



EFEITOS DO MANEJO NAS PERDAS DE ÁGUA E SOLO EM MICROBACIAS EXPERIMENTAIS MODIFICADAS NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Jacques Carvalho Ribeiro Filho¹; José Ribeiro de Araújo Neto²; Eunice Maia de Andrade³; José Bandeira Brasil¹; Antônio Gebson Pinheiro¹

RESUMO --- O presente estudo tem como objetivo investigar a influência da ação antrópica na lâmina escoada e na produção de sedimentos em microbacias de escoamento efêmero no semiárido cearense. O trabalho foi desenvolvido em três microbacias experimentais, manejadas com: caatinga nativa, caatinga raleada e broca com queima e plantação de pastagem, localizadas no município de Iguatu, Ceará. O monitoramento foi realizado nas estações chuvosas dos anos de 2009 e 2010. Os resultados mostraram que o manejo da vegetação influencia na produção de sedimentos e nas lâminas escoadas nas microbacia. O manejo da queima com plantação de pastagem foi o mais agressivo quanto as produções de solo e água, principalmente para os primeiros eventos quanto o pasto não se desenvolveu completamente. Já o raleamento da vegetação apresentou-se como um excelente manejo para produção de pastagem, sendo as produções de sedimentos e as lâminas escoadas, em quase na totalidade dos eventos, inferiores a área mantida nativa, mesmo essas com condições edafoclimáticas similares. A maior produção de sedimentos no ano de 2010 para microbacia com pastagem comparado com 2009 onde ainda estava nativa, mesmo para uma estação chuvosa mais fraca, confirma o papel da intervenção humana nas alterações sedimentológicas em pequenas hidrográficas.

ABSTRACT --- The present study aims to investigate the influence of anthropogenic activities on the blade drained and sediment yield in watersheds of ephemeral runoff in semiarid Ceará. The study was conducted in three experimental watersheds, handled with: native caatinga, thinned caatinga and drill with burning and planting of pasture, located in the municipality of Iguatu, Ceará. The monitoring was conducted during rainy seasons of 2009 and 2010. The results showed that the vegetation management influences on sediment yield and the blades disposed in the watershed. The management of burns with planting pasture was the most aggressive as the productions of the soil and water, especially for the first event as the grass has not developed completely. Already thinning of vegetation presented himself as an excellent management for pasture production, with yields of sediment and disposed blades in almost all of the events, lower area native maintained, even those with similar climate conditions. The greatest sediment production in 2010 for the watershed with grazing compared to 2009 which was still native, even for a weaker rainy season, confirms the role of human intervention in sedimentological changes in hydrographic small.

Palavras-chave: Transporte de sedimentos, lâmina escoada, Erosão.

¹Graduando do curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem no Instituto Federal do Ceará (IFCE) – Campus Iguatu. Email: jacquesfilho1@hotmail.com; Josebbrasil@gmail.com; gerbson10@hotmail.com. ² Doutorando na Universidade Federal do Ceará, departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC. Email: juniorifcelabas@gmail.com. ³ Professora da Universidade Federal do Ceará, Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC. E-mail: eandrade@ufc.br;

INTRODUÇÃO

A erosão dos solos por via hídrica, e conseqüentemente a produção de sedimentos, tem sido objeto de preocupação crescente em todas as situações relativas à gestão do uso do solo e da água (PARANHOS & PAIVA, 2008). Os efeitos negativos da erosão do solo incluem a redução da fertilidade do solo, redução da sua capacidade de armazenamento de água, perdas de matéria orgânica, poluição da água, aumento do risco de desertificação, destruição das nascentes, formação de sulcos indesejáveis no terreno e poluição dos corpos hídricos provocando aumento da turbidez na água (BAKKER et al., 2005). Estes problemas estão associados a destruição da caatinga na região semiárido do Nordeste brasileiro que tem contribuído para acelerar a erosão do solo trazendo, como conseqüências, o seu empobrecimento e o assoreamento de mananciais (ALBUQUERQUE et al., 2001).

