

INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL NOS PROCESSOS HIDROSEDIMENTOLÓGICOS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE, BRASIL¹

Richarde Marques da SILVA

Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
richarde.silva@ufpe.br

Celso Augusto Guimarães SANTOS

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia,
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental,
CEP 58.051-900, João Pessoa-PB, Fone: 83-32167684.
celso@ct.ufpb.br

Resumo: O estudo busca descrever as perdas de água e solo na bacia experimental de São João do Cariri, localizada entre as coordenadas 7° 22' de latitude Sul e 36° 31' de longitude Oeste, no semiárido da Paraíba, Brasil. Os dados de lâmina escoada e produção de sedimentos foram obtidos em duas parcelas de erosão de 100 m² com cobertura superficial diferenciadas, sendo uma desmatada e outra com cobertura de vegetação rasteira num período de três anos e depois mantida desmatada, no período de 1999 a 2006. Os resultados obtidos mostraram que a erosão média na Parcela 1 foi 3,4 t/ha, enquanto que na Parcela 2 foi de 0,4 t/ha, mostrando a influência da cobertura vegetal sobre o processo erosivo no semiárido. Os resultados de erosão obtidos em São João do Cariri, mostram que a erosão média na Parcela 1 foi 3,4 t/ha, enquanto que na Parcela 2 foi de 0,4 t/ha, mostrando a influência da cobertura vegetal sobre o processo erosivo no semiárido.

Palavras-chave: cobertura vegetal, perda de água, erosão, semiárido.

Abstract: The paper aims to describe the water and soil losses under various types of vegetal covers in the São João do Cariri experimental basin, located between coordinates 7° 22' south latitude and 36° 31' west longitude, in the semiarid region of Paraíba State, Brazil. The field data of runoff and sediment yield were collected in plots of 100 m² with different surface covers 1999 and 2006 in São João do Cariri. The plot experiments São João do Cariri consist of one with bare soil and another with common grass cover during three years and with cleared bare soil later. The results showed that erosion in Plot 1 was 3.4 t/ha, while in the Plot 2 it was 0.4 t/ha, showing the influence of the vegetation cover on erosion process in the semiarid. The results obtained of erosion process in São João do Cariri, showed that the mean erosion in the bare soil was 3.4 t/ha, while in with common grass cover during three

¹ Recebido para publicação em: mar/09 Aceito em: ago/09

years and with cleared bare soil later, it was of 0.4 t/ha, showing influence of vegetal cover on erosion process in the semiarid region.

Key words: vegetal cover, water loss, erosion, semiarid region.

Introdução

A erosão dos solos é um processo natural que ocorre devido à precipitação; portanto, suas taxas podem ser diretamente relacionadas ao uso e ocupação do solo. A erosão pode ser definida como o desprendimento e a deposição das partículas de solo pelos processos que são influenciados pelo clima, solo, topografia, e cobertura vegetal (GARATUZA-PAVÁN et al., 2005). A erosão dos solos é extremamente variável temporal e espacialmente, e essa variabilidade deve-se ao fato das diferenças nas condições da superfície do solo ao longo da bacia, que afetam diretamente no escoamento superficial.

Sobre a influência da cobertura vegetal nos processos de erosão Brandt (1986), ressalta que ela pode atuar de duas maneiras: (a) reduzindo o volume de água que chega ao solo, através da interceptação, e (b) alterando a distribuição do tamanho das gotas de chuva, afetando, com isso, a energia cinética da chuva.

Nas regiões semiáridas, como é o caso de parte do Estado da Paraíba, a erosão dos solos é um sério problema, e por isso vem sendo estudada nas últimas décadas por órgãos e pesquisadores que se preocupam com os aspectos físicos do solo e suas relações socioeconômicas para a população local. A região semiárida da Paraíba compreende uma vasta área na região Nordeste do Brasil, e caracteriza-se, do ponto de vista geoambiental, pela diversidade de suas paisagens, tendo como elemento marcante, no quadro natural da região, a condição de semi-aridez que atinge grande parte do seu território e a alta variabilidade pluviométrica espacial e temporal inerente a esse tipo climático (SOUZA et al., 2004).

