



## **XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**

### **EFEITO DA COBERTURA VEGETAL SOBRE A LÂMINA ESCOADA E A PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM PARCELAS DE EROÇÃO**

*Hugo Morais de Alcântara<sup>1</sup>; Carlos de Oliveira Galvão<sup>2</sup>; Vajapeyam Siranghachar Srinivasan<sup>3</sup>;  
Helder Torreão Leão<sup>4</sup> & Jailton Garcia Ramos<sup>4</sup>*

**RESUMO** – A redução da cobertura vegetal associada as precipitações de grande intensidade e curta duração, relevo e os tipos de solo predominantes na região do semiárido favorecem os processos erosivos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da cobertura vegetal sobre o escoamento e da produção de sedimentos em duas parcelas de erosão tipo Wischmeier usando dados obtidos no período de 1999 a 2004, na Bacia Experimental de São João do Cariri, PB. Com base nos resultados obtidos podemos concluir que a cobertura vegetal, mesmo sendo de pequeno porte, com predominância de Poaceae, exerce um papel fundamental para a proteção do solo com redução da lâmina escoada em até 9,74 vezes e da produção de sedimentos em até 42,68 vezes.

**ABSTRACT** – The reduction in land cover associated with precipitation of high intensity and short duration, relief and predominant types of soil in semi-arid region favor the erosion processes. The objective of this study was to evaluate the influence of land cover on runoff and sediment yield in two erosion plots of Wischmeier type, using data obtained in the period 1999-2004 at the Experimental Basin of São João do Cariri, State of Paraíba, Brazil. The results showed that the land cover, even though small, with a predominance of Poaceae, plays a key role in soil protection with runoff reduced by 9.74 times and sediment yield reduced by 42.68 times.

**Palavras-Chave** – Semiárido, desmatamento, erosão

1) Professor Adjunto, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - CDSA, Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, Sumé, PB, (83) 3353-1850, hugo.ma@ufcg.edu.br

2) Professor Associado, UFCG, CTRN, Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó, Campina Grande, PB, (83) 2101-1155, galvão@dec.ufcg.edu.br

3) Professor Visitante Nacional Sênior, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Campus de Caruaru, PE, (81) 2126-8000, vajapeyam@yahoo.com

4) Graduandos do curso de Engenharia de Biosistemas, UFCG, CDSA, Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, Sumé, PB, (83) 3353-1850, helder\_torreao@hotmail.com, jailtonbiosistemas@gmail.com

## 1 – INTRODUÇÃO

A redução da cobertura vegetal associada as características das precipitações no semiárido, geralmente de grande intensidade e de curta duração, favorecem os processos erosivos. A energia do impacto da gota de água da chuva pode causar a dispersão de partículas sólidas do solo, que associado ao escoamento superficial pode favorecer a lixiviação, bem como a remoção de nutrientes necessários para que o solo possa ter uma boa produtividade. Além disso, a erosão de vertentes causa o assoreamento de rios e reservatórios superficiais o que reduz o volume útil destes e consequentemente o tempo de oferta hídrica (COGO *et al.*, 2003).

Girmay *et al.* (2009) associaram a perda de nutrientes ao escoamento e produção de sedimentos sobre diferentes condições de uso do solo em áreas experimentais em Tigray, Etiópia, onde foi possível identificar que o escoamento em áreas sob diferentes usos do solo foi de 5, 6 e 16 vezes e a produção de sedimentos foi de 4, 5 e 27 vezes maior para áreas cultivadas, cobertas com pastagens e expostas (solo nu) quando comparadas a regiões de florestas. Juntamente com a perda de solo, os nutrientes também foram carregados. A exportação de sedimentos associado aos nutrientes como o carbono orgânico, nitrogênio, fósforo avaliável, potássio avaliável foi significativamente elevada em áreas cultivadas em relação a outras áreas com diferentes tipos de usos de solo.

Na África a pecuária foi responsabilizada pela destruição ou degradação das terras áridas no início da década de 1990, mas este pensamento tem sido contestado, pois segundo Scoones (1995), os riscos de degradação ambiental em ambientes não equilibrados são limitados e raramente atingem níveis que possam causar danos irreversíveis. Perrier (1990) afirma que o estabelecimento de estratégias de desenvolvimento naquela região deve levar em consideração fatores ecológicos, políticos e sociais, e defende a necessidade de processos de planejamento flexíveis e sensíveis que estejam em sintonia com as necessidades dos produtores rurais.