Na medida em que o manejo do solo, nas diversas atividades humanas, elimina a cobertura vegetal, sua superfície fica mais exposta à ação do impacto das gotas de chuva e da enxurrada. Desta forma, tanto o impacto das gotas de chuva quanto à enxurrada contribuem para modificar as condições físicas da superfície do solo, alterando a rugosidade superficial, a porosidade e a taxa de infiltração de água (ALBUQUERQUE et al., 2002).

A erosão dos solos é um dos mais importantes problemas ambientais em todo mundo. As questões relacionadas à erosão têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, especialmente em regiões semiáridas de países como o Brasil, onde grande parte da população depende de atividades econômicas ligadas à agricultura. (SANTOS et al., 2007).

Apesar do desenvolvimento de alguns estudos hidrológicos conduzidos no semiárido, pesquisas ainda são escassas no sentido de gerar informações em escala de microbacias rurais de escoamento efêmero. Os desafios desses estudos têm sido principalmente devido à dificuldade de um monitoramento contínuo, de forma a gerar informações qualitativas e quantitativas consistentes do processo chuva-deflúvio e dos diversos fatores que exercem influência sobre o mesmo (RODRIGUES et al., 2013)

A produção de sedimentos é a resultante do processo de erosão ao longo de uma bacia. A quantificação dos sedimentos gerados em uma bacia é fundamental no desenvolvimento e na adoção de técnicas eficazes de controle dos processos erosivos tornando possível determinar o grau de deterioração do solo, do assoreamento e da

contaminação dos corpos hídricos (SILVA, 2006).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo investigar a influência de manejos da vegetação Caatinga na lâmina escoada e na produção de sedimentos em microbacias no semiárido cearense.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental localiza-se no município de Iguatu, Ceará, Brasil, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Iguatu. O município encontra-se no semiárido cearense, região conhecida como Sertão Central, e está a $6^{\circ}23'42''$ a $6^{\circ}23'47''$ S e $39^{\circ}15'24''$ a $39^{\circ}15'29''$ W, com altitude de 217 m (Figura 1). O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo BSw'h' (semiárido quente), com temperatura média sempre superior a 18°C no mês mais frio. A evapotranspiração potencial média é de $1.988\text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$, a precipitação média histórica no município de Iguatu é de $867 \pm 304\text{ mm}$ (RODRIGUES et al., 2013). A composição da vegetação é tipicamente Caatinga, com caráter variável, desde espécies de porte herbáceo a arbóreo-arbustivo, tipicamente caducifólio de caráter xerófilo com grande variedade de espécies espinhosas. O solo da área experimental é classificado como Vertissolo Ebânico Carbonático Típico de acordo com a classificação da Embrapa (2006).

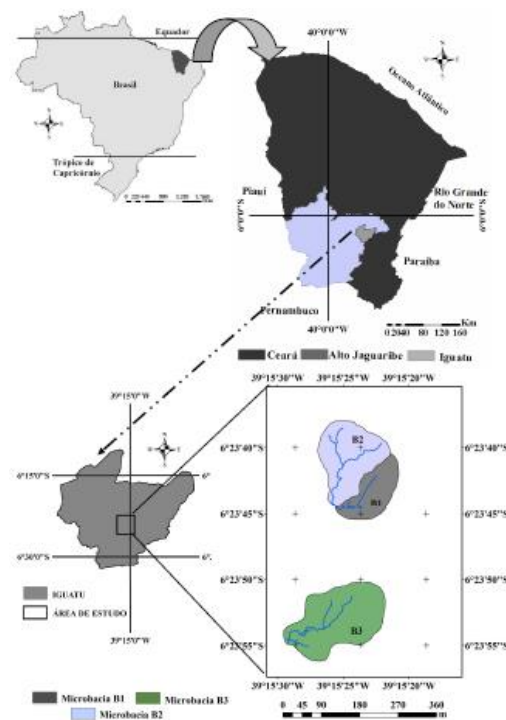


Figura 1 - Mapas das microbacias experimentais no município de Iguatu, Ceará, Brasil.

