

EFEITO DA MODIFICAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NAS PERDAS DE ÁGUA E SOLO NO SEMIÁRIO CEARENSE

Antonio Gebson Pinheiro¹; José Ribeiro Araújo Neto²; Helba Araújo de Queiroz Palácio³; Eunice Maia de Andrade⁴; José Bandeira Brasil¹

RESUMO - O estudo sobre as mudanças da cobertura do solo em uma bacia hidrográfica é fundamental para o conhecimento sobre as consequências causadas em determinados processos do ciclo hidrológico. Objetivou-se com este estudo avaliar a influência da ação antrópica, com a retirada da cobertura vegetal, em parcelas localizadas em uma microbacia experimental no Semiárido cearense. Foram monitorados as coberturas: manejo de corte/queima e plantação da gramínea (*Andropogon gayanus*, Kunt) para produção de pasto e solo exposto. A altura pluviométrica total precipitada foi 1.322,2 mm no ano 2011, com índice de erosividade igual a 12.717,0 MJ ha mm⁻¹ h⁻¹. A parcela com pastagem apresentou uma lâmina escoada de 610,1 mm e perda de solo total igual a 3.746,0 kg ha⁻¹. Em contrapartida a parcela sem cobertura mostrou valores de perda de água e solo correspondente a 724,0 mm e 52.114,8 kg ha⁻¹, respectivamente. A classe com eventos entre 40 e 60 mm proporcionou as maiores perdas hidrossedimentológicas, com ênfase para a parcela de solo descoberto que teve um incremento médio de perdas em torno de 21,6% de água e 1.701,3% de solo, Conclui-se que o efeito da retirada da vegetação provoca incrementos elevados nas perdas de água e solo na região semiárida.

ABSTRACT - The study on the changes of land cover in a watershed is critical to the understanding of the consequences caused in certain processes of the hydrological cycle. The objective of this study was to evaluate the influence of human action, with the removal of vegetation cover in experimental plots located in a semiarid watershed in Ceará. Management of cutting / burning and planting of grass (*Andropogon gayanus*, Kunt) for the production of pasture and bare soil: the toppings were monitored. The precipitated full height rainfall was 1.322,2 mm in 2011, with erosivity index equal to 12.717,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. The plot with pasture showed a drained blade 610,1 mm and total loss of soil equal to 3.746,0 kg ha⁻¹. In contrast the share uninsured showed values of water loss and corresponding to 724,0 mm and 52.114,8 kg ha⁻¹, respectively soil. The class events with between 40 and 60 mm provided the greatest hidrossedimentológicas losses, with emphasis on the portion of bare ground that had an average increase of losses around 21,6% 1.701,3% water and soil, It follows the effect of the removal of vegetation causes high losses increases in water and soil in semiarid region.

Palavras - Chave: Erosão, cobertura do solo, precipitação.

¹Graduando do curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, no Instituto Federal do Ceará (IFCE) campus Iguatu-CE. E-mail: gebson10@hotmail.com; josebbrasil@gmail.com; ² Doutorando na Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia

INTRODUÇÃO

A ação de fatores naturais sobre o solo é um processo que ocorre de forma permanente desde a sua formação, o qual promove o desprendimento, transporte e deposição do solo, caracterizando um processo denominado por “erosão geológica” ou “erosão natural”. Essa forma de erosão, apesar de alterar as condições de equilíbrio do solo, não é a que mais contribui para a sua degradação, uma vez que estas perdas de solo ocorrem de forma bastante lenta e em períodos longos, o que permite que a própria natureza, a partir dos processos de formação do solo, o reconstitua (ISMAEL et al, 2013). Segundo Silva et al. (2011) a erosão dos solos é extremamente variável de acordo com tempo e espaço, e essa variabilidade deve-se ao fato, principalmente, das diferenças nas características da superfície do solo e das condições climáticas da região, que afetam diretamente o escoamento superficial.

A erosão hídrica é a consequência da interação da chuva com o solo, ou seja, é a resultante do poder da chuva em causar erosão e da capacidade do solo em resistir a esta. Ao potencial da chuva em causar erosão chama-se erosividade (BAZZANO et al. 2007). Segundo Pruski et al. (2003) todos os fatores que influenciam na infiltração de água no solo, interferem também no escoamento superficial resultante, entre eles a intensidade e duração das chuvas e a cobertura vegetal. A cobertura vegetal exerce importante papel no controle das perdas de água e solo por escoamento superficial, principalmente na Região Nordeste do Brasil, quando há a irregularidade espacial e temporal das chuvas, (SANTOS et al., 2007, Santos et al., 2008). Thomaz (2009) classifica a chuva como sendo o parâmetro físico que mais afeta a erosão do solo em regiões tropicais.