No semiárido brasileiro, o extrativismo, basicamente associado à extração de lenha, contribuiu significativamente para o aumento do desmatamento além da introdução da agricultura e pecuária de subsistência nas últimas décadas (FRAGA & SALCEDO, 2004). Souza Júnior *et al.* (2008) identificaram que a principal fonte de renda dos moradores desta região é proveniente da atividade agropecuária. Andrade *et al.* (2006) mencionaram que a exploração pecuária extensiva como é realizada na região deve ser reavaliada. No Cariri paraibano, por exemplo, além da pecuária, uma das maiores atividades econômicas é a produção cerâmica por meio das olarias, resultando na queima indiscriminada de lenha e redução da cobertura vegetal.

Na década de 1970 do século XX foram iniciados os trabalhos em bacias experimentais e representativas pela SUDENE continuados posteriormente por meio das instituições de ensino

superior no Brasil que permitiram montar um bom acervo de dados de lâmina escoada e produção de sedimentos sob alguns tipos de cultivos tradicionais no semiárido brasileiro. Santos *et al.* (2000) avaliaram a influência da cobertura vegetal sobre no semiárido paraibano em distintas condições de cobertura vegetal e declividade localizadas na bacia experimental de Sumé, PB, evidenciando que quando o solo está sob cobertura morta ou vegetação típica de caatinga a redução na produção de sedimentos é significativa. Silva e Santos (2012) também observaram a redução da produção de sedimentos quando são comparadas áreas desmatadas e cobertas com vegetação típica de caatinga.

Limites de tolerância de perda de solo por erosão para solos rasos e de baixa permeabilidade foram estabelecidos para solos dos Estados Unidos variando entre 4,5 a 11,5 ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (WISCHMEIER e SMITH, 1978). Para a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) perdas de solo de 12,0 ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para solos profundos e bem drenados, e de 2,0 a 4,0 ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para solos rasos e de baixa permeabilidade são aceitáveis (FAO, 1965). Para Hudson (1995), o limite superior de tolerância de perda de solo determinado para 51 tipos de solo nos Estados Unidos é igual a 11,2 ton ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, o que equivale a uma taxa de formação de 25,0 mm de solo em 30 anos. Oliveira *et al.* (2008) identificaram limites de tolerância de perda de solo no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, para os Luvisolos e Neossolos, variando entre 5,4 e 6,3 ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Compreender os fatores ambientais que influenciam a produção de sedimentos em uma bacia hidrográfica é importante para o estabelecimento de um planejamento ambiental adequado, pois possibilita identificar as causas desse fenômeno e sugerir ações que possam reduzir ou minimizar os processos hidrológicos que causam a erosão. Isso pode contribuir, por exemplo, para minimizar as taxas de produção de sedimentos, aumentando a vida útil de reservatórios e reduzir o assoreamento dos cursos fluviais (LANE *et al.*, 1997).

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência da cobertura vegetal sobre a lâmina escoada e a produção de sedimentos em parcelas de erosão tipo Wischmeier localizadas na Bacia Experimental de São João do Cariri, PB, com área de 100,0 m<sup>2</sup>, sendo uma destas desmatada e outra mantida em regime de pousio por três anos consecutivos e posteriormente mantida sem cobertura vegetal.

## 2 – METODOLOGIA

Foram utilizados dados de chuva obtidos na estação climatológica de superfície convencional, de lâmina escoada e produção de sedimentos em duas parcelas de erosão tipo Wischmeier com áreas de 100,0 m<sup>2</sup> que possuem 4,55 m de largura e 22,20 m de comprimento, instaladas na Bacia Experimental de São João do Cariri (7° 23' 27" S e 36° 32' 2" O), região do Cariri Ocidental, semiárido paraibano, no período de 1999 a 2004. No período de 1999 a 2001 uma das parcelas foi

mantida em regime de pousio, a parcela 2 (P2), e a outra desmatada a, parcela (P1). A cobertura vegetal da parcela 1 (P1) foi removida sem auxílio de equipamentos como enxada ou chibanca, usando apenas as mãos e em um período em que o solo estivesse seco, para evitar a sua compactação. No período de 1999 a 2004 não houve acesso de animais de pequeno ou grande porte, como bovinos, caprinos e ovinos na área das parcelas. O tempo necessário para que toda a área da parcela 2 (P2) estivesse coberta foi de dois anos, com predominância de cobertura vegetal rasteira da família Poaceae no final do ano de 2000. As parcelas 1 e 2 possuem declividade média de 3,4% e 3,6% respectivamente. A partir do ano de 2002 as parcelas 1 e 2 permaneceram desmatadas. As coletas das amostras ocorrem sempre que o escoamento superficial cessa quando ainda há luz natural. A Figura 1 mostra as parcelas 1 e 2 no ano de 2000 e um detalhe da parcela 1.



Figura1 – Parcelas de erosão tipo Wischmeier

A quantificação da lâmina escoada e da produção de sedimentos foi realizada seguindo o roteiro de medição padrão utilizado desde a década de 1980 em estudos realizados em bacias experimentais e representativas no semiárido. A lâmina escoada foi determinada usando o volume medido em cada cheia dividido pela área da parcela. A quantificação do volume escoado foi realizada com auxílio da curva cota *versus* volume estabelecida para cada uma das caixas de fibrocimento localizadas na seção final das parcelas. A produção de sedimentos é sempre quantificada após a realização da coleta de amostras de água com a homogeneização dos sedimentos presentes em cada caixa localizada na após a seção final das parcelas, em suspensão e no fundo de cada tanque, em recipientes devidamente identificados com volumes padronizados de 1,0 L, 2,0 L e 5,0 L. Estas amostras são posteriormente filtradas e secas em estufa para a determinação da massa seca de cada evento. Com a massa seca de cada evento faz-se a relação com a área da parcela para a obtenção da produção de sedimentos em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ou em  $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Após as coletas realizadas nas parcelas de erosão faz-se uma limpeza em todo o sistema coletor para que não seja possível o acúmulo de água e sedimentos de uma cheia anterior para a seguinte.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período considerado foram observados e registrados 134 eventos de chuva com conseqüente escoamento superficial e produção de sedimentos. A Tabela 1 apresenta os valores dos totais anuais precipitados, os totais anuais precipitados que produziram escoamento, a lâmina escoada e a produção de sedimentos anuais em cada parcela de erosão tipo Wischmeier. Na parcela 1 que permaneceu desmatada a lâmina escoada foi de 1,11 a 9,74 vezes maior do que na parcela 2 no período de 1999 a 2004, isso corresponde a uma redução de até 89,74% da lâmina escoada na parcela 2 em relação a parcela 1 ao final do terceiro ano do regime de pousio, ocorrido em 2001.

Tabela 1 – Lâmina escoada e produção de sedimentos anuais para o período de 1999 a 2004

| Ano  | Total anual de chuva (mm) | Total anual de chuva com escoamento (mm) | Lâmina escoada (mm) |        | Produção de sedimentos (ton.ha <sup>-1</sup> ) |      |
|------|---------------------------|--|---------------------|--------|--|------|
|      |                           |  | P1                  | P2     | P1   | P2   |
| 1999 | 185,0                     | 132,8                                    | 21,08               | 15,52  | 1,16   | 0,31 |
| 2000 | 886,2                     | 800,0                                    | 273,80              | 133,33 | 14,39  | 1,55 |
| 2001 | 399,1                     | 301,2                                    | 137,03              | 14,06  | 4,14   | 0,10 |
| 2002 | 641,6                     | 564,5                                    | 233,72              | 182,00 | 9,34   | 3,21 |
| 2003 | 326,1                     | 262,0                                    | 63,05               | 56,82  | 2,75   | 1,12 |
| 2004 | 747,6                     | 585,3                                    | 204,30              | 184,50 | 5,79   | 3,10 |

No período de 1999 a 2001 houve a recomposição natural da cobertura vegetal na área da parcela 2, em geral vegetação de pequeno porte da família Poaceae. A partir do 19º até o 68º evento de chuva com conseqüente escoamento, percebe-se uma redução significativa da lâmina escoada na parcela 2 em relação a parcela 1, fato ocorrido entre fevereiro de 2000 e dezembro de 2001. Após a remoção da vegetação da parcela 2, no início do ano de 2002, não se constata diferenças significativas da lâmina escoada observada nas parcelas 1 e 2, mas sendo observado para o período subsequente ao regime de pousio uma lâmina escoada um pouco maior na parcela 1 em relação a parcela 2.