Para a realização de estudos hidrossedimentológicos, um dos principais problemas enfrentados é a obtenção de dados que permitam descrever a variabilidade espacial das variáveis de chuva, vazão e erosão, em razão das dificuldades de monitoramento e dos custos que a coleta desses dados necessita. Uma alternativa usada é a implantação de bacias experimentais para aquisição desses tipos de dados. Assim, devido à necessidade de estudos hidrológicos de longo prazo em ambientes específicos, como é o caso do semiárido nordestino, foram instaladas diversas bacias experimentais no Nordeste do Brasil. No entanto, estas bacias foram desativadas depois de um período curto de aquisição de dados, devido aos altos custos para a manutenção das atividades de monitoramento e pela falta de recursos, com exceção da bacia experimental de Sumé que foi mantida com o apoio de recursos provenientes de projetos institucionais como os da SUDENE-ORSTOM-UFPB (a parte que é UFCG agora), BID-CNPq-UFPB (a parte que é UFCG agora), e projetos individuais de pesquisadores da UFPB e UFCG.

A Bacia Experimental de São João do Cariri, instalada em 1997, conta atualmente com o apoio de diversos órgãos financiadores, como FINEP, CT-HIDRO e CNPq, através de projetos, por exemplo, IBESA (Implantação de Bacias Experimentais no Semi-árido) e BEER-UFCG (Bacias Experimental e

Representativa da Rede de Hidrologia do Semi-Árido), que apoiam a continuidade das atividades de pesquisa na bacia.

O objetivo deste trabalho é descrever e analisar as perdas de água e solo na bacia experimental de São João do Cariri, a partir de dados observados de lâmina escoada e erosão, medidos em parcelas de 100 m² com diferentes coberturas superficiais.

Material e Métodos

A área de estudo e experimentos

A Bacia Experimental de São João do Cariri, possui uma área de aproximadamente 15 km², e está localizada entre as coordenadas 7° 22' de latitude Sul e 36° 31' de longitude Oeste (Figura 1), dentro da Bacia do Riacho Namorados, possui altitude entre 450 e 500 m.

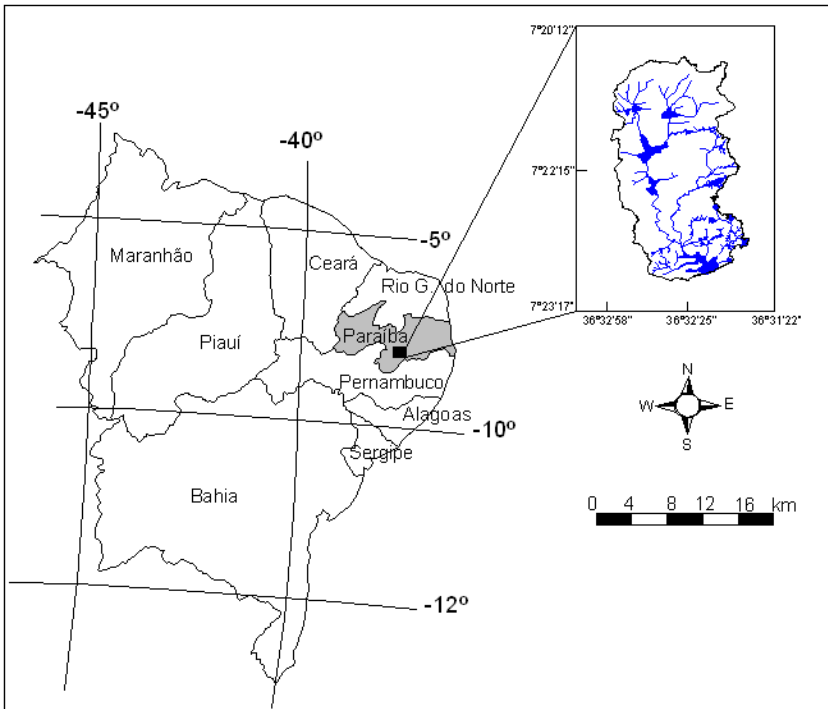


Figura 1: Localização da Bacia Experimental de São João do Cariri no Estado da Paraíba.

Segundo a classificação climática de *Köppen*, o clima da região é do tipo climático *BSh* (semiárido), caracterizado por insuficiência e irregularidade das precipitações pluviais e ocorrência de temperaturas elevadas. A precipitação pluvial média anual, observada no período de 1986 a 1990, foi de 695 mm. A temperatura média anual histórica é de 24°C e a umidade relativa média anual é de 57% (ALBUQUERQUE et al., 2002). Apresenta, ainda, solos rasos, pouco porosos e predominantemente plásticos, subsolo derivado do embasamento cristalino, vegetação do tipo caatinga e relevo bastante ondulado, com altitudes variando entre 450 a 700 m. Os principais tipos de solos encontrados na região são: Luvissole Crômico Vértico, Vertissolo e Neossolo Lítico, com horizonte A fraco e textura argilosa fase caatinga hiperxerófila.

A avaliação da influência da cobertura vegetal nas perdas de água e solo no semiárido paraibano foi realizada a partir da comparação dos dados observados de escoamento superficial e de erosão produzidos em duas parcelas de erosão na Bacia Experimental de São João do Cariri, todas com área igual 100 m² (4,5 × 22,2 m). As parcelas de erosão foram mantidas sob condições distintas no que tange à cobertura do solo. Uma descrição mais detalhada das características das parcelas é apresentada na Tabela 1. As Figuras 2a e 2b mostram respectivamente a Parcela 1 (desmatada) e os detalhes dos tanques coletores de sedimentos e de lâmina escoada das parcelas de erosão.

Tabela 1: Característica das parcelas da Bacia Experimental de São João do Cariri

Parcela	Declividade média (%)	Cobertura Vegetal	Período de dados
1	3,4	Desmatada	1999–2006
2	3,6	Vegetação rasteira com cobertura morta	1999–2002
		Desmatada	2003–2006



(a) Vista da Parcela 1 (desmatada).



(b) Detalhe dos tanques para coleta de dados.

Figura 2: Parcelas de erosão na Bacia Experimental de São João do Cariri.

Os dados observados de chuva, lâmina escoada e erosão, aqui apresentados, fazem parte do acervo de dados coletados na Bacia Experimental de São João do Cariri, para as escalas de parcelas e de microbacia. Foram registrados 172 eventos

entre 1999 e 2006, cujos valores de precipitação foram obtidos em um pluviógrafo localizado na própria bacia. Estes dados da precipitação foram utilizados para calcular os totais diários, mensais e anuais, e para a determinação do índice de erosividade da chuva na bacia.

A Bacia Experimental de São João do Cariri é constituída por três microbacias e quatro sub-bacias instrumentadas. Neste estudo foram utilizados dados da microbacia 1, que possui área de 0,18 ha, e nela são coletados dados de produção de sedimentos e lâmina escoada no seu exutório (Figura 3), que são utilizados para análise dos processos hidrossedimentológicos na região. Essa microbacia foi escolhida, devido ao fato de possuir grande número de eventos observados de lâmina escoada e erosão.



Figura 3: Vista do exutório da microbacia utilizada para coleta de dados hidrossedimentológicos.

Erosividade da chuva na Bacia Experimental de São João do Cariri

A determinação do índice de erosividade da chuva, definida como o produto da energia cinética da chuva e a maior intensidade num intervalo de 30 minutos, foi realizada a partir dos dados registrados no pluviógrafo para cada evento de chuva que provocou escoamento no período de 1999 a 2002. Contudo, a erosividade foi considerada nula quando não existiu escoamento. A partir destes dados, foram calculadas as intensidades de cada evento em mm/h, além das máximas intensidades em trinta minutos, I_{30} em mm/h. O cálculo da energia cinética individual foi realizado para cada segmento de chuva com intensidade constante, através da

equação proposta por Wischmeier e Smith (1978), convertida para o Sistema Internacional de Unidades (FOSTER et al., 1981):

$$E_c = 0,119 + 0,0873 \log_{10} I$$

em que E_c é a energia cinética da chuva, em MJ/ha, e I é a intensidade de chuva em cada segmento com intensidade constante em mm/h, sendo que, para intensidades maiores que 76 mm/h, a energia cinética foi considerada de valor máximo igual a 0,2832 MJ/ha.

Os valores calculados através da Equação 1 foram utilizados para o cálculo do índice de erosividade (EI_{30}), que é igual à soma das energias cinéticas para cada segmento com intensidade constante multiplicado pelo I_{30} .

Resultados e Discussão

Influência da cobertura vegetal na lâmina escoada e na erosão dos solos

A partir dos dados observados de lâmina escoada na Bacia Experimental de São João do Cariri, nota-se que a Parcela 1 (desmatada) obteve uma lâmina escoada anual média igual a 173,9 mm, enquanto que na Parcela 2 (mantida um tempo com vegetação rasteira com cobertura morta e outro período desmatada) foi observada uma média anual de 125,5 mm, uma redução da lâmina escoada igual a 26,38% (Tabela 2).

Desta forma, esses dados ressaltam o importante 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 semi-árida do Nordeste do Brasil.

Tabela 2: Valores anuais e médios de precipitação e da lâmina escoada das parcelas em São João do Cariri

Ano	Precipitação (mm)	Lâmina Escoada (mm)		
		Parcela 1	Parcela 2	Redução (%)
1999	143	21,1	15,5	26,38
2000	762	273,8	133,3	51,30
2001	343	137,0	14,1	89,74
2002	550	233,7	182,0	22,13
2003	261	63,0	56,8	9,88
2004	645	220,0	199,5	9,32
2005	580	276,8	247,8	10,46
2006	365	165,9	154,6	6,83
Média	456	173,9	125,5	27,87

Assim, a lâmina escoada da Parcela 1, em relação à precipitação média anual (456 mm), foi de 38,1%, enquanto a lâmina escoada na Parcela 2 foi de 27,5%,

mostrando que estas áreas apresentaram valores considerados próximos, uma vez que o tipo de cobertura vegetal, em boa parte do tempo, foi igual em ambas as parcelas. Esses valores podem ser explicados, em parte, pelo fato de que as condições em ambas as parcelas eram quase iguais e, com o crescimento da cobertura vegetal, houve a diminuição do escoamento. Nos anos 2000 e 2001, o efeito da vegetação foi total e no ano 2002, com a retirada da vegetação rasteira, o escoamento aumentou gradualmente.

Para analisar a influência direta da cobertura vegetal nos processos hidrossedimentológicos, foram selecionados dois eventos mais representativos, mostrando o comportamento do hidrograma observado e a produção de sedimentos gerada sob chuvas típicas da região semiárida do Estado da Paraíba. A Figura 4 mostra que o evento se iniciou às 18:55, sua maior intensidade ocorreu às 19:12 e que levou 24 minutos a partir do início da chuva para gerar o escoamento superficial e o pico da vazão levou 19 minutos após o início do escoamento, produzindo um total de sedimentos da ordem de 205,96 kg/ha.

Segundo Santos et al. (2007), que compararam as perdas de água em duas bacias hidrográficas do semiárido paraibano, esse tipo de escoamento superficial denota que, como essa microbacia é mantida desmatada, os processos hidrossedimentológicos são diretamente afetados pela falta de cobertura superficial, pois não ocorre a interceptação da água das chuvas pela vegetação, e conseqüentemente há menor presença de água retida nas folhas e galhos da vegetação e com isso ocorre menor evapotranspiração. Para Albuquerque et al. (2002), isso também pode ser explicado, provavelmente, pela presença do pavimento desértico, que é uma característica dos solos Luvisolos, constituídos de calhaus e matacões de quartzo, que servem como agente protetor, interceptando o impacto das gotas de chuva sobre o solo e, por conseguinte, interferindo diretamente no processo de escoamento superficial.

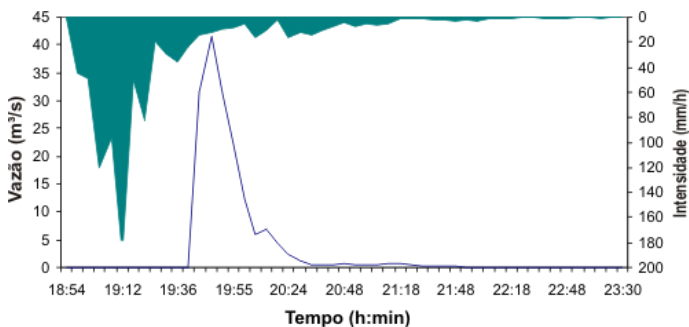


Figura 4: Hietograma da cheia de 15/02/2002, com hidrograma parcial correspondente na microbacia 1.

A Figura 5 apresenta comportamento semelhante ao hidrograma da figura anterior, mostrando a rápida resposta entre o tempo de empoçamento e o início do escoamento superficial, produzindo um total de sedimentos da ordem de 149,76 kg/ha. De acordo com Albuquerque et al. (2002), esses dados ressaltam o importante papel que a cobertura vegetal pode desempenhar no controle das perdas de água por escoamento superficial, principalmente quando se considera a irregularidade e a baixa precipitação pluvial da região semi-árida do Nordeste do Brasil.

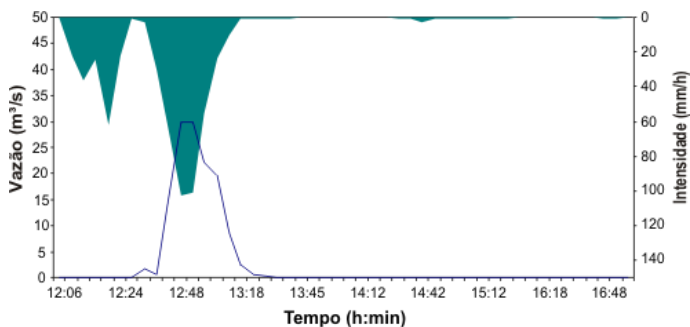


Figura 5: Hietograma da cheia de 06/03/2002, com hidrograma parcial correspondente na microbacia 1.

A representação gráfica de todos os eventos de vazão registrados nas duas parcelas da Bacia Experimental de São João do Cariri mostra que os eventos extremos de lâmina escoada foram semelhantes em ambas as parcelas, com exceção dos picos em alguns eventos isolados. Nota-se também uma pequena diferença em relação aos valores das médias observadas, 7,56 mm na Parcela 1 e 5,45 mm na Parcela 2 (Figura 6).

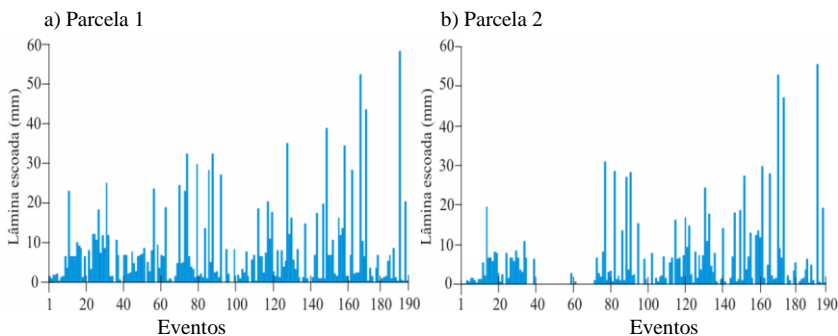


Figura 6: Lâmina escoada nas parcelas de São João do Cariri.

No que tange à comparação dos dados de erosão nas parcelas, observou-se que o valor médio anual de erosão na Parcela 1 (desmatada) em relação ao valor médio da Parcela 2 (mantida um tempo com vegetação rasteira, com cobertura morta e outro período desmatada), no período estudado, foi aproximadamente oito vezes

maior, apresentando valores médios de erosão de 4,2 e 1,0 t/ha, respectivamente, com uma redução de perdas de solo da ordem de 74,6% (Tabela 3).

Tabela 3: Valores anuais e médios de precipitação e das perdas de solo das parcelas experimentais em São João do Cariri

Ano	Chuva (mm)	Erosão (t/ha)		
		Parcela 1	Parcela 2	Redução (%)
1999	143	1,2	0,3	75,0
2000	762	14,4	1,5	89,6
2001	343	4,1	0,1	97,6
2002	550	3,2	0,5	84,4
2003	261	1,1	0,1	90,9
2004	645	2,9	0,6	79,3
2005	580	4,6	3,3	28,3
2006	365	2,3	2,2	4,3
Média	456	4,2	1,0	74,6

Na Parcela 1, os maiores valores observados de erosão estiveram entre 1,5 e 2,0 (t/ha), enquanto que, na Parcela 2, os maiores valores observados de erosão ficaram entre 0,5 e 0,8 (t/ha), ou seja, valores menores quando comparados com a Parcela 1. Isto mostra que existe influência direta da cobertura vegetal sobre as perdas de solo e água. A representação gráfica de todos os eventos registrados nas duas parcelas da Bacia Experimental de São João do Cariri mostra que os eventos mais extremos de perdas de solo foram distintos quando comparados evento a evento (Figura 7). A Figura 8 apresentam a relação entre os dados observados de precipitação e erosão medidos nos 11 eventos nas Parcelas 1 e 2.

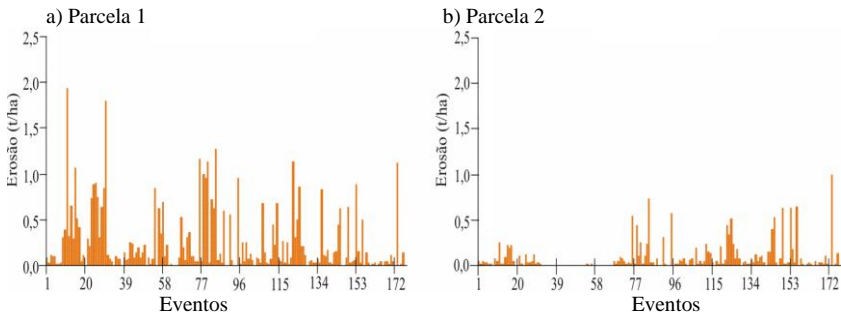


Figura 7: Erosão nas parcelas de erosão em São João do Cariri.

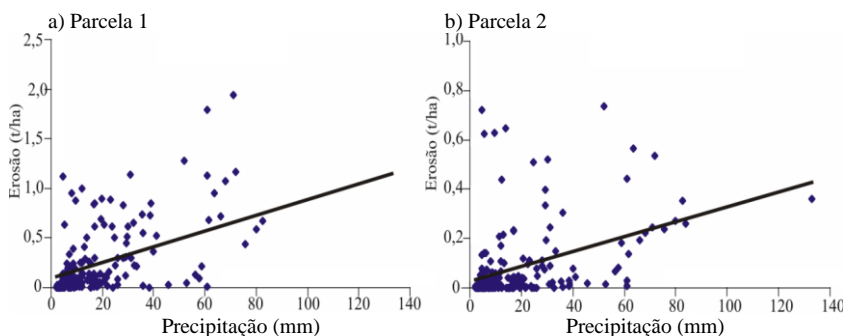


Figura 8: Relação entre precipitação e erosão nas parcelas de São João do Cariri.

Influência da Erosividade da Chuva na Erosão dos Solos

O potencial de erosão hídrica de determinado local ou região pode ser caracterizado por meio da avaliação da erosividade das chuvas e sua distribuição temporal (COGO et al., 2003). Com o objetivo de se verificar a influência do índice de erosividade na erosão dos solos no semi-árido paraibano foi determinada a erosividade anual e mensal da chuva em uma microbacia da Bacia Experimental de São João do Cariri, descrita anteriormente.

Observa-se na Tabela 4 que os valores totais de erosividade mais altos ocorreram no período compreendido entre os meses de janeiro a março. A precipitação anual apresentou-se de forma irregular ao longo do período estudado, sempre um ano com baixo valor, seguido de outro com alto valor, refletindo diretamente nos valores de erosividade, conforme pode ser visto na Figura 9.

Tabela 4: Valores mensais e anuais de erosividade em MJ-mm/ha-h em São João do Cariri

Meses	1999	2000	2001	2002	Média Mensal
Janeiro	0,00	1.143,07	0,00	428,59	392,92
Fevereiro	0,00	492,91	0,00	654,91	286,96
Março	33,55	1067,75	168,64	85,77	338,93
Abril	22,87	599,36	9,62	0,00	157,96
Maió	49,84	153,68	0,00	330,78	133,58
Junho	23,34	24,79	63,32	0,00	27,86
Julho	0,00	206,84	8,28	14,50	57,41
Agosto	0,00	50,37	25,99	0,00	19,09
Setembro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	69,58	0,00	14,50	0,00	21,02
Média Anual	16,60	311,56	24,20	126,21	-

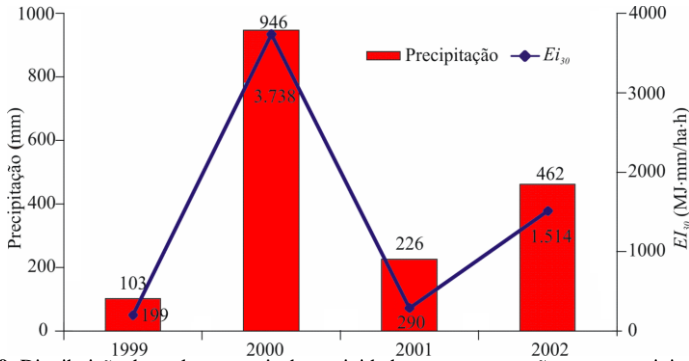


Figura 9: Distribuição dos valores anuais da erosividade e sua comparação com a precipitação.

O valor médio anual da erosividade da chuva e da precipitação pluvial foram de 1.435 MJ-mm/ha-h e 435 mm, respectivamente. Esta dispersão indicada pelos parâmetros estatísticos, reflete a irregularidade da precipitação pluvial anual, que é uma característica da região semiárida (CATALINCE e MARGOLIS, 1994; ALBUQUERQUE et al., 2001).

Conclusões

Este trabalho apresentou os resultados da análise das perdas de água e solo na Bacia Experimental de São João do Cariri, a partir de dados observados de lâmina escoada e erosão, medidos em parcelas de 100 m² com diferentes coberturas superficiais.

Os resultados de erosão obtidos mostram que a erosão média na Parcela 1 foi 3,4 t/ha, enquanto que na Parcela 2 foi de 0,4 t/ha, mostrando a influência da cobertura vegetal sobre o processo erosivo no semiárido. Sobre os valores observados de lâminas escoadas em São João do Cariri nota-se que a Parcela 1 (desmatada) obteve uma lâmina escoada anual média igual a 173,9 mm, enquanto para a Parcela 2 (mantida um tempo com vegetação rasteira com cobertura morta e outro período desmatada) o valor médio observado foi de 125,5 mm. Com a eliminação da vegetação da superfície os valores nas lâminas escoadas na Parcela 2 aproximaram-se aos valores da Parcela 1.

Os resultados sobre a influência da cobertura vegetal na proteção do solo contra a erosão hídrica comprovaram a importância da preservação da vegetação do tipo caatinga na proteção do solo, garantindo a interceptação das chuvas, diminuição da infiltração e do escoamento superficial.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Campina Grande, pelos dados de campo obtidos em parceria e pelas valiosas contribuições e discussões do Prof. Dr. Vajapeyam S. Srinivasan. Os autores têm sido apoiados com recursos e bolsas do CNPq, MCT/FINEP/CT-HIDRO e da FACEPE – Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco.

Referências

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.

CATALINCE, J.R.B.; MARGOLIS, E. **Características das chuvas e correlação de índices de erosividade com as perdas de solo do Agreste de Pernambuco**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.17, p.275-281, 1994.

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, n.1, p. 136-141, 2002.

ALBUQUERQUE, A.W.; MOURA FILHO, G.; SANTOS, J.R.; COSTA, J.P.V.; SOUZA, J.L. **Determinação de fatores da equação universal de perda de solo nas condições de Sumé, PB**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.2, p.180-188, 2005.

BRANDT, C.J. (1986) **Transformation of the kinetic energy of rainfall with variable tree canopies**. (Doutorado em Recursos Hídricos) - Universidade de Londres, Londres, 446p.

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, Viçosa, 2003.

FOSTER, G.R.; MCCOOL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENHAUER, W.C. **Conservation of the Universal Soil Loss Equation the SI metric units**. Journal of Soil and Water Conservation, Baltimore, v.36, p.355–359, 1981.

GARATUZA-PAVÁN, J.; SÁNCHEZ-ANDRÉS, R.; SÁNCHEZ-CARRILLO, S.; NAVARRO, J.M. (2005) **Using remote sensing to investigate rate variability in a semiarid watershed, due to changes in vegetation cover**. IAHS Publications, 292, 144-15.

SANTOS, C.A.G., SILVA, R.M., SRINIVASAN, V.S. **Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba**. OKARA: Geografia em debate, v.1, n.1, p.16-32, 2007.

SOUZA, B.I.; SILANS, A.M.B.P.; SANTOS, J.B. **Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.2, p. 292-298. 2004

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. (1978). **Predicting rainfall erosion losses. Guide to Conservation Farming.** US Department of Agriculture Handbook, n.537. 58p.