A cobertura do solo, proporcionada pelos resíduos culturais deixados na superfície, tem ação direta e efetiva na redução da erosão hídrica. Isto ocorre em virtude da dissipação da energia cinética das gotas da chuva, a qual diminui a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial e aumenta a infiltração de água e a rugosidade do solo (COGO et al., 2003, AIBUQUERQUE et al., 2002). Segundo Nunes et al. (2011) as alterações causadas pela extensificação e uso da terra incluem menos campos cultivados, maiores áreas com pastagem na natural e abandono de algumas

áreas. Estudos destinados a perdas de solo e água no semiárido ainda são escassos. Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo avaliar as perdas hidrossedimentológicas causadas pela retirada da vegetação em parcelas no Bioma Caatinga.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está inserida na Bacia Experimental de Iguatu (BEI), que faz parte da bacia do Alto Jaguaribe entre as coordenadas geográficas 6°23'42'' a 6°23'47'' de latitude Sul e 39°15'24'' a 39°15'29'' de longitude Oeste (Figura 1). A área da microbacia pertence ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Iguatu.

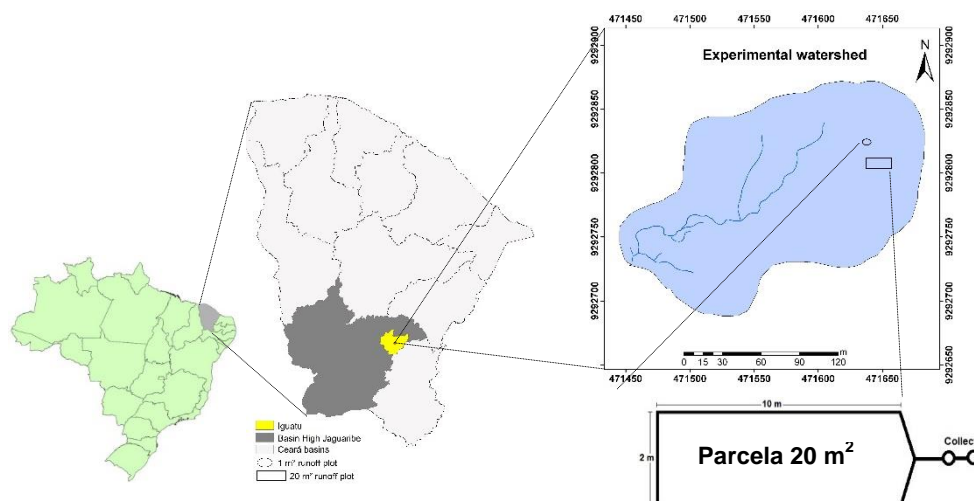


Figura 1 - Localização das parcelas experimentais de erosão de 20 m² nas microbacias experimentais no município de Iguatu, Ceará

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 Figura 2 mostra a variabilidade da precipitação anual média em Iguatu, observada no período de 1974 a 2014, com precipitação anual em torno de 1.012,7 mm. Para isso, foi utilizada toda a série de dados existentes no município de Iguatu (FUNCEME, 2014).

Na Figura 3 são apresentados os valores de precipitação mensal. Observa-se que o período histórico compreendido entre Janeiro a Maio ocorrem os maiores valores pluviométricos do ano.