No período de 2002 a 2004 as parcelas 1 e 2 permaneceram desmatadas onde foi possível identificar um aumento da lâmina escoada observada na parcela 2 em relação a parcela 1, mesmo assim, os valores de lâmina escoada e produção de sedimentos na parcela 2 são inferiores aos observados na parcela 1. Nesse período a lâmina escoada da parcela 1 (P1) foi de 1,11 a 1,28 vezes maior do que na parcela 2 (P2). Este fato pode ser explicado pela presença do sistema radicular das espécies da família Poaceae e ainda presentes na área da parcela 2, o que favorece a infiltração e evidencia como são complexos os processos hidrológicos que favorecem o escoamento superficial e a produção de sedimentos mesmo em áreas experimentais pequenas, de cobertura controlada e contínuo monitoramento.

A Figura 2 mostra os resultados obtidos no período para a lâmina escoada nas parcelas 1 e 2 para cada evento de chuva com conseqüente escoamento superficial.

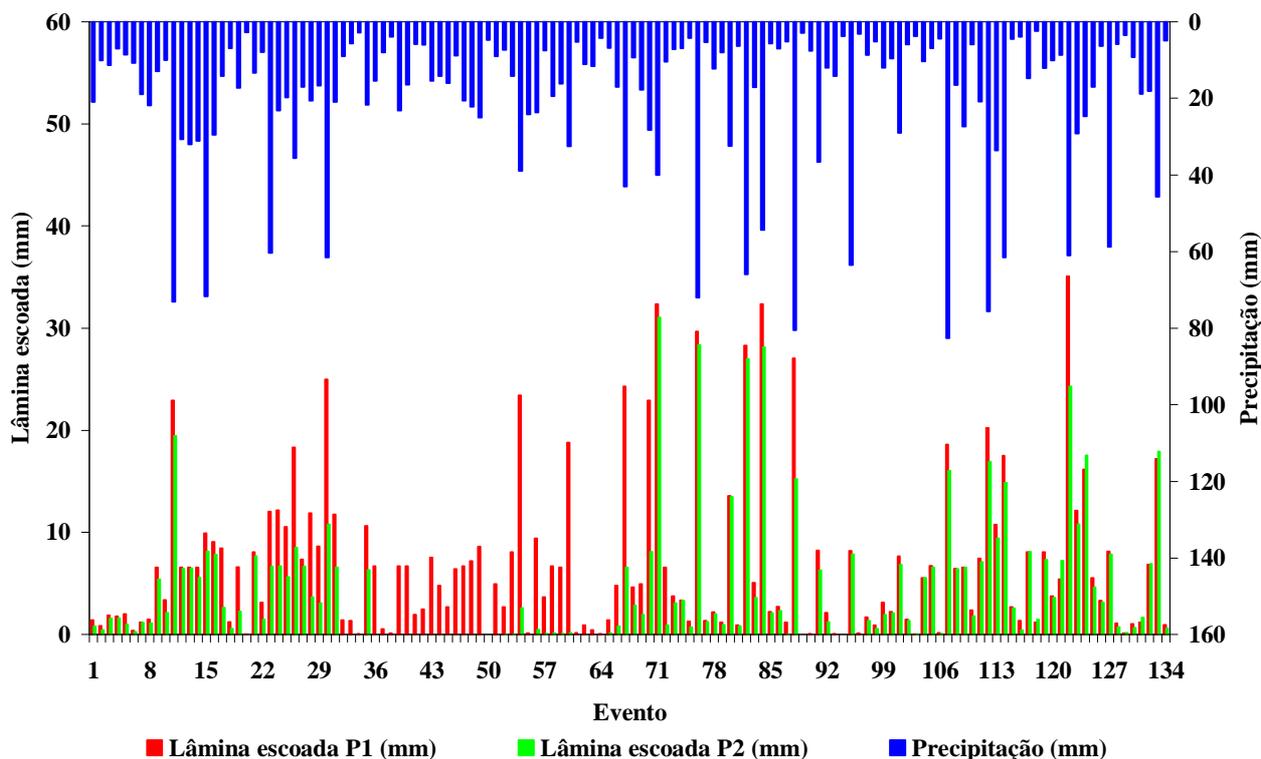


Figura 2 – Lâmina escoada em função da precipitação no período considerado

A Figura 3 mostra os resultados obtidos no período de 1999 a 2004 para a produção de sedimentos nas parcelas 1 e 2 em cada evento de chuva com conseqüente escoamento. Foi possível observar no ano de 1999 que houve uma diferença significativa de redução da produção de sedimentos na parcela 2 em relação a parcela 1, porém o mesmo fato não foi observado para a lâmina escoada, pois a cobertura vegetal ainda não cobria completamente a área desta parcela.

Na parcela 1 a produção de sedimentos anual foi de 3,69 a 42,68 vezes maior do que na parcela 2 entre 1999 e 2001, havendo o aumento gradual da redução da produção de sedimentos na parcela 2 devido a manutenção da cobertura vegetal até o final do período em que foi mantido o regime de pousio. No final do terceiro ano em que a parcela 2 foi mantida em regime de pousio houve uma redução de até 97,66% da produção de sedimentos em relação a parcela 1.

No período em que as parcelas 1 e 2 permaneceram desmatadas, entre 2002 e 2004, foi possível observar que a relação entre a produção de sedimentos da parcela 1 e da parcela 2 reduz gradualmente ano após ano (ver Tabela 1), indicando assim, o aumento da produção de sedimentos na parcela 2 após a remoção de sua cobertura vegetal. O aumento significativo da lâmina escoada e da produção de sedimentos da parcela 2 em relação a parcela 1 nesse período demonstra a importância da vegetação na redução da erosão e do escoamento superficial, o que favorece a

manutenção das condições edáficas do solo, aumenta a sua umidade e mantém os nutrientes necessários para a produtividade agrícola.

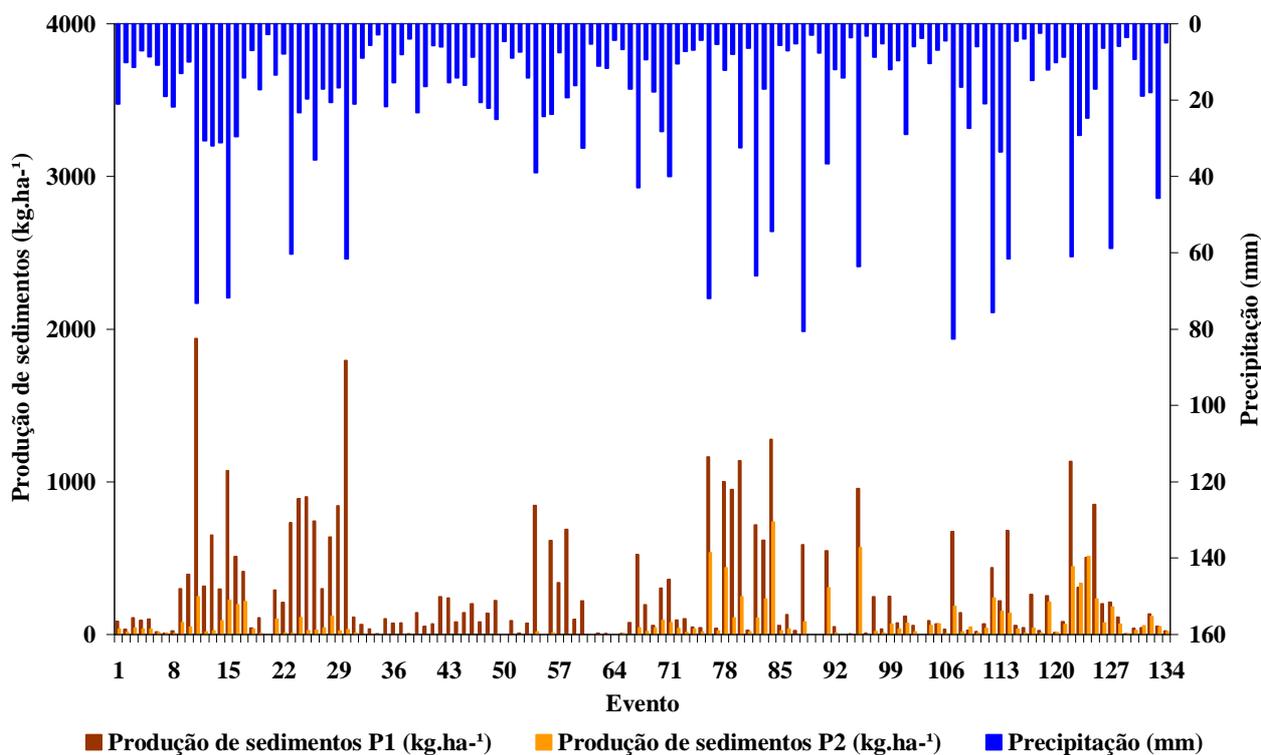


Figura 3 – Produção de sedimentos em função da precipitação no período considerado

Os solos predominantes na área da Bacia Experimental de São João do Cariri, PB, são os vertissolos e luvisolos. Os valores obtidos da produção anual de sedimentos na parcela desmatada (P1) ultrapassam o limite superior de tolerância de perda de solo indicado pela FAO (1965) como aceitável para solos rasos e de baixa permeabilidade, que variam entre 2,0 e 4,0 ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, nos anos de 2000, 2001, 2002 e 2004. Se considerarmos os valores indicados por Oliveira *et al.* (2008) para limites de tolerância de perda de solo em luvisolos e neossolos, 5,4 e 6,3 ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente, a produção de sedimentos anual da parcela 1 ultrapassa os limites de tolerância de perda de solo considerados como aceitáveis nos anos de 2000, 2002 e 2004, os mais chuvosos do período analisado. Os valores obtidos para a produção de sedimentos na parcela 2 não superam os limites de tolerância de perda de solo mesmo após a remoção da cobertura vegetal sobre a sua área.

A Figura 4 mostra os valores do total anual precipitado e da lâmina escoada anual e a Figura 5 os valores do total anual precipitado e da produção anual de sedimentos para o período analisado (1999 a 2004). Analisando os três anos mais chuvosos desse período podemos observar que o ano de 2000 apresenta o maior valor acumulado de chuva, 886,2 mm, e uma redução de 27,6% e 15,6% dos totais anuais precipitados para os anos de 2002 e 2004, respectivamente. Na parcela 1 a redução

da lâmina escoada anual observada foi de 14,6% e 7,8% para os anos de 2002 e 2004, respectivamente, quando comparados com o ano de 2000.

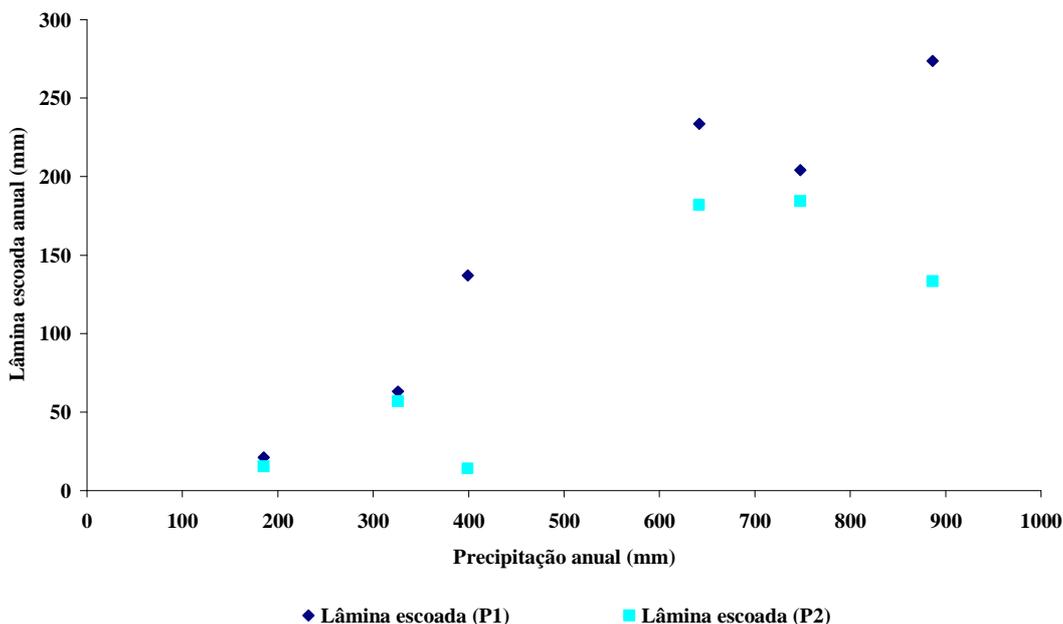


Figura 4 – Totais anuais precipitados e de lâmina escoada anual nas parcelas 1 e 2