Foram monitoradas três microbacias experimentais, no bioma de vegetação Caatinga, durante os anos de 2009 e 2010. As características morfométricas das microbacias experimentais estudadas podem ser verificadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características morfométricas das microbacias experimentais B1, B2 e B3 no município de Iguatu, Ceará, Brasil.

Características	Valores			Unidades
	Microbacias			
	Caatinga Raleada	Caatinga Nativa	Queima/ Pastagem	
Área da bacia (Ab)	1,15	2,06	2,80	Há
Perímetro (P)	478,35	594,50	696,75	M
Comprimento do talveque (Lt)	120,54	183,87	187,90	M
Comprimento do curso princ. (Lcp)	147,18	252,11	238,20	M
Comprimento da bacia (Lb)	188,17	204,40	253,90	M
Declividade da bacia (Db)	8,72	10,59	5,57	%
Fator de forma (Rf)	0,32	0,49	0,43	-
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,25	1,16	1,17	-
Tempo de concentração (Tc)	0,05	0,06	0,07	H
Extensão média do escoamento superficial	19,50	20,50	29,40	M
Sinuosidade do curso principal (Sin)	1,20	1,40	1,27	-

A microbacia com caatinga nativa apresenta área drenada de aproximada de 2,2 ha e declividade média de 10,6%. Essa microbacia foi mantida inalterada durante os dois anos de estudo, sem intervenção humana (Figura 2B), representando condições naturais de pequenas bacias rurais do semiárido do Nordeste. A microbacia com caatinga raleada possui uma área de drenagem de 1,15 ha, com declividade média de 8,7% (Tabela 1). Essa microbacia foi proposadamente alterada durante os anos de monitoramento, nela foi aplicado tratamento de raleamento da Caatinga (Figura 2A), prática bastante empregada por pequenos agricultores do semiárido brasileiro. Já a microbacia com broca queima e plantação de pastagem, possui a maior área de drenagem de 2,8 ha apresentando declividade média de 5,57 m. Essa microbacia foi mantida inalterada no primeiro ano de monitoramento (2009) e, posteriormente, no segundo ano (2010) foi submetida ao tratamento da queima com plantação de pastagem (Figura 2C), sendo a prática da queimada a mais utilizada pelos agricultores da região na remoção da vegetação. Ambos os tratamentos do raleamento e da queima foram aplicados com propósito de verificar a influência da prática de desmatamento na Caatinga sobre a lâmina escoada e a produção de sedimentos em pequenas bacias rurais, verificando

dessa forma a influência da ação antrópica sobre modificações nos processos hidrológicos e sedimentológicos na bacia.



Figura 2 - Detalhes da vegetação nas microbacias experimentais: A) B1 raleada; B) B2 Nativa e C) B3 Queima com plantação de pastagem.

O estudo ocorreu durante as estações chuvosas do ano de 2009 e 2010, que corresponde ao primeiro semestre de cada ano. O monitoramento hidrológico e sedimentológico das microbacias experimentais foram realizados a partir de estações automáticas equipadas com pluviógrafos (registro a cada cinco minutos) e torres automáticas coletoras de sedimentos, situadas a montante de uma calha Parshall, responsável pela medição do deflúvio superficial. Para medição do nível da água foram instalados linígrafo automáticos, a partir das elevações de nível de água ou cotas registradas no sensor, que foram coletadas continuamente em intervalos de 5 minutos, converteu-se altura da água em vazão mediante equação específica de cada calha.

Para medição da produção de sedimentos foram coletadas amostras logo após eventos geradores de escoamento superficial tão logo atingissem um ponto de coleta na torre de sedimentos, as análises laboratoriais das concentrações de sólidos totais foram realizadas segundo APHA (2005) e conduzidas no Laboratório de Análises de Água, Solos e Tecido Vegetal – LABAS, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Iguatu.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo avaliou as lâminas escoadas nas microbacias por eventos durante os anos de 2009 e 2010 (Figura 3), verifica-se que a microbacia raleada apresenta, quase na

totalidade dos eventos, perdas de água inferiores a microbacia com cobertura nativa e esta, por sua vez, apresenta lâminas escoadas menores do que a queimada/pastagem. As lâminas máximas escoadas para as microbacias com caatinga raleada e nativa, no ano de 2009 foram de 10,69 e 12,56 mm respectivamente, ambas no evento do dia 18-fev-09 com precipitação de 61,0 mm. Para o ano de 2010, as lâminas máximas escoadas nessas microbacias foram respectivamente de 4,9 e 7,95 mm em 19-abr-10 que apresentou precipitação de 48,4 mm. Verifica-se que as lâminas máximas na raleada foram inferiores a nativa, essa característica evidencia a importância da vegetação herbácea na microbacia raleada, responsável pela maior retenção do escoamento, tanto para pequenos com grandes eventos, visto que as microbacias em questão apresentam o mesmo tipo de solo com características físicas e morfométricas similares. Santos et al. (2007) em seus estudos com parcelas experimentais em Sumé - PB e São João do Cariri - PB, ressalta o papel que a cobertura vegetal pode desempenhar no controle das perdas de água por escoamento superficial, principalmente, quando considerada a irregularidade temporal e espacial das chuvas na região semiárida do Nordeste do Brasil.

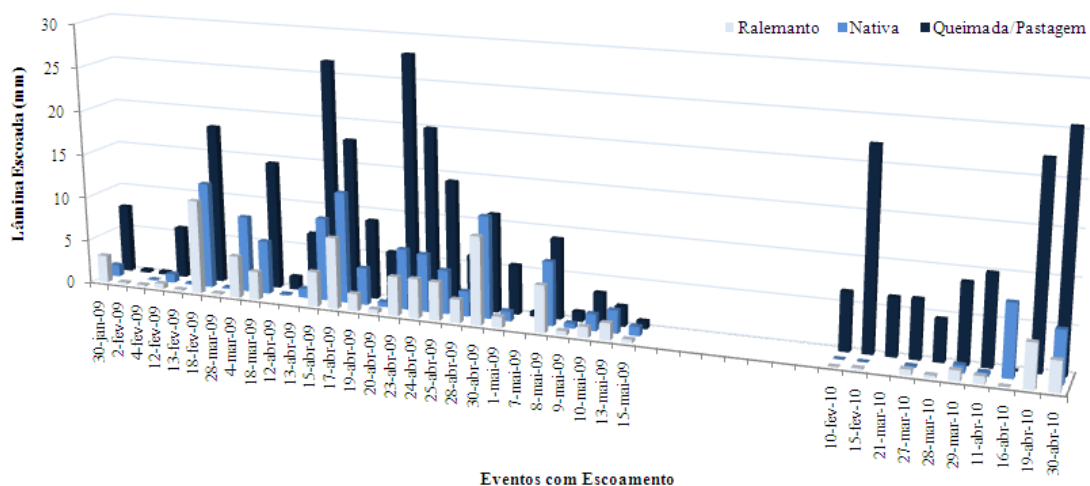


Figura 3 - Lâminas escoadas por evento nas microbacias raleada, nativa e queimada/pastagem nos anos de 2009 e 2010.

Ainda na Figura 3, avaliando as lâminas escoadas por evento nas microbacias, verifica-se a predominância das maiores perdas de água em todos os eventos na microbacia B3, mesmo no ano que se encontrava com vegetação nativa. Constatou-se que na microbacia com queima/pastagem as maiores lâminas escoadas para 2009 na ordem de 26,6 e 28,03 mm para, respectivamente, 15-abr-09 e 23-abr-09 eventos com

precipitações de 42,75 e 28,25 mm cujo I_{30} (intensidade máxima em trinta minutos) atingiu patamares de 38,1 e 20,8 mm h⁻¹ respectivamente. Para esses mesmos eventos nas demais microbacias raleada e nativa, as lâminas escoadas foram 3,95 e 9,4 mm e 4,4 e 6,82 mm respectivamente. Comparativamente às outras microbacias a microbacia com queima/pastagem, mesmo no ano de 2009, em que apresentava maior densidade de cobertura vegetal do que a raleada e nativa, suas lâminas escoadas foram bastante superiores. Apesar da importância dessa variável sobre as respostas hidrológicas, os resultados apontaram para o fato de que a vegetação não ter sido a principal componente envolvida nos altos valores de perda de água nessa unidade de monitoramento, acredita-se que as características da argila dos solos dessa microbacia seja um fator de acentuada importância para as maiores lâminas escoadas. Albuquerque et al. (2001) aponta em seus estudos que as menores reduções de lâmina escoada ocorrem provavelmente pelo fato do solo, independente do tipo de cobertura, apresentar limitada capacidade de infiltração, a partir da qual a taxa de enxurrada tende a igualar-se em diferentes sistemas de manejo do solo.

Para o ano de 2010, a maior lâmina escoada na microbacia com queima/pastagem foi de 25,52 mm no evento do dia 30-abr-10 que apresentou precipitação de 55,0 mm e intensidade máxima em 30 minutos de 43,18 mm h⁻¹. Destaca-se neste ano, que mesmo para submetidas a regimes pluviométricos semelhantes as lâminas escoadas nesta microbacia apresentou significativamente maiores do que as lâminas escoadas nas microbacias raleada e nativa, que somente apresentaram escoamento superior a 1 mm a partir de 16-abr-10, após 7 eventos geradores de escoamento na microbacia queimada/pastagem. Essa característica comprova a importância da cobertura vegetal, nativa ou raleada, na retenção do escoamento, mesmo para um ano com precipitações bastante irregulares.

A representação da produção de sedimentos transportados pelo escoamento superficial gerado nas microbacias raleada, nativa e queimada/pastagem para os anos de 2009 e 2010 está explicitada na Figura 4. Considerando o ano de 2009, constata-se que os sedimentos transportados atingiram valores máximos e mínimos de 635,5 e 1,16 kg ha⁻¹, para os eventos 30-abr-09 e 01-fev-09 nas microbacias nativa e raleada, respectivamente. Constata-se ainda, neste mesmo ano, que a microbacia queimada/pastagem apresentou as menores produções de sedimentos em relação às demais em praticamente todos os eventos. Dado que as características da precipitação

pluviométricas são as mesmas nas microbacias, e que em eventos de menor magnitude, a produção de sedimentos foi praticamente idêntica, o fator cobertura vegetal na queimada/pastagem no ano de 2009, pode ter sido o fator determinante da redução na produção e transporte de sedimentos para os eventos para esse ano, onde esta apresentava ainda com uma vegetação nativa bastante densa. Segundo Albuquerque et al. (2002), estudando a influência do manejo do solo sobre a erosão no semiárido paraibano, atribui essa diferença à remoção da cobertura vegetal da superfície do solo, que permite a ação do impacto das gotas de chuva e do escoamento superficial sobre o solo exposto ou com pouca cobertura vegetal, ocasionando, assim, a desagregação e transporte das partículas do solo.