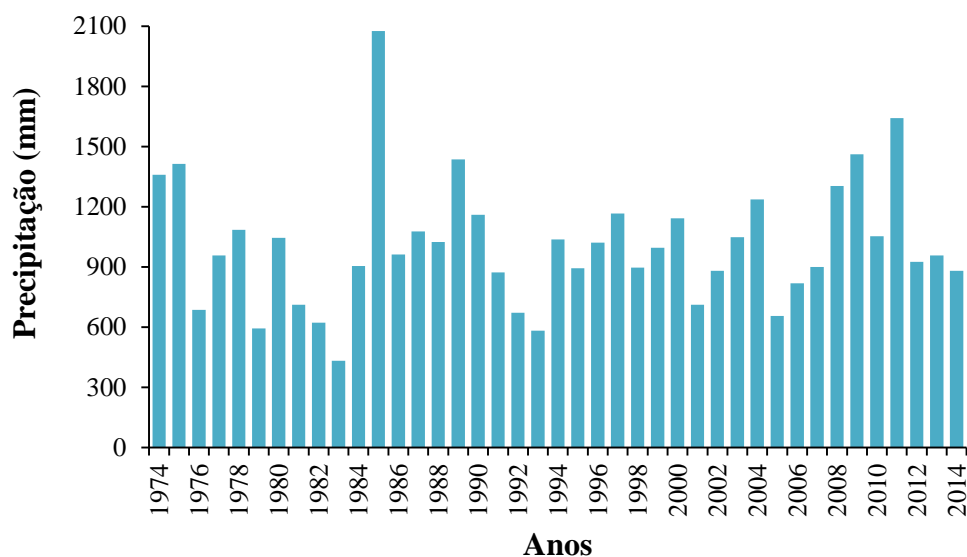


Figura 2 - Precipitação anual média no município de Iguatu.

FONTE: FUNCEME (2014).

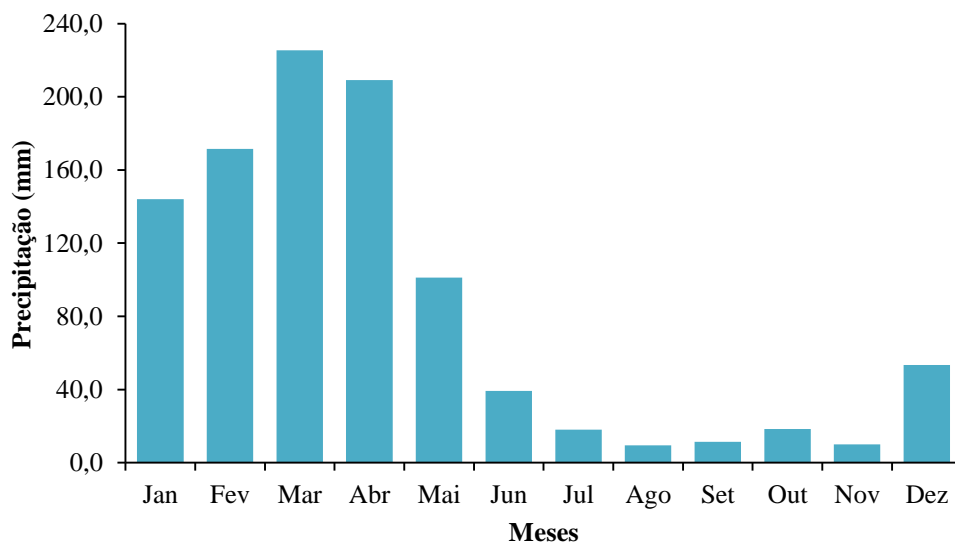


Figura 3 - Precipitação mensal média no município de Iguatu.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Dados meteorológicos - Iguatu (ANA/HIDROWEB), dados históricos. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/SerieHistórica>. Acesso em: 13 de Setembro de 2014.

O estudo foi desenvolvido durante o ano de 2011 para a região (período de janeiro a maio). Foram monitoradas duas parcelas de erosão de 20 m² distribuídas: uma na área com cobertura vegetal de pastagem com o manejo de corte/queima e plantação da

gramínea (*Andropogon gayanus*, Kunt) na condição original da região (Figura 4a) e outra na área sem cobertura vegetal ou solo descoberto (Figura 4b).



Figura 4 - Detalhes da vegetação nas parcelas experimentais: a) manejo de corte/queima e plantação da gramínea (*Andropogon gayanus*, Kunt); e, b) sem cobertura vegetal ou solo descoberto.

Os valores de escoamento superficial e de perda de solo foram quantificados em parcelas experimentais de perdas de solo e água com área igual a 20 m² (2 x 10 m), com o comprimento maior obedecendo o sentido da declividade. A parcela foi contornada com chapa de aço galvanizada de 0,30 m de largura, sendo enterradas 0,15 m no solo. A parte inferior da parcela foi conectada a um sistema coletor, constituído de 3 tanques com capacidade de 30, 100 e 200 L, respectivamente. O primeiro tanque é composto de um sistema de 7 janelas. Após o enchimento do primeiro tanque, 1/7 do escoamento superficial da parcela era canalizado para o segundo tanque, que uma vez cheio, o excedente é conduzido para o terceiro tanque. A lâmina escoada e as perdas de solo do evento foram calculadas em função do produto do volume total escoado por área e da concentração de sólidos totais nas amostras da água de escoamento.