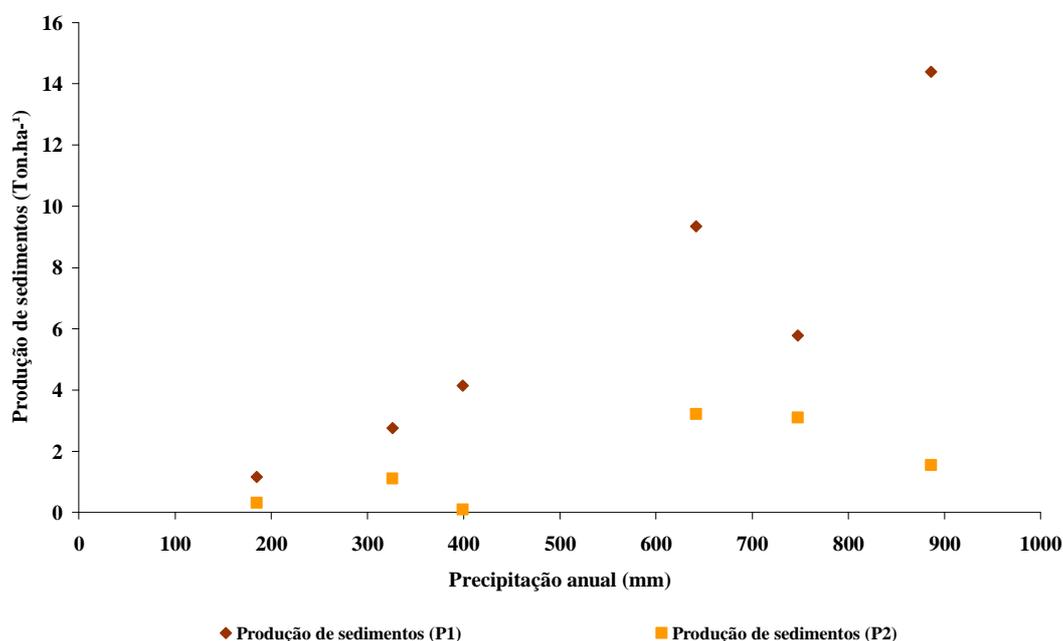


Figura 5 – Totais anuais precipitados e de produção anual de sedimentos nas parcelas 1 e 2

Sendo assim, notamos que mesmo havendo um aumento do total precipitado anual entre 2004 e 2002 há uma redução da lâmina escoada anual e da produção anual de sedimentos neste mesmo período, fato não observado entre os anos de 2000 e 2002.

A Figura 6 mostra a lâmina escoada anual e a produção anual de sedimentos das parcelas 1 e 2 no período analisado. Na parcela 2 houve a partir do quarto ano do período analisado, devido a remoção da cobertura vegetal, em vez de redução um aumento da lâmina escoada anual e da produção anual de sedimentos, onde observamos a falta de linearidade entre a lâmina escoada anual, a produção anual de sedimentos e os totais precipitados anuais.

