁLVARES; PIMENTA, 1998).

A erosão promove a quebra da estrutura do solo e o transporte das partículas com conseqüente carreamento dos nutrientes, matéria orgânica e microorganismos gerando o empobrecimento das áreas agrícolas e poluindo as fontes hídricas. As perdas por erosão tende a elevar os custos de produção na agropecuária, uma vez que requer um aumento no uso de fertilizantes, corretivos e energia (NASCIMENTO; CHAVES, 1996; CARVALHO *et al.*, 2003; PRUSKI, 2006; SILVA *et al.*, 2007). Segundo Schick *et al.* (2000), as perdas de nutrientes por erosão hídrica é um dos principais fatores determinantes do empobrecimento dos solos e da redução da produtividade da maioria das culturas com aumentos nos seus custos de produção.

Dentre os fatores que influenciam a erosão, Seganfredo *et al.* (1997) afirmam ser a cobertura vegetal o de maior influência sobre as perdas de solo, pois evita o impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície, dissipando sua energia e com isso impedindo que ocorra desagregação do solo e formação de selamento superficial. Vale ressaltar que, assim como as plantas vivas, os resíduos formados pela cobertura morta também reduzem os processos erosivos (PIRES *et al.*, 2006).

No semi-árido brasileiro, a situação não é diferente, a exploração predatória da região, atribuída, em parte, a má utilização dos solos, decorrente de práticas inadequadas e da falta de planejamento do uso das terras, tem afetado a cobertura vegetal e provocado a erosão, tendo como consequência o assoreamento dos rios e reservatórios. (AGUIAR *et al.*, 2006; ALBUQUERQUE *et al.*, 2001; SOUSA *et al.*, 2007).

Poucas são as pesquisas referentes à erosão realizadas na região. Entre os poucos estudos, pode-se destacar o realizado por Aguiar *et al.* (2006) em que avaliaram as perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica em Sistemas Agroflorestais (SAFs) em Sobral – CE e outros realizados na Estação Experimental de Sumé – PB (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001; ALBUQUERQUE *et al.*, 2002; ALBUQUERQUE *et al.*, 2005).

Diante disso, objetivou-se com o presente estudo avaliar as perdas de solo e nutrientes por erosão hídrica em quatro áreas sob vegetação de Caatinga com diferentes coberturas de solo para três alturas pluviométricas.

Material e métodos

A área de estudo corresponde a quatro microbacias de primeira e segunda ordem em uma área de Caatinga pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus* Iguatu, município de Iguatu – CE. Esta área faz parte da bacia do Alto Jaguaribe, entre as coordenadas geográficas 6°23'38" a 6°23'58" S e 39°15'21" a 39°15'38" W.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é BSw'h' - semi-árido com chuvas de outono e temperatura média mensal superior a 18°C. A temperatura média anual é de 26 a 28°C (IPECE, 2004) com precipitação média anual de 983 mm. O regime pluvial apresenta uma distribuição unimodal (Figura 1) e se caracteriza por chuvas de alta intensidade e elevada variabilidade espacial e temporal (LOPES *et al.*, 2006).

O relevo é suave ondulado e o solo pouco profundo e pedregoso. Em épocas secas o solo se contrai, e em épocas chuvosas, por sua forma plástica, facilmente se encharca. Na Tabela 1 estão apresentadas algumas características do solo das áreas estudadas.

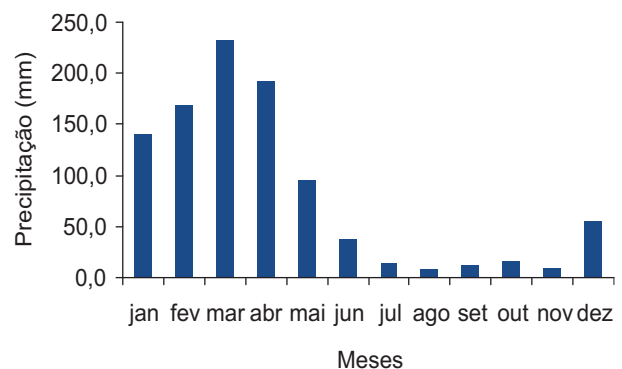


Figura 1 - Precipitação média mensal do município de Iguatu, Ceará - série: 1974 a 2008 (FUNCEME, 2008).