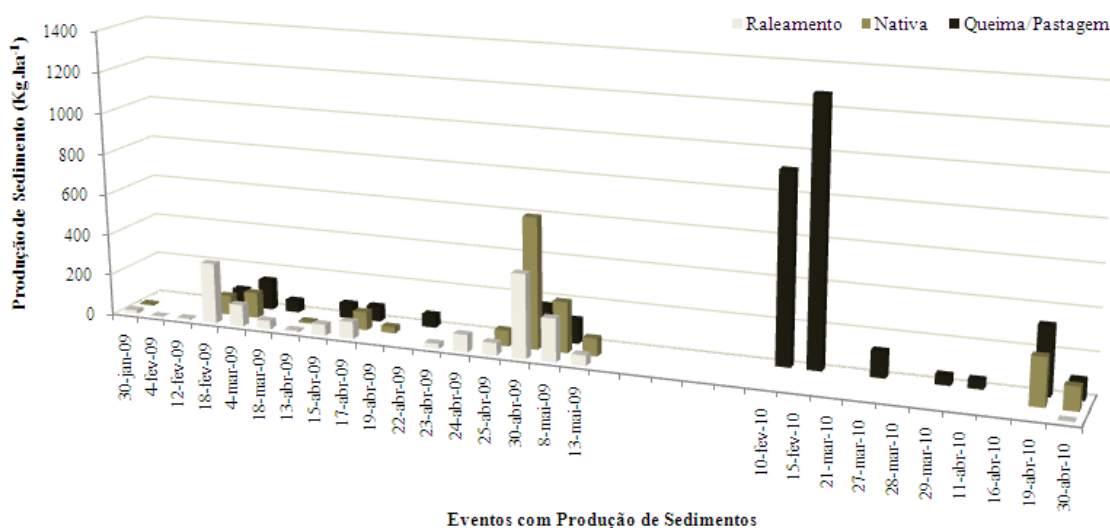


Figura 4 - Distribuição da produção de sedimentos nas microbacias raleada (B1), nativa (B2) e queimada/pastagem (B3) para os anos de 2009 e 2010.

Para o ano de 2010, a produção de sedimentos apresentou valores máximos e mínimos de 1274,82 e 6,08 kg ha⁻¹ (Figura 4), para os eventos 15-fev-10 e 30-abr-10, sendo desta vez o valor máximo verificado de perda de solo foi para a microbacia queimada/pastagem. Destaca-se nesta microbacia, que somente os eventos dos dias 10-fev-10 e 15-fev-10 apresentaram valores de produção de sedimentos acumulados de 2196,59 kg ha⁻¹, correspondendo a 77,47% da produção total na microbacia no ano de 2010. Esses eventos foram caracterizados por serem os primeiros geradores de escoamento da estação chuvosa de 2010 nesta microbacia, como a pastagem plantada ainda não tinha se desenvolvido o solo estava completamente exposto aos efeitos da erosão hídrica e do impacto das gotas de chuva, fato que proporcionou essas elevadas

perdas de solo para apenas dois eventos. Outro fato que evidencia a influência da exposição do solo foram que os eventos 19-abr-10 e 30-abr-10 apresentaram lâminas escoadas similares aos primeiros eventos geradores de escoamento, no entanto, as produções de sedimentos nesses eventos foram de 325,6 e 95,07 kg ha⁻¹ respectivamente, apresentando juntos, menos de 15% da produção de sedimentos total de 2010.

CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que a influência antrópica no manejo da vegetação influenciou nas perdas de água e na produção de sedimentos.

As menores produções de sedimentos e lâminas escoadas na microbacia raleada sugere um excelente manejo para produção de pastagem e conservação dos recursos naturais.

A prática da queima da vegetação para posterior plantação de pastagem, tornando o solo exposto, influencia significativamente para as maiores produções de sedimentos, notadamente nos primeiros eventos onde o pasto não se desenvolveu completamente para proteção do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio através da concessão de bolsas aos pesquisadores desse trabalho e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro pelas bolsas de produtividade e de iniciação científica.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, A.W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V.S. (2001). Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissole em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.121-128.

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R.(2002). 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**, 6, 1,136-141.

BAKKER, M. M.; GOVERS, G.; KOSMAS, C.; VANACKER, V.; VAN OOST, K.; ROUNSEVELL, M. (2005). *Soil erosion as a driver of land-use change*. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 105, p. 467–481.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro. 2ª ed., 2006, 306 p.

RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M.; MEDONÇA, L. A. R.; ARAÚJO, J. C.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO, E. M. (2013). Respostas hidrológicas em pequenas bacias na região semiárida em função do uso do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 312–318.

PARANHOS R. M.; PAIVA J. B. D. (2008). Avaliação de Metodologia de Estimativa de Produção de Sedimentos em uma Pequena Bacia Rural de Encosta. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 13, 1, 07-18.

SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. S. (2007). Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semiárido da Paraíba. **Revista Okara: Geografia em Debate**, v.1, p.1-152.

SILVA, P. M. O. (2006). **Modelagem do escoamento superficial e da erosão hídrica na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Marcela, Alto Rio Grande**. 2006. 155f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.