Os dados pluviométricos foram obtidos em uma estação meteorológica automatizada instalada na área de estudo, que contém um pluviógrafo de báscula, com aquisição de dados a cada 5 minutos. A medição do volume escoado superficialmente e as coletas de amostras para determinação da perda de sedimentos foram realizadas a cada evento de chuva erosiva (que geraram escoamento superficial), no acumulado de 24 horas. As amostras foram extraídas do primeiro tanque coletor, após prévia

homogeneização, utilizando garrafas plásticas de 500 ml de capacidade, devidamente identificadas. Em seguida estas amostras foram conduzidas ao Laboratório de Água, Solos e Tecido Vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Iguatu, onde foram realizadas as análises de sólidos totais.

RESULTADOS E DISCUSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores totais de perdas de água e solo nas parcelas sem cobertura e com pastagem. Os dados mostraram precipitação total de 1.322,2 mm, acima da média histórica da região, além de um alto índice de erosão (EI30), resultando assim em um elevado potencial energético, contribuindo com a desagregação das partículas do solo.

Tabela 1. Dados de precipitação pluviométrica, erosividade das chuvas, escoamento superficial e perdas de solo em duas parcelas experimentais de erosão na área do semiárido brasileiro.

PPT (mm)	EI30 (MJ ha mm ⁻¹ h ⁻¹)	Pastagem		Solo Descoberto	
		Lâmina escoada (mm)	Perda de solo (kg ha ⁻¹)	Lâmina escoada (mm)	Perda de solo (kg ha ⁻¹)
1.322,2	12.717,0	610,1	3.746,0	724,0	52.114,4

No ano em estudo verificou-se que um total de 36 eventos escoaram na parcela com pastagem e 45 eventos com escoamento na parcela sem cobertura (solo descoberto), um aumento de 25% no número de eventos quando o solo descoberto. Esse resultado justifica-se pela maior resistência física e hidráulica ao escoamento criada pela cobertura vegetal e deposição de matéria orgânica sobre o solo aumentando o coeficiente de rugosidade hidráulica. Esses resultados concordam com os encontrados por Silva et al. (2011), avaliando as perdas de água e sedimento em diferentes sistemas de manejo no Semiárido da Paraíba, bem como, concordam com resultados observados por Santos et al. (2009), para as condições de plantio direto, e por Albuquerque et al. (2002), para as condições da campo nativo e desmatado.

A parcela com pastagem apresentou um somatório de lâmina escoada equivalente a 610,1 mm, à medida que a parcela sem vegetação totalizou uma lâmina escoada de 724,0 mm, um aumento de 25,7% no volume escoado. Em relação ao precipitado, a parcela com pastagem apresentou uma lâmina total escoada de 43,1%, já na parcela sem cobertura o escoamento alcançou 54,8% do total precipitado. Os resultados mostram

que o aumento do volume escoado está relacionado pela retirada da cobertura vegetal. Silva et al. (2009), estudando a influência da cobertura vegetal nos processos hidrossedimentológicos no Semiárido brasileiro, salientaram a importância da cobertura vegetal desempenhada 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.

A parcela com solo descoberto apresentou perda de solo de 52.114,4 kg ha⁻¹, quase que o dobro (92,8%) apresentado pela parcela com pastagem que correspondeu a 3.746,0 kg ha⁻¹. Albuquerque et al. (2001) estudando os efeitos causados pelo desmatamento da Caatinga, encontrou incrementos de perdas de solo equivalente a 99,8%. Isso se explica pela ausência da cobertura vegetal na parcela descoberta afetando a proteção do solo ao impacto das gotas, causando a desagregação das partículas do solo e consecutivamente o arraste dessas partículas devido ao pouco tempo de infiltração.

A Tabela 2 apresenta classes de eventos com o objetivo de determinar a influência da altura pluviométrica em relação à geração de escoamento e perdas de solo. De acordo com os valores apresentados na Tabela 2, o número de eventos que geraram escoamento superficial em ambas as parcelas foram diferentes. A parcela constituída de solo descoberto gerou um total de 45 eventos que escoaram, já a parcela com pastagem foi responsável por 36 eventos que geraram escoamento superficial.

Tabela 2. Dados de água e solo em função da amplitude dos eventos de precipitação na área do semiárido brasileiro.

Classe (mm)	Solo Descoberto				Pastagem			
	Nº Eventos	PPT (mm)	Runoff (mm)	Perdas de solo (kg ha ⁻¹)	Nº Eventos	PPT (mm)	Runoff (mm)	Perdas de solo (kg ha ⁻¹)
< 20	24	293,6	137,0	4.355,5	17	235,0	105,2	314,0
≥20 e < 40	10	276,3	180,8	9.945,7	8	215,3	129,0	332,9
≥40 e < 60	7	363,4	223,3	22.876,1	7	363,4	207,2	2.282,3
≥ 60	4	268,9	182,8	14.937,1	4	268,9	168,7	816,8
Total	45	1.202,2	724,0	52.114,4	36	1.082,6	610,1	3.746,0

Os eventos pluviométricos de magnitude abaixo de 20 mm foram responsáveis por 24 eventos, representando um total de 53,3% do total de eventos que escoaram na parcela de solo descoberto e precipitação acumulada de 24,4% do total precipitado

(Tabela 2). Valores próximos foram encontrados por Santos et al (2007) analisando as perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semiárido da Paraíba, o mesmo encontrou para as parcelas desmatadas os maiores valores de lâmina escoada, variando entre 35,2% e 38,0% do total precipitado. No entanto, ainda em relação à parcela com solo descoberto, a classe apresentou apenas 18,9% do total pluviométrico escoado e totalizou perda de solo equivalente a apenas 8,4% do total perdido.

Em divergência com o exposto anteriormente, a classe com magnitude acima de 60 mm apresentou o menor número de eventos com geração de escoamento (4 eventos) e foi responsável por 22,4% do total precipitado no ano, causando a perda de 28,7% de solo. A classe pluviométrica com faixa entre 40 e abaixo de 60 mm apresentou as maiores perdas de água e solo, 30,8% e 43,9% respectivamente, e com precipitação acumulada de 30,2% do total precipitado (Tabela 2). Observa-se ainda que, na parcela com solo descoberto as ocorrências de chuvas acima de 40 mm são menos recorrentes (11 eventos), mas são eventos com maiores impactos hidrossedimentológicos, totalizando 56,1% de água perdida por escoamento superficial e 72,6% de perda de solo. Resultado que pode ser explicado pela interferência antrópica no local, onde foi realizada a queima e consecutivamente a exposição do solo, tornando-o mais vulnerável às ações climáticas, pois a inexistência de cobertura vegetal no solo facilita a desfragmentação das partículas a o arraste diante de um evento pluviométrico de maior altura e intensidade. Os eventos pluviométricos com maior magnitude são responsáveis pelas maiores perdas de solo na Região Semiárida (SANTOS et al., 2011).

Avaliando a parcela com pastagem notou-se que a maior ocorrência de eventos ocorreu na classe com altura pluviométrica abaixo de 20 mm (47,2%), a mesma classe apresentou 21,7% da precipitação total no ano. Mesmo sendo a classe que apresentou o maior número de chuvas, no entanto foi responsável por apenas 17,3% de perda de água por escoamento superficial e 8,4% de perda de solo. A classe entre 40 e 60 mm se caracterizou por evidenciar o maior volume de água e solo perdidos por escoamento. Do resultado obtido, constatou-se que a classe foi responsável por 38,6% (7 eventos) do total precipitado com a ocorrência de escoamento no ano, resultando em um perda de água por escoamento correspondente a 34,0% e perda de solo equivalente a 60,9% do total perdido no ano em estudo. A classe com altura pluviométrica acima de 60 mm foi responsável por 24,8% do total de eventos com escoamento e com perda de solo igual a 21,8% do total registrado no ano.

A Tabela 3 mostra os incrementos da parcela com solo descoberto em relação à parcela com pastagem. A classe que mais se destaca é a com eventos entre 20 e 40 mm, o incremento de perda de água na parcela com solo descoberto é igual a 40,1% em relação à parcela com pastagem. A mesma classe apresenta incremento de perda de solo equivalente a 2.887,2%. A classe que há menores perdas por alteração da vegetação é a de eventos com precipitação entre 40 e 60 mm, no total a parcela com solo descoberto perdeu 7,8% de água por escoamento a mais que a parcela com pastagem e paralelamente um aumento de perda de solo equivalente a 902,2% (Tabela 3). Independentemente da altura pluviométrica, a parcela com solo exposto apresentou altos valores de incrementos nas perdas de água e solo. A retirada da cobertura vegetal ocasionou um aumento médio de 21,6% de perda de água por escoamento superficial e de aumento médio exorbitante de 1.701,3% de perda solo. Silva et al., (2012) encontrou valores médios de perdas de água e solo iguais a 47,4% e 81,6%, respectivamente, estudando as perdas de água e solo em um vertissolo cromado sob diferentes sistemas de manejo. Resultado que pode ser explicado pela importância da cobertura vegetal ao solo, que diminui a energia cinética e aumenta a dissipação das gotas das chuvas, protegendo o solo, além de proporcionar maior tempo de infiltração e melhor estruturação do solo. Nunes et al., (2011), demonstrou a importância da pastagem na redução do escoamento superficial, favorecendo a infiltração, estudando os impactos causados pelo tipo de solo em uma área marginal de Portugal.

Tabela 3. Incremento da perda de água e solo da parcela com solo descoberto em relação com a de pastagem.

Classe (mm)	Água	Solo
	%	
< 20	30,2	1.286,9
≥20 e < 40	40,1	2.887,2
≥40 e < 60	7,8	902,3
≥ 60	8,4	1.728,8
Média	21,6	1.701,3

CONCLUSÃO

- A área com pastagem desempenhou um papel fundamental na redução da perda de água e solo, pelo escoamento superficial, em todo o período chuvoso do ano de 2011;

- A classe que registrou as maiores perdas de água e solo foi a com eventos entre 40 e 60 mm;
- Houve um incremento médio de perda de água e solo iguais a 21,6% e 1.701,3%, respectivamente, mostrando a importância da cobertura do solo na sua proteção.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro pelas bolsas de produtividade.

BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, J. C.; GUNTNER, A.; BRONSTET, A. Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil. **Hydrological Sciences Journal**, v.51, p.157-170, 2006.

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. 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, p. 136-141, 2002. doi: 10.1590/S1415-43662002000100024.

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

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Dados meteorológicos - Iguatu (ANA/HIDROWEB), dados históricos. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/SerieHistórica>. Acesso em: 13 de Setembro de 2014.

BAZZANO, M. G. P.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. Erosividade, coeficiente de chuva, padrões e período de retorno das chuvas de Qaraí, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:1205-1217, 2007.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; ANJOS, J. B.; SILVA, A. S.; PEREIRA, L. A. Perdas de solo e de água em diferentes sistemas de captação in situ no semi-árido brasileiro. **Engenharia Agrícola**, v.28, p.507-515 2008.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, p. 743-753, 2003.

ISMAEL, F. C. M.; LEITE, J. C. A.; GOMES, N. A.; MEDEIROS, R. L. V.; VALE, R. L. Identificação e avaliação dos impactos ambientais resultantes da erosão do solo na área do Câmpus da UFCG em Pombal – PB, **Revista Verde** (Mossoró –RN – Brasil), v. 8, n. 4, p.87 – 96, out-dez, 2013.

NUNES, A. N.; ALMEIDA, A. C.; COELHO, C. O. A. Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. **Applied Geography**, v. 31, p. 687-699.

PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S., SILVA, D.D. **Escoamento superficial**. Viçosa: UFV, 2003, 88 p.

SILVA, P. M. O. 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) – Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SANTOS, J. C. N.; PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; ARAÚJO NETO, J. R. Runoff and soil and nutrient losses in semiarid uncultivated fields. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 813-820, 2011.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; PEDROSA, E. M. R. Características hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semi-árido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n. 3, p. 217-225, 2009. doi: 10.1590/S1415-43662009000300001

SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; SRINIVASAN, V. S. Perdas de água e sedimentos em diferentes sistemas de manejo no semiárido da Paraíba. **Mercator**, v. 10, n. 21, p. 161-170, 2011.

SANTOS, A. G.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. S. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba. **Revista OKARA**, v. 1, n. 1, p. 1-152, 2007.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; PEDROSA, E. M. R. Características hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semi-árido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 217-225, 2008.

SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Influência da cobertura vegetal nos processos hidrossedimentológicos no semiárido do Nordeste, Brasil. **Perspectiva Geográfica**, v. 1 e 2, n. 5, 2009.

SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Análise das perdas da água e solo em um vertissolo cromado sob diferentes sistemas de manejo. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 32, n. 2, p. 93-107, 2012.

THOMAZ, E. L. (2009). The influence of traditional steep land agricultural practices on runoff and soil loss. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 130, p. 23–30.