Tabela 1- Propriedades físicas e químicas da camada de 0 - 15 cm do solo representativo das áreas A, B, C e D

Propriedades			
Físicas		Químicas	
Areia Fina (%)	24,20	Matéria Orgânica do solo (%)	2,53
Areia Grossa (%)	3,20	Cálcio (cmol _c kg ⁻¹)	40,40
Silte (%)	42,60	Magnésio (cmol _c kg ⁻¹)	4,60
Argila (%)	30,00	Sódio (cmol _c kg ⁻¹)	0,23
Grau de Flocculação (%)	50,00	Potássio (cmol _c kg ⁻¹)	0,94
Densidade das Partículas (g cm ⁻³)	2,56		
Classe Textural - Franco Argilosa			

O solo das áreas estudadas é da classe Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico (EMBRAPA, 1999) em ambiente de Caatinga preservada com vegetação arbustivo-arbórea fechada (LOPES, 2008). Na Tabela 2 é apresentada uma descrição sucinta das áreas objeto deste estudo.

Para quantificar as perdas de solos e nutrientes, foram efetuadas coletas do escoamento superficial a cada 24 horas de janeiro a maio de 2008 (estação chuvosa). Para isso, foram instalados seis coletores de água e solo, correspondendo a seis repetições, em cada uma das quatro áreas, denominadas A, B, C e D, totalizando 24 coletores.

Cada coletor, ocupando uma área de 30 m², consistiu de uma estrutura de zinco com 0,20 m de largura (chamada de mesa), a qual foi inserida no solo e acoplada a uma calha móvel que sustenta um saco plástico (Figura 2), coletada após uma chuva. O coletor de solo e água empregado é adequado para ser usado em plantios abertos, ou seja, sem ser preciso delimitar áreas e em áreas de declividades elevadas (FRANCO *et al.*, 2002).

Após a realização de cada coleta, o material era conduzido ao Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais (LABAS) do IFCE – Iguatu, onde era posto para secar em estufa a 60 °C até atingir peso constante. Depois de seco o solo coletado era removido dos sacos plásticos

com o auxílio de pincéis, pesado e acondicionado em frasco identificado para no final do período de coleta ser submetido as análises químicas. Além da coleta do solo era realizada a leitura da precipitação acumulada de 24 horas em um pluviômetro Ville de Paris instalado na área.

Para avaliar a ação da precipitação sobre a quantidade de solos perdidos nas quatro áreas (A, B, C e D), as amostras foram agrupadas em intervalos de altura

**Figura 2** – Coletor de solo e água no momento da instalação, Iguatu – CE, 2008.**Tabela 2** – Descrição das áreas de estudo A, B, C e D

Áreas	Características
A	Declividade média de 4,9%, composta praticamente por uma cobertura densa de gramíneas, apresentando poucas espécies de porte arbustivo-arbóreo.
B	Declividade média de 6,0%, composta por alguns pinhões de pequeno porte. A maior parte da área é coberta por vegetação rasteira, principalmente gramíneas, com leguminosas de porte prostrado que se enrolam nas gramíneas formando uma camada fechada.
C	Declividade média de 8,3%, cobertura herbácea rala, predominando gramíneas e bamburral e muita pedregosidade.
D	Declividade média de 4,3%, predominando vegetação arbustivo-arbóreo com um extrato herbáceo ralo, onde predomina o bamburral.

pluviométrica. Foram considerados três intervalos: alturas pluviométricas menores que 30 mm, entre 31 a 50 mm e superior a 51 mm. Em cada área foi quantificado o solo perdido para cada intervalo de altura pluviométrica por meio da Equação 1: $PS = AQ/p$. Em que: PS – perdas de solo (kg ha^{-1}); A – fator de conversão, obtido pela relação entre a largura da parcela (3 m) e a largura do coletor (0,2 m); Q – quantidade de solo (kg) coletada em cada coletor; p – área útil de cada coletor (ha), obtida pelo comprimento da parcela (10 m) multiplicado pela largura (3 m) e dividido por 10.000 m^2 (1 ha).

Para quantificação dos nutrientes perdidos, elaborou-se uma amostra composta do solo coletado nos seis coletores de cada área e para cada intervalo de precipitação. As análises foram realizadas no Laboratório de Água e Solo da Embrapa Agroindústria Tropical e foram determinados os seguintes elementos: cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), fósforo (P), ferro (Fe), manganês (Mn), matéria orgânica (MO) e nitrogênio (N) de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Os dados de perda de solo e de nutrientes foram analisados através de análise estatística descritiva.

Resultados e discussão

Os valores de perda de solos das áreas A, B, C e D para os três intervalos de precipitação considerados estão na Tabela 3. A menor quantidade de solo perdida na área A foi para precipitações inferiores a 30 mm ($11,30 \text{ kg ha}^{-1}$), apesar de ter ocorrido 28 eventos pluviométricos menores que 30 mm (Tabela 4). Esse maior número de eventos não implica em maior perda de solo devido ao fato de grande parte deles não gerar escoamento capaz de promover erosão. Apesar de ter ocorrido apenas oito eventos entre 31 a 50 mm (Tabela 4), estes resultaram em perdas de $36,67 \text{ kg ha}^{-1}$, superiores às ocorridas para as precipitações menores que 30 mm, devido a cada evento responder por uma maior quantidade de perdas. Para eventos superiores a 51 mm, a quantidade de solo perdida foi superior as demais ($48,42 \text{ kg ha}^{-1}$). Vale ressaltar que entre os nove eventos maiores que 51 mm, ocorreram três precipitações superiores a 100 mm (Tabela 4).

Para a área B, as perdas de solo foram de 35,91; 16,32 e $55,48 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente para os intervalos de precipitação < 30, de 31 a 50 e > 51 mm. Na área B, a quantidade perdida para o intervalo menor que 30 mm corresponde a 33,34% do total de solo perdido na referida área, enquanto que para a área A as perdas neste intervalo respondem por apenas 11,72% do total daquela área (Tabela 5). Para precipitações maiores que 51 mm, a quantidade de solo perdida correspondeu a 50,23% e

51,52% do total das áreas A e B, respectivamente. Supõe-se que o comportamento observado seja principalmente devido à dinâmica da intensidade de chuva ou a umidade antecedente do solo. Sequinato *et al.* (2006), afirmam que o solo quando se encontra seco, necessita de mais tempo para umedecer para então se iniciar o escoamento.

Tabela 3 - Perdas de solo, em kg ha^{-1} , nas áreas A, B, C e D, no período de janeiro a maio de 2008, para os três intervalos de precipitação, em Iguatu – CE

Áreas	< 30 mm	31 – 50 mm	> 51 mm	Total
	----- kg ha ⁻¹ -----			
A	11,30	36,67	48,42	96,38
B	35,91	16,32	55,48	107,71
C	38,57	38,49	53,63	130,68
D	20,17	14,60	77,47	112,24

Tabela 4 - Precipitações coletadas no pluviômetro Ville de Paris localizado na área de estudo, em Iguatu – CE, no período de janeiro a maio de 2008

Data	Precipitação (mm)	Data	Precipitação (mm)
14/jan	10*	19/mar	47
15/jan	10*	20/mar	7
16/jan	27*	21/mar	7*
17-21/jan	8*	23-24/mar	60
22/jan	9*	25/mar	5*
23/jan	21	25-26/mar	10
25/jan	66	28/mar	8
26/jan	41	30/mar	67
27-28/jan	34	31/mar	29
29/jan	12	02/abr	26
30/jan	5*	07/abr	22
31/jan	78*	08-09/abr	44
08/fev	29	10/abr	30
09/fev	3*	13/abr	9*
15/fev	18*	16/abr	61
17-18/fev	48	20/abr	2*
21/fev	4	28-29/abr	47
26/fev-05/mar	101	30/abr	143
06-07/mar	2*	05/mai	51
10/mar	35	06/mai	30
11/mar	8	09/mai	22
12/mar	130	28/mai	19
15-17/mar	31		

*Precipitações sem dados de perdas de solos correspondentes pelo fato de se ter algumas chuvas não erosivas e de algumas amostras terem sido perdidas.

Daí a importância da umidade antecedente na geração de escoamento superficial. Como o presente estudo considerou apenas a precipitação total diária, não se pode fazer uma avaliação detalhada do comportamento observado.

Tabela 5 – Percentagem das perdas de solo em relação ao total de cada área (A, B, C e D) no período de janeiro a maio de 2008, para os três intervalos de precipitação, em Iguatu – CE

Áreas	< 30 mm	31 – 50 mm	> 51 mm
	%		
A	11,72	38,05	50,23
B	33,33	15,15	51,52
C	29,51	29,45	41,04
D	17,97	13,00	69,03

A área C apresentou as maiores perdas para precipitações inferiores a 30 mm (38,57 kg ha⁻¹) e entre 31 a 50 mm (38,49 kg ha⁻¹). Esse comportamento se deve principalmente a maior declividade dessa área e à ausência de vegetação arbórea e/ou arbustiva e a vegetação herbácea ser muito rala, o que lhe proporciona menor cobertura de proteção do solo. Estes resultados confirmam os observados por Segnfredo *et al.* (1997). Os referidos autores afirmam ser a cobertura vegetal o fator isolado que exerce maior influência sobre as perdas de solo, já que ela evita o impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, dissipando sua energia e com isso impedindo que ocorra desagregação do solo e formação de selamento superficial. Essa assertiva é confirmada quando se observa os resultados de Pires *et al.* (2006), que encontraram menores perdas de solo em mata nativa, mesmo essa área apresentando a maior declividade (42,4%) dentre os sistemas estudados.

Na área D as perdas de solo foram de 20,17 kg ha⁻¹ para chuvas inferiores a 30 mm, de 14,60 kg ha⁻¹ para precipitações entre 31 a 50 mm e de 77,47 kg ha⁻¹ (69,03% do total da área) para precipitações superiores a 51 mm. A quantidade perdida para o intervalo superior a 51 mm correspondeu a 3,8 e 5,3 vezes as perdas para os respectivos intervalos < 30 e 31 a 50 mm. Essa maior quantidade de solo perdida pode ser atribuída às árvores presentes na área reterem as gotas em suas copas e as gotas menores se juntarem formando outras maiores que causam maior impacto sobre a desagregação do solo. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990), as gotas que são retidas pela copa das árvores tendem a juntar-se formando gotas maiores e a velocidade com que estas atingem o solo é proporcional ao seu peso. Aguiar *et al.* (2006) em estudos

no município de Sobral – CE encontraram perdas de solo para mata nativa superiores às encontradas em áreas com Sistemas Agroflorestais (SAFs). Os autores atribuíram esse comportamento a pouca cobertura herbácea na área de mata nativa devido ao sombreamento e ao impacto de gotas maiores formadas na copa das árvores. Neste estudo também se verificou pouca vegetação herbácea e predomínio de plantas de porte arbustivo-arbóreo na área D.

Com relação às perdas totais de solos sem considerar intervalos de precipitação, verificou-se que a área C foi a que apresentou a maior perda (130,68 kg ha⁻¹ ano⁻¹) seguida pela D com 112,24 kg ha⁻¹ ano⁻¹. O comportamento da área C se deve à sua pouca cobertura e à sua maior declividade. Diversos estudos mostram o efeito da declividade e da cobertura nos processos de desprendimento e transporte de solo pela ação hídrica (AGUIAR *et al.*, 2006; ALBUQUERQUE *et al.*, 2001; FRANCO *et al.*, 2002; PIRES *et al.*, 2006).

Com relação as perdas totais de cada área, observou-se que estas foram baixas quando comparadas aos valores padrão da literatura para regiões semiáridas. Esses resultados se devem ao fato das áreas estudadas não sofrerem nenhum revolvimento do solo, visto que são áreas não cultivadas. Os resultados encontrados estão dentro dos valores comumente encontrados na literatura, que variam desde 0,01 t ha⁻¹ ano⁻¹ (10 kg ha⁻¹ ano⁻¹) para ecossistemas naturais e sistema agroflorestal multiestratificado, até 47 t ha⁻¹ ano⁻¹ para plantações de árvores sem cobertura morta e plantas invasoras (YOUNG, 1997 citado por FRANCO *et al.*, 2002). Albuquerque *et al.* (2001), em oito anos de estudos em área de Caatinga em Sumé – PB encontraram perdas médias de solo de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e 170 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente para caatinga nativa e caatinga nova, em parcelas experimentais, e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em macroparcelas experimentais.

Os valores de perdas de nutrientes no solo são apresentados na Tabela 6. As perdas de nutrientes apresentaram a mesma tendência das perdas de solo para os três intervalos de altura pluviométrica. Resultados encontrados por Segnfredo *et al.* (1997) em sistemas de plantio direto em Santa Maria – RS e Aguiar *et al.* (2006) em Sistemas Agroflorestais em Sobral – CE também mostraram essa mesma tendência.

A matéria orgânica (MO) foi o constituinte perdido em maior quantidade em todas as áreas e em todos os intervalos de precipitação em relação aos demais elementos. As maiores perdas para precipitações menores que 30 mm e entre 31 e 50 mm ocorreram na área C e para chuvas maiores que 51 mm, na área D. Pesquisadores tem constatado que em Sistemas Agroflorestais a MO é o constituinte perdido em maior quantidade (AGUIAR *et al.*, 2006; SCHICK *et al.* 2000; FRANCO *et al.*, 2002).

Tabela 6 - Quantidades de nutrientes perdidos, em g ha⁻¹, nas quatro áreas por intervalo de precipitação, em Iguatu, Ceará, no período de janeiro a maio de 2008

Áreas	Ca	Mg	K	Na	P	Fe	Mn	MO	N
	g ha ⁻¹								
-----< 30 mm-----									
A	10,58	1,43	1,32	0,28	0,97	0,01	0,47	365,65	146,91
B	32,90	2,34	2,08	0,74	1,29	0,02	0,88	816,88	305,10
C	34,92	3,82	3,70	0,82	1,66	0,04	1,51	1.417,06	466,52
D	12,62	3,57	1,44	0,37	0,14	0,15	0,90	864,81	90,99
-----30-50 mm-----									
A	33,32	4,87	3,80	0,70	2,54	0,05	1,27	1.058,64	433,32
B	16,95	1,09	0,96	0,38	0,44	0,00	0,34	485,42	164,32
C	38,97	3,56	3,27	0,51	1,55	0,06	1,43	1.245,91	574,61
D	12,96	3,42	1,62	0,50	0,81	0,05	0,52	779,32	267,53
-----> 50 mm-----									
A	52,74	5,72	4,59	0,96	4,13	0,05	1,13	1.990,84	748,20
B	59,52	3,44	3,05	0,89	1,62	0,01	0,86	1.310,53	554,76
C	52,08	5,45	5,54	1,07	3,98	0,10	1,80	2.111,25	984,34
D	53,11	14,01	5,23	1,09	1,23	0,51	2,68	2.880,41	1.046,82

A maior quantidade de MO perdida é devido ao seu alto teor nas camadas superficiais do solo e por ser removido mais facilmente pela erosão devido a sua baixa densidade. Observa-se que o N apresentou a mesma tendência que a MO, porém suas perdas foram em menores quantidades.

Dentre os elementos estudados, o cálcio (Ca) foi o que apresentou maiores perdas em relação aos demais. Esse comportamento é justificado pelo fato do solo ser rico em cálcio (Tabela 1). Estudando sistemas agroflorestais e convencionais em Minas Gerais, Franco *et al.* (2002) encontraram valores de perdas de cálcio superiores às dos outros elementos estudados (P, K e Mg). Já Aguiar *et al.* (2006) encontraram perdas de Ca superiores às de P e inferiores às de K e Mg em Sistemas Agroflorestais no Ceará.

Quanto aos demais nutrientes, para o intervalo de altura pluviométrica menor que 30 mm, as maiores perdas foram registradas para o Mg e o K nas áreas B, C e D. As perdas de Na, Mn e P mostraram a mesma tendência que as perdas do solo para as quatro áreas, sendo que o Fe apresentou as menores perdas nas quatro áreas. Observa-se, também, que as maiores perdas de Fe ocorreram na área D quando o total pluviométrico era superior a 50 mm.

Embora a área D tenha apresentado as maiores perdas de solo, nem todos os nutrientes estudados tiveram suas maiores perdas nesta área, sendo que apenas o Mg, o Fe e Mn tiveram esse comportamento. Entre os elementos

que se comportaram diferente, o P teve sua menor perda nesta área quando comparadas com as demais.

Conclusões

A área C apresentou maiores perdas de solo, o que pode ser atribuído à pouca cobertura vegetal e à maior declividade.

A área com cobertura rasteira apresentou maior eficiência na redução das perdas.

A cobertura vegetal mostrou-se como o fator mais importante na redução da erosão

As perdas de nutrientes apresentaram mesma tendência que as perdas de solo e a matéria orgânica foi o constituinte perdido em maior quantidade em relação aos outros elementos estudados.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento e pela concessão de bolsas aos autores.

Literatura científica citada

- AGUIAR, M. I *et al.* Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.
- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissole em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 121-128, 2001.
- ALBUQUERQUE, A. W. *et al.* Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 136-141, 2002.
- ALBUQUERQUE, A. W. *et al.* Determinação de fatores da equação de perda de solo nas condições de Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 153-160, 2005.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3. ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- CARVALHO, D. F. *et al.* Efeito da cobertura morta e do preparo do terreno nas perdas de solo e água em um argissolo vermelho-amarelo. **Engenharia na Agricultura**, v. 11, n. 1-4, p. 15-22, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solo**. Brasília, DF, 1999. 412 p.
- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro. 2 ed., 1997, 212 p.
- FRANCO, F. S. *et al.* Quantificação de erosão em Sistemas Agroflorestais e Convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.
- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Monitoramento hidroambiental das chuvas. Disponível em: <<http://www.funceme.br/DIPAN/index.htm>> Acesso em: 13 out. 2008.
- HAAN, C. T.; BARFIELD, B. J.; HAYES, J. C. **Design Hydrology and Sedimentology for Small Catchments**. San Diego: Academic Press, 1994, 588 p.
- IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil básico municipal. Iguatu. 2004.
- NASCIMENTO, C. W. A.; CHAVES, I. B. Erosividade e características da chuva correlacionadas com perdas de solo em Alagoinha – PB. **Ciência Rural**, v. 26, n. 3, p. 407-412, 1996.
- LOPES, F. B. *et al.* Representatividade dos dados pluviométricos do no estado do Ceará. In: SIMPÓSIO DE RECURSO HÍDRICOS DO NORDESTE, 8., 2006, Gravatá – PE. **Anais...** Porto Alegre – RS: ABRH. 1 CD.
- LOPES, J. F. B. **Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga Cearense**. 2008. 68 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- PIRES, L. S. *et al.* Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na região centro-leste de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 687-695, 2006.
- PONCE ÁLVARES, M. T.; PIMENTA, M. T. Erosão Hídrica e Transporte Sólido em Pequenas Bacias Hidrográficas. In: CONGRESSO DA ÁGUA, 4. 1998. Disponível em: <http://snirh.inag.pt/snirh/download/relatorios/cong_ag4_erosao.PDF> Acesso em 13 ago. 2008.
- PRUSKI, F. F. Prejuízos decorrentes da erosão hídrica e tolerância de perdas de solo. In: PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa – MG: Editora UFV, 2006. Cap. 1, p.13-23.
- SCHICK, J. *et al.* Erosão hídrica em cambissolo húmico aluminico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: II. Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 437-447, 2000.
- SEGANFREDO, M. L. *et al.* Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 2, p. 287-291, 1997.
- SEQUINATTO, L. *et al.* Quantidade de sedimentos escoados durante eventos chuvosos numa microbacia rural. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E DA ÁGUA, 16, Aracaju. **Anais...** Viçosa: SBSCS. 2006. 1 CD.
- SILVA *et al.* Análise espacial da erosão hídrica em um latossolo vermelho amarelo sob cultivo de café conilon. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 4, p. 335-342, 2007.
- SOUSA, R. F. *et al.* Avaliação das classes de cobertura vegetal e mapeamento do uso atual dos solos no município de Itaporanga – PB. **Engenharia Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 80-88, 2007.