



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

RODOLPHO GOMES MARTINS

**INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL SOBRE A LÂMINA ESCOADA E A
PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM PARCELAS DE EROSÃO NO SEMIÁRIDO**

**Sumé, PB
Dezembro de 2014**

RODOLPHO GOMES MARTINS

**INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL SOBRE A LÂMINA ESCOADA E A
PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM PARCELAS DE EROSÃO NO SEMIÁRIDO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande – UFCG no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento - UATEC, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.

**Sumé, PB
Dezembro de 2014**

M366i Martins, Rodolpho Gomes.

Influência da cobertura vegetal sobre a lâmina escoada e a produção de sedimentos em parcelas de erosão no semiárido. / Rodolpho Gomes Martins. - Sumé - PB: [s.n], 2014.

34 f.

Orientador: Professor Dr. Hugo Morais de Alcântara.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Biosistemas. 2. Desmatamento. 3. Lâmina escoada. I. Título.

CDU: 631.458 (043.3)

RODOLPHO GOMES MARTINS

Banca Examinadora:

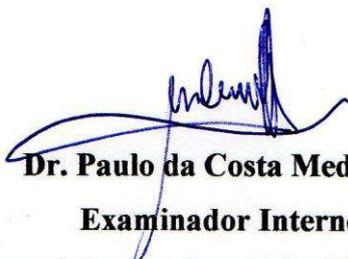


Dr. Hugo Morais de Alcântara

Orientador

Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. Paulo da Costa Medeiros

Examinador Interno

Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. Maria da Conceição Gomes de Miranda

Examinadora Externa

Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Dedico este trabalho a minha família.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A Deus por minha vida, família e amigos.

A esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram, a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito ética aqui presentes.

Ao meu orientador Prof. Dr. Hugo Morais de Alcântara, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivo.

Aos meus amigos, Jailton, Cristina, Adélza e Polyanna e aos demais colegas da turma pioneira que me ajudaram significadamente na conclusão do meu trabalho.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Que ninguém se engane só se consegue a simplicidade através de muitos obstáculos.”

Clarisse Lispector

RESUMO

MARTINS, R. G. Influência da cobertura vegetal sobre a lâmina escoada e a produção de sedimentos em parcelas de erosão no Semiárido. 2014. 33 f. il. Monografia. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, Sumé, PB. Orientador: Hugo Morais de Alcântara.

A ocupação da região semiárida brasileira ocorreu em uma perspectiva de exploração excessiva. A pressão da população nesta região sobre os recursos naturais, leva à deterioração ambiental, gerando um ciclo de pobreza e miséria tornando a região cada vez mais vulnerável em relação aos aspectos sociais, econômicos e ambientais. A hipótese que norteia o trabalho é que a cobertura vegetal exerce um papel fundamental sobre a conservação do solo e que as práticas produtivas tradicionais nesta região potencializam a degradação do meio ambiente. Esse trabalho tem como o objetivo avaliar qualitativamente a influência da cobertura vegetal sobre processos hidrossedimentológicos em parcelas de 100,0 m² além de identificar qual o tipo de cultura e prática produtiva tradicional que oferece maior redução de perda de solo. Na Bacia Experimental de Sumé foi possível identificar, no período de 1982 a 1991, a maior variação da produção anual de sedimentos quando são comparadas as áreas sem cobertura vegetal e coberta com caatinga nativa, parcelas 4 e 5, respectivamente, sendo de 24,95 a 11.399,3 vezes maior na parcela 4 do que na parcela 5. Os resultados obtidos na Bacia Experimental de São João do Cariri permitiram identificar que a cobertura vegetal com predominância de *Poaceae*, parcela 2, exerce um papel fundamental para a proteção do solo, onde a produção anual de sedimentos da parcela 1, desmatada, foi de 3,69 a 42,68 vezes maior do que na parcela 2, período de 1999 a 2001, período em que foi mantido o regime de pousio nesta última. De acordo com os dados obtidos nas bacias experimentais de Sumé e São João do Cariri foi possível concluir que a cobertura vegetal possui uma influência significativa na redução da produção de sedimentos em parcelas de 100,0 m² e que não há uma relação direta entre os totais anuais precipitados, a lâmina escoada anual e a produção anual de sedimentos. Entre as culturas tradicionais de ciclo curto, como por exemplo, o milho e o feijão, a maior produção de sedimentos foi observada durante o cultivo do milho. Nas parcelas com cobertura morta e vegetação rasteira, parcelas 2 e 3, cujas declividades são de 3,9% e 7,2% respectivamente, observamos que a produção anual de sedimentos pode ser de até 83,5 vezes maior na parcela 3 do que na parcela 2. Estes valores demonstram a influência da declividade sobre geração do escoamento e conseqüentemente na produção de sedimentos quando as áreas são submetidas ao mesmo tipo de cobertura vegetal e possuem o mesmo tipo de solo.

Palavras-chave: Desmatamento. Lâmina escoada. Produção de sedimentos.

ABSTRACT

MARTINS, R. G. Influence of the land cover by runoff and sediment yield in erosion plots in semiarid. 2014. 33 p. il. Monograph. Federal University of Campina Grande, Center for Sustainable Development Semi-arid, Academic Unit Development Technology, Sumé, PB. Advisor: Hugo Morais de Alcântara.

The occupation of the Brazilian semiarid region occurred in a overfishing perspective. Population pressure in this region on natural resources leads to environmental degradation, creating a cycle of poverty and misery becoming increasingly vulnerable region in terms of social aspects, economic and environmental. The hypothesis that guides the work is that the vegetation plays a key role on soil conservation and traditional production practices in this region potentiate the degradation of the environment. This work has as objective qualitatively evaluate the influence of vegetation on hydrosedimentological processes, emphasizing the importance of vegetation as soil protective agent in 100,0 m² plot and identifying which type of culture and traditional production practice that offers greater reduction of soil loss. In Sumé Experimental Basin were identified in the period 1982 to 1991, the greatest variation of annual sediment yield when compared to areas without vegetation and land cover of native caatinga, parts 4 and 5, respectively, and 24.95 11399.3 times higher in the plot 4 than in the plot 5. The results obtained in São João do Cariri Experimental Basin of the ray tracing have identified that the vegetation with predominance of *Poaceae*, plot 2, plays a key role for soil protection, where the annual sediment yield of the parcel 1, deforested, was 3.69 to 42.68 times higher than on plot 2, from 1999 to 2001, a period in which was kept the set-aside scheme in the latter. According to the data obtained in the experimental basins, São João do Cariri and Sumé, the ray tracing was possible to conclude that the vegetation has a significant influence in reducing sediment yield at 100.0 m² plot and that there isn't a direct relationship between the total annual precipitates, the annual runoff and the annual sediment yield. Among the traditional short-cycle crops, such as corn and bean, increased production of sludge was observed during the cultivation of corn. In the plots with mulch and ground cover, plots 2 and 3, whose slopes are 3.9% and 7.2% respectively, we observed that the annual sediment yield can be up to 83.5 times in the plot than 3 in plot 2. These results show the influence of slope on runoff generation and consequently the production of sediment when the areas are undergoing the same type of vegetation cover and have the same soil type.

Keywords: Deforestation. Runoff . Sediment yield.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Delimitação das bacias de Poço de Pedras e do rio Paraíba e localização das Bacias Experimentais de São João do Cariri (BESJC) e Sumé (BES)	17
Figura 2	Parcelas de erosão tipo Wischmeier	19
Figura 3	Parcelas de Erosão na Bacia Experimental de Sumé	20
Figura 4	Lâmina escoada em função da precipitação no período considerado no período de 1999 a 2008.	26
Figura 5	Produção de sedimentos em função da precipitação no período de 1999 a 2008.	27
Figura 6	Precipitação <i>versus</i> Lâmina escoada nas parcelas 1 e 2 da Bacia Experimental de São João do Cariri no período de 1999 a 2008.	28
Figura 7	Precipitação <i>versus</i> produção de sedimentos na Bacia Experimental de São João do Cariri no período de 1999 a 2008.	29
Figura 8	Lâmina escoada <i>versus</i> produção de sedimentos na Bacia Experimental de São João do Cariri no período de 1999 a 2008.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características físicas das parcelas de 100,0 m ² instaladas na BESJC.	18
Tabela 2	Características físicas das parcelas de 100,0 m ² instaladas na BES.	19
Tabela 3	Produção anual de sedimentos em parcelas instaladas na bacia experimental de Sumé, no ano de 1982 a 1991.	23
Tabela 4	Lâmina escoada e produção de sedimentos anuais para o período de 1999 a 2008.	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
4	METODOLOGIA	16
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	16
4.2	MANEJO DO SOLO E VEGETAÇÃO NAS PARCELAS	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

A ocupação da região semiárida brasileira ocorreu em uma perspectiva de exploração excessiva. A pressão da população nesta região sobre os recursos naturais, leva à deterioração ambiental, gerando um ciclo de pobreza e miséria, tornando a região cada vez mais vulnerável em relação aos aspectos sociais, econômicos e ambientais (SALES, 2003).

A ausência de manejo adequado dos recursos naturais nesta região favoreceu o tradicionalismo rural com níveis intensos antrópicos sobre o meio ambiente (PEREIRA *et al.*, 2010). O início desse problema remete ao período colonial com a ocupação Nordeste por meio do uso de áreas para pastagens, onde o desmatamento, a queima e a broca passaram a ser recorrentes (ANDRADE, 2005; CASTRO, 2008; PRADO JR., 2004).

Culturas introduzidas na Paraíba com intuito de gerar emprego e renda favoreceram o desgaste excessivo dos solos. Ciclos produtivos do algodão e do sisal perduraram até que pragas e/ou a substituição de matérias primas no setor industrial ocorressem, induzindo assim, a uma mudança do espaço rural. Com a crise da produção algodoeira, por volta da década de 1960, têm-se um ambiente de muita tensão. Segundo Abílio *et al.* (2010), esta crise concebeu a energização das práticas extensivas de pecuária, sobretudo nas áreas antes ocupadas pelos algodoeiros.

Na região do semiárido brasileiro é comum a utilização de culturas de ciclo curto, como por exemplo, o feijão e o milho. O período posterior a colheita da safra dessas culturas faz com que o solo permaneça sem cobertura vegetal por um período de até oito meses. Em seguida, quando ocorrem as primeiras chuvas, geralmente intensas, há uma produção de sedimentos exagerada e o conseqüente assoreamento do leito de rios e reservatórios superficiais da região.

Esta monografia tem como o principal problema de pesquisa avaliar a influência da cobertura vegetal sobre a produção de sedimentos de culturas e práticas de cultivo tradicionais na região do semiárido, em parcelas de 100,0 m².

O aumento da produção de sedimentos em bacias hidrográficas representa um grande desafio para o gerenciamento dos recursos hídricos (PINESE JÚNIOR *et al.*, 2008; CARVALHO, 2008). Compreender os fatores ambientais que influenciam a produção de sedimentos em uma bacia é importante para a identificação das práticas produtivas e tipos de culturas que possibilitem a manutenção da produtividade bem como a menor degradação ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da cobertura vegetal sobre processos hidrossedimentológicos no semiárido paraibano.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a importância da cobertura vegetal como agente protetor do solo em parcelas de erosão tipo Wischmeier;
- Identificar um tipo de prática produtiva tradicional que ofereça maior redução de perda de solo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

As alterações de uso e ocupação do solo sem o devido planejamento têm produzido impactos ambientais diversos, entre eles o desmatamento, o assoreamento dos leitos dos rios e reservatórios superficiais e o empobrecimento do solo, reduzindo assim, a sua capacidade produtiva e fomentando o êxodo rural. Mas antes da ocorrência desta migração o produtor rural tenta manter-se em seu local de origem e por vezes utiliza de forma indiscriminada os recursos naturais disponíveis em sua propriedade. As alterações da paisagem no meio rural e urbano têm modificado os processos hidrológicos em bacias hidrográficas, onde o escoamento superficial é um dos fatores em que os grandes centros urbanos têm presenciado rotineiramente uma frequência cada vez maior de cheias e inundações. No meio rural os problemas associados à redução da cobertura vegetal estão relacionados à erosão, o empobrecimento do solo e a consequente redução da produtividade.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990) a erosão é o processo de desprendimento, arraste e deposição de partículas do solo causado pela água e pelo vento. Essa desagregação das partículas do solo é ocasionada tanto pelo impacto direto das gotas de chuva no solo (efeito de splash), como pelo transporte devido a energia cinética do escoamento superficial e sub-superficial. As partículas desagregadas são transportadas de forma seletiva pelas águas de escoamento em função de seu tamanho, massa específica, declividade das vertentes e direcionamento do fluxo da água para canais, riachos, rios e reservatórios. Durante o processo de transporte, parte dos sedimentos pode ser depositada, dependendo de fatores como a alteração do relevo, lâmina escoada, declividade das vertentes, dentre outros.

Em regiões semiáridas, onde a maior parte dos solos é jovem, ou seja, rasos e de baixa permeabilidade, a erosão dos solos é um sério problema e vem sendo estudada nas últimas décadas por órgãos e pesquisadores que se preocupam com os aspectos físicos do solo (SRINIVASAN e GALVÃO, 2003). No Semiárido Paraibano, esta região compreende uma vasta área 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 com alta variabilidade pluviométrica espacial e temporal inerente a esse tipo climático (SOUZA *et al.*, 2004).

A redução da cobertura vegetal ocasiona uma maior potencialidade de perdas de solo devido à erosão com consequente redução de nutrientes e matéria orgânica, sobretudo no início do período chuvoso, pois além do solo estar exposto às intempéries (radiação, temperatura,

ventos, chuva), há o favorecimento das perdas de água por evaporação e evapotranspiração (MENDES, 1997).

Estudando o efeito da cobertura vegetal sobre as perdas de solo na região de Punjab, Índia, Bhatt & Khera (2005) verificaram que o escoamento superficial médio aumentou cerca de 50% quando o solo foi mantido descoberto e 17% quando foi adicionado cerca de 6 Mg.ha⁻¹ de palha sobre a superfície do solo.

Brandt (1986) ressalta que a influência da cobertura vegetal nos processos erosivos 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.

O processo de transporte e deposição de sedimentos acarreta diversas implicações como, por exemplo, o carregamento de poluentes agregados ou não às partículas do solo destacado, a perda de qualidade da água, o desequilíbrio dos ecossistemas em virtude da turbidez, o assoreamento de reservatórios e ainda mudanças na geometria do canal fluvial.

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. Nesse estudo 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 nú) quando comparadas a regiões de florestas.

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.

Para minimizar os impactos ambientais gerados por ações antrópicas devemos criar critérios de uso e ocupação do solo por meio de um planejamento ambiental adequado respeitando a capacidade de suporte dos ecossistemas e os aspectos sociais e culturais da população (CHRISTOFOLETI, 1995; KIRKBY 1980).

4 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foi realizado um levantamento dos dados de lâmina escoada e produção de sedimentos obtidos em parcelas de 100,0 m² nas Bacias Experimentais de São João do Cariri e Sumé, localizadas na região do Cariri paraibano. Os dados foram analisados e consistidos utilizando o método das duplas massas. A avaliação da produção de sedimentos em cada parcela experimental caracteriza-se por ser de cunho qualitativo e não há pretensão de esgotar o tema investigado, mas fornecer subsídios para a escolha de uma cultura e tipo produtivo que possa conviver harmoniosamente com as condições ambientais impostas por meio da escassez hídrica em regiões áridas e semiáridas.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Dados de produção de sedimentos sob diferentes condições de cobertura vegetal das Bacias Experimentais de Sumé (BES) e de de São João do Cariri (BESJC), foram utilizados para avaliar influência da cobertura vegetal em parcelas de 100,0 m² no intuito de identificar as práticas de cultivo tradicionais que favorecem os processos erosivos que resultam em perda de solo. Os dados climáticos utilizados foram obtidos por meio de estações climatológicas convencionais de superfície instaladas nestas áreas experimentais.

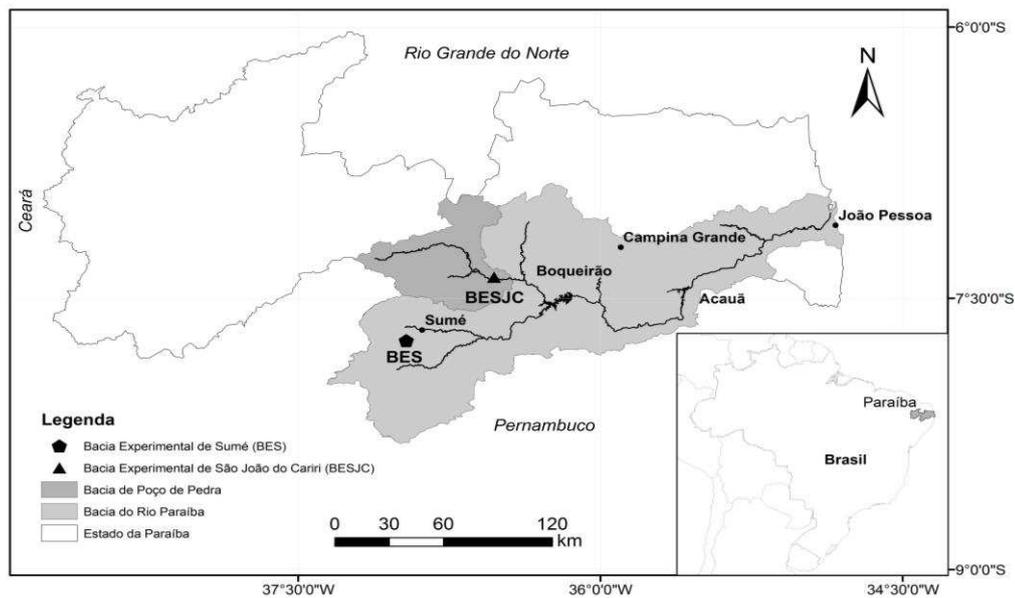
Localizada na propriedade Fazenda Nova (7° 40' S e 37° 00'O), a Bacia Experimental de Sumé, foi composta por quatro micro-bacias com área de drenagem variando de 0,48 a 1,07 ha, nove parcelas de 100,0 m² e uma sub-bacia, Umburana, com área de drenagem de aproximadamente 10,0 km², operadas sob chuva natural. Uma estação climatológica de superfície, uma rede de quatro pluviômetros e dois pluviógrafos também fazia parte das instalações.

Na Bacia Experimental de São João do Cariri os trabalhos foram iniciados em 1985, com a implantação de uma Bacia Escola, por meio da cooperação técnica com a agência alemã de cooperação técnica (GTZ). Com os projetos Implantação de Bacias Experimentais no Semiárido (IBESA) e Bacias Experimentais e Representativas (BEER) da Rede de Hidrologia do Semiárido (REHISA), fomento do Fundo Setorial de Recursos Hídricos do Ministério da Ciência e Tecnologia (CT-HIDRO) e da Fundação Toyota, parcelas de erosão tipo Wischmeier (100,0m²), foram construídas e instrumentadas além dos sistemas de aquisição de dados que foram ampliados e modernizados a partir de 1999 (SRINIVASAN e GALVÃO 2003).

Em 2000, um Projeto da Rede de Hidrologia do Semiárido (REHISA), amparado financeiramente pela FINEP, retomou os trabalhos em bacias experimentais e representativas no Nordeste do Brasil fomentando a implantação de novas bacias experimentais além de apoiar a continuidade das atividades das que mantinham atividades de monitoramento no semiárido brasileiro. As Bacias Experimental de São João do Cariri e Representativa do Taperoá dão sequência aos estudos empreendidos pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) na Bacia Experimental de Sumé, PB (SRINIVASAN e GALVÃO 2003).

A Figura 1 indica a localização das bacias experimentais de São João do Cariri e de Sumé, e delimitação das bacias de Poço de Pedras e do rio Paraíba.

Figura 1 – Delimitação das bacias de Poço de Pedras e do rio Paraíba e localização das Bacias Experimentais de São João do Cariri (BESJC) e Sumé (BES)



Fonte: Alcântara (2013)

A classificação climática de Köppen-Geiger indica que o clima da região é do tipo BSh caracterizado por escassez 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, atualmente chamados de solos jovens, pouco porosos e predominantemente plásticos, subsolo derivado do embasamento cristalino, vegetação típica do bioma caatinga, com altitudes variando entre 450 a 700 m.

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 com o volume de cada cheia dividido pela área da parcela ou da micro-bacia. A quantificação do volume escoado foi realizada com auxílio da curva cota *versus* volume estabelecida para cada uma das caixas de fibrocimento ou fossas de sedimentos localizadas nas seções finais das áreas de drenagem.

Após as coletas realizadas nas parcelas de 100,0 m² faz-se uma limpeza em todo o sistema coletor para que não seja possível o acúmulo de água e sedimentos de uma cheia anterior com a seguinte.

A Tabela 1 mostra algumas características físicas das parcelas de 100,0 m² instaladas na bacia experimental de São João do Cariri.

Tabela 1 – Características físicas das parcelas de 100,0 m²

Parcelas	Declividade (%)	Cobertura vegetal	Período de observação
1	3,4	Desmatada	1999-2008
2	3,6	Pousio	1999-2001
		Desmatada	2002-2008

Fonte: UFCG/Bacia Experimental de São João do Cariri de 1999 a 2008

Na Bacia Experimental de São João do Cariri os trabalhos relacionados à quantificação da lâmina escoada e produção de sedimentos foram iniciados em 1999. As parcelas 1 e 2 possuem declividade de 3,4% e 3,6% respectivamente. No período de 1999 a 2001 a parcela 2 foi mantida em pousio e a parcela 1 desmatada. Após 2002, as parcelas 1 e 2 foram mantidas desmatadas. A cobertura vegetal das parcelas foi removida sem auxílio de equipamentos como enxada ou chibanca, usando apenas as mãos em período onde o solo estivesse seco, para evitar a sua compactação ou algum tipo de dano a sua estrutura. Para tanto, no período de 1999 a 2004 não houve acesso de animais de pequeno ou grande porte, como bovinos, caprinos e ovinos, nas parcelas no período observado.

A Figura 2 mostra as parcelas 1 e 2 instaladas na bacia experimental de São João do Cariri no ano de 2006 e o detalhe do sistema de coleta de água e sedimentos com o partidor no primeiro reservatório de acumulação ligado ao segundo.

Figura 2 – Parcelas de erosão tipo Wischmeier



Fonte: UFCG/Bacia Experimental

Os dados de escoamento e erosão das parcelas 1 a 8 da Bacia Experimental de Sumé, no período de 1982 a 1991, foram utilizados neste trabalho. A Tabela 2 mostra as características das parcelas de 100,0 m² instaladas na bacia experimental de Sumé, PB.

Tabela 2 – Características físicas das parcelas de 100,0 m²

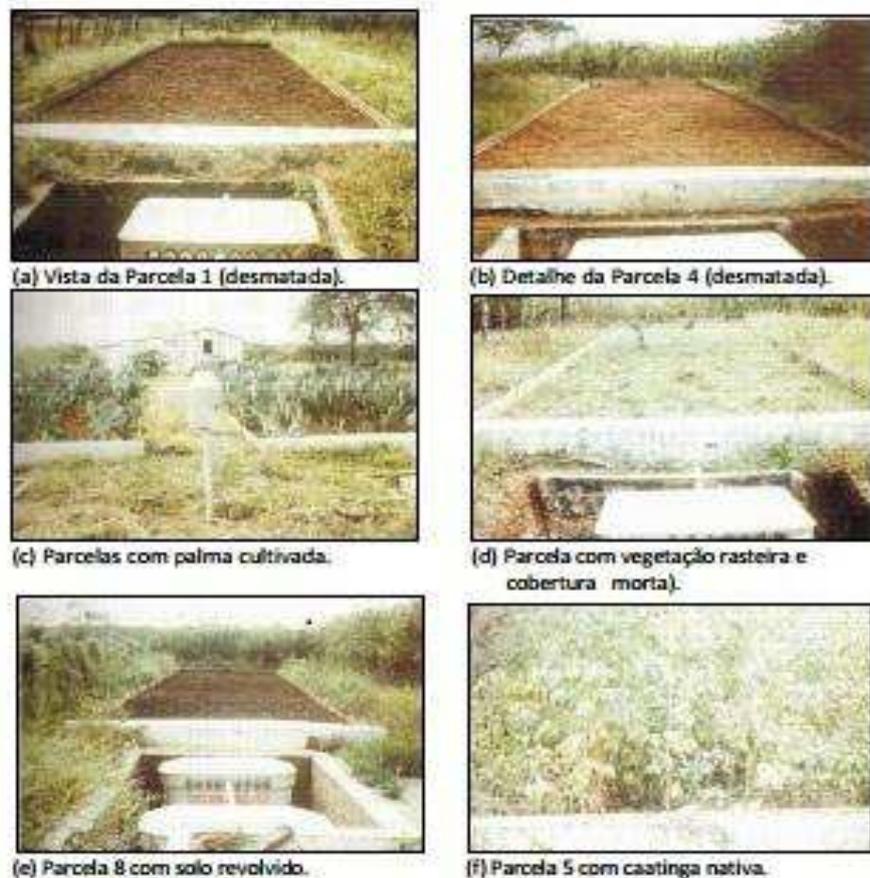
Parcelas	Declividade (%)	Cobertura vegetal	Período de Observação
1	3,8	Desmatada	1982-1991
2	3,9	Vegetação rasteira com cobertura morta	1982-1991
3	7,2	Vegetação rasteira com cobertura morta	1982-1991
4	7,0	Desmatada	1982-1991
5	9,5	Caatinga nativa	1982-1991
6	4,0	Palma morro abaixo	1983-1988
		Milho	1989
		Pousio	1990-1991
		Palma em contorno	1983-1988
7	4,0	Feijão	1989
		Pousio	1990-1991
8	4,0	Wischmeier padrão	1986-1991
9	4,0	Caatinga renascida	1986-1991

Fonte: Srinivasan *et al.* (2003)

4.2 MANEJO DO SOLO E VEGETAÇÃO NAS PARCELAS

Na Bacia Experimental de Sumé, as parcelas 1 a 4, desmatadas, a vegetação era removida quando atingia 0,05 m (Figuras 3a e 3b). As parcelas 2 e 3 com vegetação rasteira e cobertura morta eram roçadas quando a vegetação atingia de 20 a 25 cm, sem retirá-la de dentro das parcelas para servir como cobertura morta (Figura 3d). A parcela 5, com cobertura vegetal nativa (Figura 3f) não sofreu intervenção alguma. (SRINIVASAN e GALVÃO, 2003). As parcelas 6 e 7 foram cultivadas com palma elefante plantadas no sentido do fluxo, chamada de morro abaixo, e no sentido em que as raquetes estivessem perpendiculares a direção do fluxo, sendo “limpas” quando a vegetação rasteira atingia cerca de 0,05 m de altura. Já na parcela 8 (Figura 3e), o solo foi mantido constantemente sem nenhum tipo de vegetação e revolvido com ancinho, sempre que a parcela se tornava compactado pela ação das chuvas conforme o padrão recomendado por Wischmeier (WISCHMEIER & SMITH, 1978; SRINIVASAN *et al.*, 2000).

Figura 3 – Parcelas de Erosão na Bacia Experimental de Sumé



Fonte: Galvão e Srinivasan (2000)

Em 1999, na Bacia Experimental de São João do Cariri foram construídas e são monitoradas duas parcelas de 100,0 m², parcelas 1 e 2, com declividades de 3,4% e 3,6% respectivamente. Nos dois primeiros anos de monitoramento, uma delas, a parcela 2, foi mantida em regime de pousio. A partir de 2002 as parcelas permaneceram desmatadas. A remoção da cobertura vegetal ocorreu sempre sem auxílio de equipamentos como enxada ou chibanca, usando apenas as mãos e em um período onde o solo permanecesse seco. Neste período não houve entrada de bovinos, caprinos, equinos e ovinos na área das parcelas.

Para a produção de sedimentos são realizadas coletas de amostras de água após a homogeneização dos sedimentos presentes, em suspensão e no fundo de cada tanque, em recipientes devidamente identificados com volumes padronizados de 1L, 2L e 5L. Estas amostras são filtradas e posteriormente secas em estufa. Com a massa seca de cada cheia faz-se a relação com a área da parcela para obtenção da produção de sedimentos em kg.ha⁻¹.ano⁻¹ ou em ton.ha⁻¹.ano⁻¹.

Para a quantificação da lâmina escoada em milímetros o volume é quantificado evento após evento de cheia e o relacionando com a área da parcela. Uma relação cota volume de cada para cada tanque de fibro-cimento foi construída, facilitando assim, esta quantificação. 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.

Os valores da produção anual de sedimentos foram obtidos para a identificação da perda de solo em cada dispositivo de medição com o objetivo de comparação com os limites de tolerância de perda de solo estabelecidos em nível mundial.

Os 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⁻¹.ano⁻¹ (WISCHMEIER & SMITH, 1978). Para a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) perdas de solo de 12,0 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ para solos profundos e bem drenados, e de 2,0 a 4,0 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ 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⁻¹.ano⁻¹, 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 Luvissolos e Neossolos, variando entre 5,4 e 6,3 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. Estes valores foram

utilizados como referência para indicar o papel da cobertura vegetal sobre a redução do escoamento superficial e a erosão nas áreas monitoradas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Bacia Experimental de Sumé foram observados 209 eventos de chuva com consequente escoamento em parcelas desmatadas no período de 1982 a 1991. Estas parcelas possuem pequena diferença em suas declividades, tendo a parcela 1 a declividade de 3,8 % e a parcela 4 a declividade de 4,0%. Quando comparamos os dados de perda de solo da parcela 4 com a parcela 1 podemos observar que a produção anual de sedimentos pode ser até 9,14 vezes maior na parcela 4 do que na parcela 1, evidenciando assim, o papel da declividade na geração do escoamento.

Neste mesmo período quando compararmos os dados obtidos de perda de solo entre as parcelas que possuem como cobertura vegetal a vegetação rasteira e cobertura morta, parcelas 2 e 3, cujas declividades são de 3,9% e 7,2% respectivamente, observamos que a produção anual de sedimentos pode ser de até 83,5 vezes maior na parcela 3 do que na parcela 2. Estes valores demonstram a influência da declividade sobre geração do escoamento e consequentemente na produção de sedimentos quando as áreas são submetidas ao mesmo tipo de cobertura vegetal e possuem o mesmo tipo de solo.

Uma das práticas produtivas tradicionais em áreas produtivas na região do semiárido é a produção de forrageiras e cultivos de sequeiros, como a palma, o milho e o feijão, sendo a palma uma cactácea que remove umidade do ar mesmo quando não há ocorrência de chuvas.

No período de 1983 a 1988 duas parcelas de 100,0 m² foram cultivadas com a palma elefante, muito utilizada como ração animal para bovinos, caprinos e ovinos na região do semiárido. A parcela 6 foi cultivada com palma onde as raquetes foram plantadas seguindo o direcionamento do fluxo da água, sendo denominado de morro abaixo, e a parcela 7 foi cultivada com palma onde as raquetes possuíam sentido perpendicular ao fluxo da água, denominado em contorno. A declividade das parcelas é a mesma, de 4,0%. Este tipo de palma tem sido dizimado devido ao ataque de um inseto conhecido como cochonilha do carmim desde o ano de 2009. Quando comparamos a perda de solo nestas parcelas foi possível identificar que a produção anual de sedimentos da parcela 6 pode ser de até 7,97 vezes maior do que na parcela 7.

Estes resultados podem auxiliar os produtores indicando o sentido de plantio das raquetes de palma que produz a menor perda de solo, podendo ser considerada como uma estratégia

conservacionista, mas devemos lembrar que o modo tradicional de plantio deste tipo de cultura leva em consideração a menor incidência dos raios solares sobre as raquetes o que nem sempre coincidirá com a posição do plantio que proporcione a redução da perda de solo.

Antes do início do inverno do ano de 1989 as palmas plantadas nas parcelas 6 e 7 foram removidas e cultivadas com milho na parcela 6 e feijão na parcela 7, dois tipos de cultivo de sequeiro tradicionais no Nordeste brasileiro. Neste ano foi possível observar que a produção anual de sedimentos da parcela 6, cultivada com milho, é de até 2,4 vezes maior do que na parcela cultivada com feijão. Este fato é explicado devido ao sistema foliar do feijão que ocupa uma área maior do que o sistema foliar do milho sobre o solo.

No período de 1982 a 1991 quando comparamos as parcelas 5 e 4 que possuem declividades de 9,5% e 7,0%, cobertura vegetal de caatinga nativa e desmatada respectivamente, observamos uma produção anual de sedimentos variando de 24,95 a 11.399,3 vezes maior na parcela 4 do que na parcela 5, o que representa uma redução significativa na produção anual de sedimentos da parcela coberta com vegetação típica do bioma caatinga. Estes resultados demonstram o poder de proteção da vegetação típica da caatinga na redução do escoamento e na produção de sedimentos.

A Tabela 3 mostra a produção anual de sedimentos nas parcelas 1 a 9 monitoradas na bacia experimental de Sumé.

Tabela 3 – Produção anual de sedimentos em parcelas instaladas na bacia experimental de Sumé, no ano de 1982 a 1991.

Ano	Precipitação (mm)	Produção de sedimentos (Ton.ha ⁻¹)								
		Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8	Parcela 9
1982	305.8	1.36	0.49	3.92	4.99	0.05	-	-	-	-
1983	238.4	1.57	0.01	0.03	3.03	0.00	0.05	63.41	-	-
1984	676.2	34.28	0.27	22.75	313.35	0.02	3.92	1.26	-	-
1985	1461.3	111.73	1.25	0.16	197.15	0.28	14.39	6.57	-	-
1986	963.0	23.99	5.53	0.69	20.58	0.09	8.36	8.16	6.33	1.39
1987	389.3	11.66	0.01	0.00	28.10	0.01	7.50	2.87	9.41	0.01
1988	701.4	56.64	0.08	0.06	61.86	0.06	31.60	8.08	44.60	0.10
1989	897.2	64.41	0.10	0.07	82.48	0.01	54.33	22.61	31.10	19.04
1990	265.6	10.40	0.00	0.00	4.44	0.00	11.07	27.53	5.75	0.01
1991	532.6	36.20	0.61	0.00	1.04	0.00	0.06	0.54	0.68	0.07

Fonte: do próprio autor adaptado de Galvão e Srinivasan (2000).

Destacamos dois anos chuvosos do período monitorado, 1985 e 1989, em que a produção anual de sedimentos das parcelas desmatadas, cultivadas com palma, milho e feijão, parcelas 1, 4, 6 e 7, respectivamente, superaram os limites de tolerância de perda de solo estabelecidos por meio da FAO (1965) para solos rasos e de baixa permeabilidade que variam de 2,0 a 4,0 Ton.ha⁻¹, excluindo os anos de 1984 e 1991 para as parcelas 6 e 7, o ano de 1987 para a parcela 7 e o ano de 1983 para a parcela 6 devido ao início de sua operação. Até mesmo considerando os limites de tolerância de solo estabelecidos por Oliveira *et al.* (2008) para Luvisolos e Neossolos, de 5,4 a 6,3 Ton.ha⁻¹, como os presentes nas áreas das parcelas os limites de perda de solo são ultrapassados.

Considerando o limite de tolerância de perda de solo estabelecido nos Estados Unidos para solos profundos e bem drenados de 12,0 Ton.ha⁻¹.ano⁻¹ observamos para as parcelas desmatadas, 1 e 4, nos anos de 1982, 1983 e 1990 uma produção anual de sedimentos inferior ao limite de perda de solo indicado, mas devido muito mais a ausência de precipitação do que em relação ao comportamento hidrossedimentológico nas áreas das parcelas.

O mesmo fato ocorre no ano de 1987 na parcela 1 e em 1990 na parcela 2. Nos demais anos as perdas de solo podem ser de até 16,43 vezes maior do que o limite aceitável pela FAO (1965) para solos bem drenados e profundos. Vale salientar que nesta região a maior parte dos solos são rasos e de baixa permeabilidade. Se considerarmos os 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⁻¹.ano⁻¹, esta quantidade pode ser de até 36,51 vezes maior do que o aceitável. Entretanto, na parcela 5 que possui cobertura vegetal de caatinga nativa, observamos que a produção anual de sedimentos não supera em nenhum dos anos monitorados os menores valores dos limites indicados como aceitáveis para solos rasos e de baixa permeabilidade que variam de 2,0 a 4,0 Ton.ha⁻¹.ano⁻¹. Observamos também para as parcelas 2 e 3, excetuando os anos de 1984 e 1986, que a vegetação rasteira e cobertura morta também desempenham um papel fundamental na redução das perdas de solo.

Na Bacia Experimental de São João do Cariri no período de 1999 a 2008 foram observados e registrados 210 eventos de chuva com conseqüente escoamento superficial e produção de sedimentos.

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, de até 89,74 %, 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 lâminas escoadas observadas nas parcelas 1 e 2.

No período de 2002 a 2008 as parcelas 1 e 2 permaneceram desmatadas onde foi possível identificar um aumento da lâmina escoada anual observada na parcela 2 em relação a parcela 1, mesmo assim, os valores anuais de lâmina escoada e produção de sedimentos na parcela 2 são inferiores aos observados na parcela 1. Nesse período a lâmina escoada anual da parcela 1 foi de 1,03 a 1,28 vezes maior do que na parcela 2. E este fato pode ser explicado pelo sistema radicular das espécies da família Poaceae 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 pequenas áreas experimentais com ótima condição de controle da cobertura vegetal e contínuo monitoramento.

A Tabela 4 apresenta os valores dos totais anuais precipitados, a lâmina escoada e a produção anual de sedimentos em parcelas de erosão de 100,0 m².

Tabela 4 – Lâmina escoada e produção de sedimentos anuais para o período de 1999 a 2008

Ano	Precipitação (mm)	Lâmina escoada (mm)		Produção de sedimentos (Ton.ha ⁻¹)	
		Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2
1999	186,4	21.1	15.5	1.16	0.31
2000	887,7	273.8	133.3	14.39	1.55
2001	398,5	137.0	14.1	4.14	0.10
2002	641,8	233.7	182.0	9.34	3.21
2003	326,2	63.0	56.8	2.75	1.12
2004	745,8	204.3	184.5	5.79	3.10
2005	702,5	276.8	247.8	4.64	3.29
2006	417,2	165.9	154.6	2.31	2.17
2007	361,4	78.9	76.6	1.01	0.91
2008	789,6	187.6	164.1	2.74	2.31

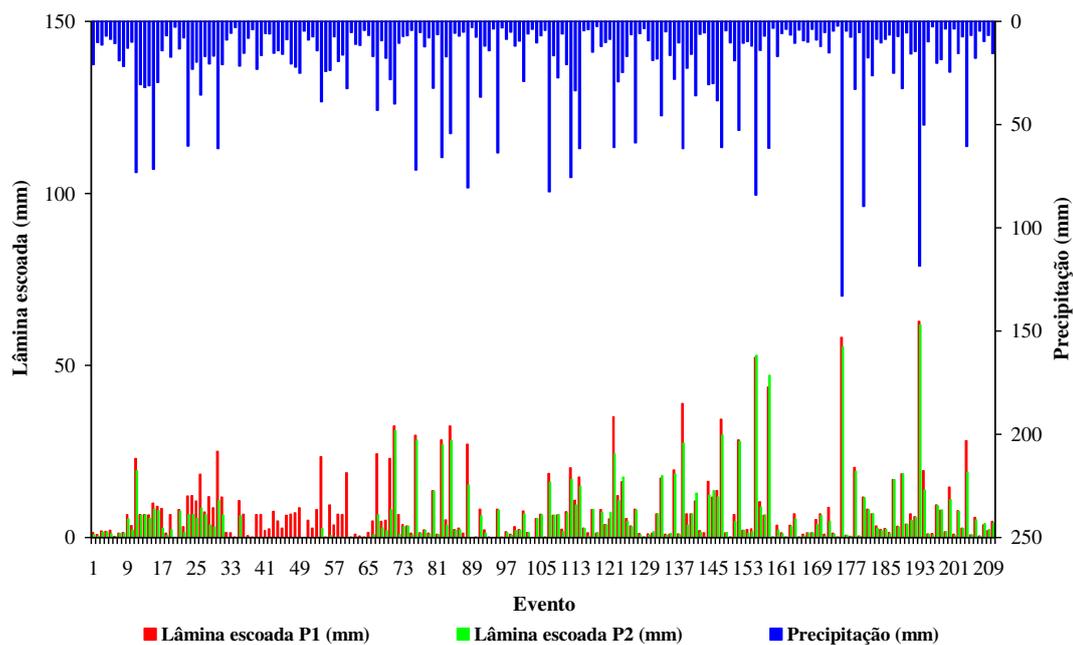
Fonte: do próprio autor.

Foi possível observar no período de abril de 2000 a dezembro de 2001 que houve uma redução significativa na produção de sedimentos da parcela 2 em relação a parcela 1, o que corresponde ao intervalo do 32º e 68º evento de chuva com consequente escoamento. Neste

período a cobertura vegetal de pequeno porte da família Poaceae cobria completamente a área desta parcela.

A Figura 4 mostra os resultados obtidos no período para a lâmina escoada nas parcelas 1 e 2 para cada evento de chuva com consequente escoamento superficial.

Figura 4 – Lâmina escoada em função da precipitação no período considerado no período de 1999 a 2008.



Fonte: do próprio autor

No período de 1999 a 2001 a produção anual de sedimentos da parcela 1 foi de 3,69 a 42,68 vezes maior do que na parcela 2, observando-se um 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. Neste período houve uma redução de até 97,66% da produção anual de sedimentos da parcela 2 em relação a parcela 1.

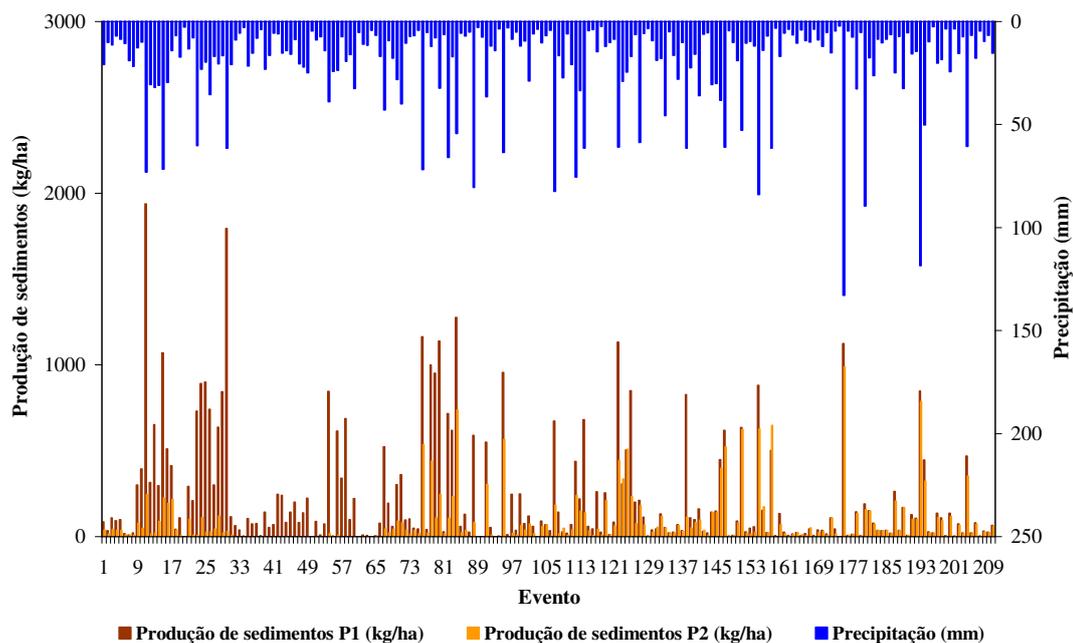
No período em que as parcelas 1 e 2 permaneceram desmatadas, entre 2002 e 2008, foi possível observar que a relação entre a produção de sedimentos da parcela 1 e da parcela 2 reduz gradualmente ano após ano (ver Tabela 4), indicando assim, o aumento da produção de sedimentos na parcela 2 após a remoção 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 nos processos de

geração do escoamento superficial e da erosão, o que favorece a manutenção das condições edáficas do solo, aumenta a sua umidade e mantém os nutrientes necessários para a manutenção da produtividade agrícola.

A Figura 5 mostra os resultados obtidos no período de 1999 a 2008 para a produção de sedimentos nas parcelas 1 e 2 para cada evento de chuva com consequente escoamento na bacia experimental de São João do Cariri.

Figura 5 – