



XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

INFLUÊNCIA DOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO NAS PERDAS DE NUTRIENTES EM SISTEMAS DE MANEJOS DO SOLO

Cleene Agostinho de Lima¹; Julio Cesar Neves dos Santos²; Helba Araújo de Queiroz Palácio³; José Bandeira Brasil⁴ & Jacques Carvalho Ribeiro Filho⁵

RESUMO – Tendo em vista a diversidade dos eventos de chuva de cada região e os impactos diferenciados que estes podem provocar, o presente estudo objetivou-se avaliar as influências dos padrões de precipitação nas perdas de nutrientes por escoamento superficial sob condições de parcelas com caatinga nativa arbustiva-árboria e cobertura herbácea, instaladas em microbacias experimentais no semiárido. O estudo ocorreu durante o período de janeiro a junho, dos anos de 2009 e 2010, em uma área pertencente ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará (IFCE), Campus Iguatu. Foram instaladas na área duas parcelas de erosão (20m²), uma sobre condições de vegetação com caatinga nativa, composta por uma vegetação arbustiva-árboria e outra com cobertura herbácea. As precipitações ocorridas na região foram classificadas em três diferentes padrões de precipitação: avançado, intermediário e atrasado. Observou-se maiores perdas de Ca e K para os dois períodos de estudos, podendo expressar perdas monetária, na forma de adubos e calcário e conseqüentemente prejuízo econômico e contaminação de mananciais. O efeito protetor estabelecido pela cobertura arbustivo-arbórea proporcionou reduções nas perdas de nutrientes para os dois períodos de estudos, independente de maiores índices pluviômetros e padrões de precipitação.

ABSTRACT– Given the diversity of rain events in each region and differentiated impacts they can cause, the present study aimed to evaluate the influences of precipitation patterns and nutrient losses from runoff under conditions of plots with arboria-shrub native caatinga and herbaceous cover, installed in experimental watersheds in the semiarid region. The study took place during the period from January to June, the years 2009 and 2010 in an area belonging to the Federal Institute of Science and Technology of the State of Ceará Education (IFCE), Campus Iguatu. Two parcels of erosion (20m²) have been installed in the area, one on conditions with native scrub vegetation consisting of a shrubby vegetation-arboria and other herbaceous cover. The rains in the region were

1) Doutorando em Engenharia Agrícola pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. UFRPE –PE E-mail: cleene2@hotmail.com

2) Doutorando em Engenharia Agrícola pelo Departamento de Engenharia Agrícola.CCA/ UFC –CE E-mail: juliocesarnds@yahoo.com.br

3) Professora do IFCE, campus Iguatu. E-mail: helbaaraujo23@yahoo.com.br

4) Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, IFCE, campus Iguatu. E-mail: josebbrasil@gmail.com

5) Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, IFCE, campus Iguatu. E-mail: jacquesfilho1@hotmail.com

classified into three different precipitation patterns: advanced, intermediate and late. Observed greater losses of Ca and K for the two study periods and can express monetary losses in the form of fertilizer and lime, and consequently economic loss and contamination of water sources. The protective effect provided by shrub and tree cover provided reductions in nutrient losses for the two study periods, independent of larger gauges indices and precipitation patterns.

Palavras-Chave – dinâmica de nutrientes, escoamento superficial, semiárido

1. INTRODUÇÃO

As características das chuvas quanto associada aos padrões de precipitação podem fornecer informações importantes, no que diz respeito ao uso do solo e manejo das práticas conservacionistas, podendo minimizar os problemas causados pela erosão hídrica (Lima *et al.*, 2013).

Segundo Eltz *et al.* (2001), as precipitações caracterizadas pela alta intensidade inicial têm grande capacidade de desagregação de partículas, devido à maior energia cinética aplicada no início do evento. A alta intensidade tende a provocar quebra de agregados e rápida formação de encrostamento provocando, conseqüentemente, diminuição das taxas de infiltração. Com a continuidade da chuva, mesmo para baixas intensidades, pode-se observar a formação de escoamento superficial. Já as precipitações com intensidade máxima ocorrendo no final de sua duração conferem as maiores taxas de perdas de água e solo, pois a ocorrência da maior intensidade coincide quando o solo está com maior umidade, o que favorece a desagregação, o encrostamento superficial e o transporte de maior quantidade de partículas de solo e nutrientes.

Neste contexto, diversos pesquisadores tem buscado avaliar as influências dos padrões de precipitação nas perdas de água, solo e nutrientes em diferentes condições de uso do solo. Oliveira *et al.* (2010), avaliando as perdas de solo, água e nutrientes sob condição de chuva simulada verificaram que após 60 minutos de precipitação simulada as perdas de solo e água no padrão atrasado foram superiores, em ordem decrescente, para o CT, AV e IN (solo) e para o AV, IN e CT (água), e que as perdas de nutrientes foram pouco afetadas pelos padrões de precipitação, sendo mais influenciadas pela água da enxurrada que pelo material sólido em suspensão, enfatizando a afirmação de Eltz *et al.* (2001). Para Lima *et al.* (2013) avaliando os padrões de precipitação sob diferentes condições de uso do solo e chuva natural no semiárido Cearense, verificou que apesar do padrão de chuva predominante ter sido o avançado, este não foi o único fator responsável pelas perdas de água e solo, pois a variação temporal, o total precipitado e as condições de cobertura contribuíram também para os processos erosivos nas parcelas de erosão.

As perdas de nutrientes por erosão hídrica têm sido uns dos principais fatores determinantes do empobrecimento do solo, da redução da produtividade da maioria das culturas, contaminação

ambiental Santos *et al.* (2007), e expressar perdas monetária, na forma de adubos e calcário e consequentemente prejuízo econômico para o produtor (Bertol *et al.*, 2007a).

Em particular o uso de práticas conservacionistas tem sido uma alternativa para reduzir tanto as perdas de solo e nutrientes, por manter a conservação do solo é proteger a superfície do contra os agentes erosivos, preservando os teores de matéria orgânica e nutrientes essenciais para a sustentabilidade do solo e da agricultura (Aguiar *et al.*, 2006; Lobato *et al.* 2009; Santos *et al.* 2007; Santos *et al.* 2011; Lima *et al.* 2013).

O presente estudo objetivou avaliar as influências dos padrões de precipitação nas perdas de nutrientes por escoamento superficial sob condições de parcelas com caatinga nativa arbustiva-arbórea e cobertura herbácea, instaladas em microbacias experimentais no semiárido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está situada na bacia hidrográfica do Alto-Jaguaribe, no município de Iguatu-CE. A mesma encontra-se instalada em uma área experimental pertencente ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará (IFCE), *Campus* Iguatu, 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 é do tipo BSw'h' (Semiárido quente), de acordo com a classificação climática de Köppen, com temperatura média sempre superior a 18 °C no mês mais frio. A precipitação média histórica no município de Iguatu é de 867 ± 304 mm, com 85% concentradas no período de janeiro-maio e dos quais cerca de 30% é registrado no mês de março (Agritempo, 2011). A evaporação potencial média fica em torno de 1988 mm ano⁻¹. Verifica-se na Tabela 1 as características físicas e químicas do Vertissolo Ebânico Carbonático Típico das áreas de estudos (Embrapa, 2006).

Tabela 1- Características físicas e químicas do Vertissolo Ebânico Carbonático Típico das áreas estudadas

Horizonte		Composição granulométrica TFSA(%)						
Símb.	Prof.(cm)	Areia	Silte	Argila	Silte/Argila			
A	0-5	13,7	44,7	41,6	1,1			
B1	5-21	20,5	40,5	39	1,0			
BCv	21-31	18,2	47	34,8	1,4			
Símb.	pH H2O	Ca	Mg	K	Na	H + Al	P	C
		cmolc.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹

A	7,6	35	12	1,04	0,13	1,7	42	24,1
B1	8,2	43	10	0,37	0,13	1,2	62	13,3
B2	8,2	39	8,6	0,29	0,15	1,2	59	10,2

O período de estudo compreendeu as estações chuvosas dos anos de 2009 e 2010, correspondendo aos meses de janeiro a junho. Foram monitoradas duas parcelas de erosão, sendo a primeira parcela com vegetação nativa tipo caatinga arbustiva-árboria fechada, sem intervenção humana, representando condições naturais de pequenas bacias rurais do semiárido do Nordeste (Figura 1a). Já a segunda parcela, era composta por uma cobertura herbácea, predominando gramíneas (*Axonopus purpuni*) e bamburral (*Hyptis sauaviolens* (L.) point) (Figura 1b).



Figura 1- Parcelas de erosão com vegetação nativa tipo caatinga arbustiva-árboria (A) e cobertura herbácea

Para obtenção dos padrões de chuva, utilizou-se os padrões classificados por Lima *et al.* (2013), em estudo desenvolvido na área experimental, sendo classificados pelo autor em avançado (AV) intermediário (IN) e atrasado (AT), de acordo com a posição de ocorrência do pico de maior intensidade (intensidade máxima em cinco minutos – I_5 máximo) em relação ao tempo total do evento.

As perdas de nutrientes no escoamento superficial foram quantificadas em parcelas de erosão com área igual a 20 m^2 (2 x 10 m). Estas foram contornadas com chapa de aço galvanizado com 0,30 m de largura, sendo enterrada a 0,15 m. A parte inferior da parcela foi conectada a um sistema coletor, constituído de 3 tanques coletores, com capacidade de 30, 100 e 200 L, respectivamente, e interligados por fracionadores de vazão. As amostras foram encaminhadas ao laboratório de Água, Solos e Tecido Vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) -

Campus Iguatu, para determinação das perdas de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Fósforo (P) e Potássio, conforme metodologia do Standard Methods (APHA, 1998).

As perdas dos nutrientes no escoamento superficial foram obtidas multiplicando-se os seus teores na água pelo volume total de água escoado por unidade de área, em seguida foram associados segundo os padrões de chuvas para a região.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificam-se, na Tabela 2, as perdas de nutrientes observadas para as duas condições de manejos do solo, associadas com os diferentes padrões de precipitação. Para o ano de 2009, na parcela com condição de caatinga arbustiva-árboria, as maiores perdas de nutrientes foram para o Ca de 1,923 kg ha⁻¹ e 1,151 kg ha⁻¹ de K e na parcela herbácea, foram de 21,919 kg ha⁻¹ de Ca e 5,547 kg ha⁻¹ de K, ou seja, 11,39 e 4,82 vezes maiores para Ca e K respectivamente, em relação à parcela com caatinga arbustiva-árboria, estando enquadrado no padrão de chuva avançado.

Tabela 2- Perdas de nutrientes no escoamento superficial para os padrões de precipitação em parcelas de erosão sob diferentes condições de cobertura do solo para o ano de 2009 e 2010 no semiárido cearense

Padrões de Precipitação	Tratamentos							
	2009				2010			
	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K
..... kg ha ⁻¹								
.....Parcela caatinga arbustiva-árboria								
Avançado	1,923	0,724	0,055	1,151	0,042	0,037	0,004	0,049
Intermediário	0,080	0,019	0,014	0,883	1,718	0,306	0,027	0,913
Atrasado	0,593	0,319	0,006	0,531	0,892	0,154	0,020	0,676
2 Padrões	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	2,596	1,063	0,075	2,565	2,652	0,498	0,051	1,638
.....Parcela herbácea.....								
Avançado	21,919	6,046	0,171	5,547	0,085	0,026	0,002	0,057
Intermediário	11,068	0,818	0,083	3,439	1,531	0,330	0,052	0,608
Atrasado	8,782	0,910	0,026	4,534	1,906	0,278	0,001	0,977
2 Padrões	7,244	0,883	0,119	1,639	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	49,013	8,657	0,399	15,158	3,522	0,635	0,055	1,641

Tal resultado pode ser explicado pela combinação entre a alta energia cinética ocorrida no padrão avançado (maior pico de intensidade ocorre no início da chuva), a condição do solo exposto (período de seis meses sem ocorrência de precipitação), favorecendo maiores desagregações das partículas pelo impacto das gotas das chuvas diretamente ao solo, carreando assim os nutrientes em maiores quantidades no material do solo (Lima *et al.*, 2013). Para Bertol *et al.* (2007a), as maiores perdas de Ca e K podem expressar perdas monetária, na forma de adubos e calcário e consequentemente prejuízo econômico e contaminação de mananciais.

Tal resultado também é explicado pelas perdas de cálcio estar associado a maior concentração deste elemento no solo, o qual foi classificado como Vertissolo Ebânico Carbonático Típico. Corroborando com resultados encontrados por Lobato *et al.* (2009) e Santos *et al.* (2011). Já as maiores perdas de potássio são devidas maior solubilidade deste elemento; as quais foram influenciadas pelas perdas de água (Aguiar *et al.*, 2006; Schick *et al.*, 2000).

Para o ano de 2010 (Tabela 2), as chuvas ocorridas apresentaram uma alta variabilidade em grande espaço temporal entre os eventos, o que implicou na redução da umidade antecedente aos eventos. As maiores perdas de cálcio e magnésio ocorreram no padrão de chuva intermediário (1,718 kg ha⁻¹) de Ca e 0,913 kg ha⁻¹ de K na parcela cobertura herbácea) e padrão atrasado (1,906 kg ha⁻¹ de Ca e 0,977 kg ha⁻¹ parcela caatinga arbustiva-árboria), provavelmente ocorreu porque o pico de máxima intensidade é atingido quando o solo já apresenta umidade elevada, o que possibilita uma maior desagregação das partículas e maior carregamento de solo e consequentemente transporte dos nutrientes. Vale ressaltar que é importância estudar não apenas as características da chuva, mas também como elas se relacionam com a cobertura vegetal e processos de dinâmicas destes nutrientes. Corroborando com resultados observados no padrão de chuva atrasado por Oliviera *et al.* (2010).

Pode-se verificar a importância da regeneração da cobertura vegetal ao longo do tempo (Tabela 2), para a parcela com cobertura herbácea. No ano de 2009, com maior índice pluviométrico (1.060,60 mm) a parcela herbácea apresentava cobertura muito rala, composta principalmente por gramínea, onde ainda não tinha atingido seu pleno desenvolvimento proporcionando perdas totais de 49, 013 kg ha⁻¹ de Ca, 8,657 kg ha⁻¹ de Mg, 15,158 K kg ha⁻¹ e 0,399 kg ha⁻¹ de P; já no ano de 2010 o solo se encontrava todo coberto com a gramínea bem mais densa que em 2009, as perdas destes elementos foram menores em 1.291,7% de Ca, 1.264,4% de Mg, 823,6% de K e 622,3 % de P respectivamente em relação ao ano de 2009.

Para a parcela caatinga arbustiva-árboria (Tabela 2), verificou-se para os dois anos avaliados o efeito protetor estabelecido pela cobertura arbórea, que contribuiu para uma maior dissipação da energia cinética das chuvas, reduziu as perdas totais de nutrientes por escoamento superficial 94,7% de Ca, 87,7% de Mg, 83,1% de K e 81,3 % de P respectivamente no período de 2009, e 24,7% de

Ca, 21,6% de Mg, 0,2% de K e 7,1 % de P respectivamente, em 2010, em relação a parcela com cobertura herbácea.

O fósforo foi o elemento perdidos em menores quantidades (Tabela 2). Segundo Schick *et al.* (2000), estas menores perdas de fósforo é em razão do elemento estar adsorvido aos colóides do solo, o maior transporte ocorre nas frações de argila e silte, implicando em maiores perdas nos sedimentos. Corroborando com os resultados encontrados por Bertol *et al.* (2007b) e Cardoso *et al.* (2012).

Os nutrientes apresentaram sequência de Ca>K>Mg>P (Tabela 2). Resultados semelhantes foram verificados por Aguiar *et al.* (2006) e Santos *et al.* (2011) em estudos de erosão hídrica no semiárido cearense.

4. CONCLUSÕES

Para o ano de 2009, na parcela herbácea o padrão de precipitação avançado juntamente com o manejo de cobertura herbácea natural inferiu-se em maiores perdas de Ca e K em relação ao manejo com caatinga arbustiva-árboria, podendo expressar perdas monetária, na forma de adubos e calcário e conseqüentemente prejuízo econômico e contaminação de mananciais.

A regeneração da cobertura vegetal para o período de 2010, na parcela com cobertura herbácea, contribuiu para redução das perdas de nutrientes.

O efeito protetor estabelecido pela cobertura arbustivo-arbórea proporcionou reduções nas perdas de nutrientes para os dois períodos de estudos, independente de maiores índices pluviômetros e padrões de precipitação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro a pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

AGRITEMPO. *Sistema de monitoramento agrometeorológico. Dados meteorológicos - Iguatu (INMET), dados históricos.* Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>. Acesso em 16 de maio, 2011.

AGUIAR, M. I.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAUJO FILHO, J. A. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.3, p.270-278, 2006.

APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20.ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1998. 1220p.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J. C.; AMARAL, A. J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.133-142, 2007a.

BERTOL, I.; ENGEL, F.L.; MAFRA, A.L.; BERTOL, O.J. & RITTER, S.R. Phosphorus, potassium and organic carbon concentrations in runoff water and sediments under different soil tillage systems during soybean growth. *Soil & Tillage Research*, v.94, p.142-150, 2007b.

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J.C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.16, n.6, p.632–638, 2012.

ELTZ, F.L.F.; MEHL, H.U.; REICHERT, J. M. Perdas de solo e água em entressulcos em um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a quatro padrões de chuvas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 485-493, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA - CNPS. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

LIMA, C. A. et al. Characteristics of rainfall and erosion under natural conditions of land use in semi-arid regions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)*, v. 17, p. 1222-1229, 2013.

LOBATO, F. A. O.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SANTOS, J. C. N.; LOPES, J. F. B. Perdas de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas. *Revista Agroambiente*, v. 3, p. 65-71, 2009.

OLIVEIRA, J. R.; PINTO, M. F.; SOUZA, W. J.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D.F. Erosão hídrica em um argissolo vermelho-amarelo, sob diferentes padrões de chuva simulada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, p. 140-147, 2010.

SANTOS, J. C. N.; PALÁCIO, H. A. Q.; AANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; ARAÚJO NETO, J. R. Runoff, soil loss and soil nutrients in semiarid areas of uncultivated. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, p. 813-820, 2011.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, Ê. F. F.; LIMA NETO, J. A. Perdas de carbono orgânico, potássio e solo em Neossolo Flúvico sob diferentes sistemas de manejo no semiárido. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* v.2, n.2, p.143-149, 2007.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BALBINOT JR., A. A.; BATISTELA, O. 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 Ciência do Solo*, v.24, p.437-447, 2000.