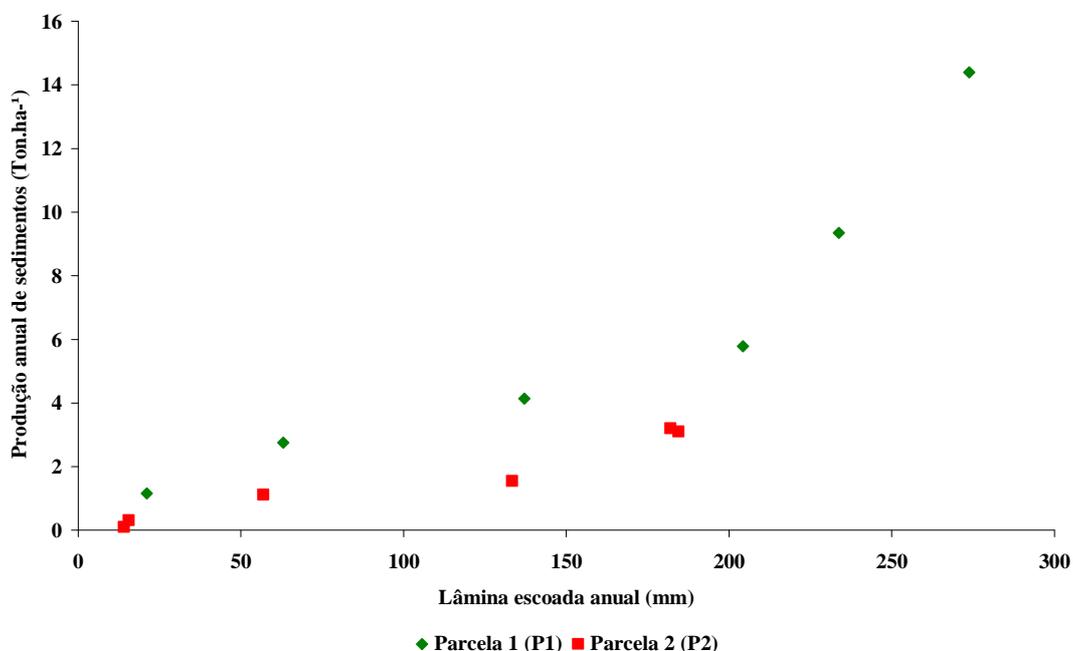


Figura 6 – Lâmina escoada anual e produção anual de sedimentos nas parcelas 1 e 2

A parcela que permaneceu desmatada (P1) apresenta uma produção de sedimentos de até 42,68 vezes e a lâmina escoada de até 9,74 vezes maiores do que na parcela com cobertura vegetal (P2) durante o período em que foi mantido o regime de pousio.

#### 4 – CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos podemos concluir que a cobertura vegetal, mesmo sendo de pequeno porte, com predominância de Poaceae, exerce um papel fundamental para a proteção do solo com redução da lâmina escoada de até 9,74 vezes e da produção de sedimentos de até 42,68 vezes e que não há uma relação direta entre os totais anuais precipitados, a lâmina escoada anual e a produção anual de sedimentos, sendo necessário avaliar os totais precipitados que realmente produzem escoamento.

Este estudo mostra que a cobertura vegetal atua como um fator de interceptação da chuva, favorecendo a infiltração, aumentando a umidade do solo, podendo assim minimizar o assoreamento de rios e reservatórios superficiais nesta região.

## 5 – BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, A. P. de; SOUZA, E. S. de; SILVA D. S. da; SILVA, I. de F. da; LIMA, J. R. S. (2006). Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos “pulsos-reservas” in Anais do 43º Simpósio da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa. PB, 2006. Anais... João Pessoa: SBZ, CD-ROM.
- COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. (2003). “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, 27 (4), pp. 743 – 753.
- FAO (1965). *Soil Erosion by water: some measures for its control on cultivated lands*. Rome, Italy: FAO, 284p.
- FRAGA, V. S.; SALCEDO, I. H. (2004). “Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arids soils under subsistence farming”. Soil Sci. Soc. Am. J., 68, pp. 215 – 224.
- GIRMAY, G.; SINGH, B. R.; NYSSSEN, J.; BORROSEN, T. (2009). “Runoff and sediment-associated nutrient losses under different land uses in Tigray, Northern Ethiopia”. Journal of Hydrology, 376 (1), pp. 70 – 80.
- HUDSON, N. (1995). *Soil conservation*. 3<sup>th</sup> ed. London: Batsford Limited, 391p.
- LANE, L. J.; HERNANDEZ, M.; NICHOLS, M. (1997). “Processes controlling sediment yield from watersheds as function of spatial scale”. Environmental Modelling and Software, 12 (4), pp. 355 – 369.
- OLIVEIRA, F. P.; SANTOS, D.; SILVA, I. F.; SILVA, M. L. N. (2008). “Tolerância de Perda de Solo por Erosão para o Estado da Paraíba”. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 8 (2), pp. 60 – 71.
- PERRIER, G. K. (1990). *The contextual nature of range management. Pastoral Development Network Paper 30c*. Overseas Development Institute, London.
- SANTOS, C. A. G.; SUSUKI, K.; WATANABE, M.; SRINIVASAN, V. S. (2000). “A influência da cobertura vegetal sobre a erosão no semiárido paraibano”. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, 4 (1), pp. 92 – 98.
- SCOONES, I. (1995). *Living with uncertainty: new directions in pastoral development in Africa*. London: Intermediate Technology Publications - International Institute for Environmental and Development.
- SOUZA JÚNIOR, J. B. F. de; LINHARES, C. M. de S.; MORAIS, J. H. G.; SILVA, R. B. da. (2008). “Desenvolvimento da pecuária na região semiárida: técnicas para a geração de alimentos”. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Grupo de Agricultura Alternativa (GVAA), 3 (2), pp. 13 – 19.
- SILVA, R. M. da; SANTOS, C. A. G. (2012). “Análise das perdas de água e solo em um vertissolo cromado sob diferentes sistemas de manejo”. B. goiano. geogr., Goiânia, 32 (2), pp. 93 – 107.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Agriculture Handbook, 537. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 58p.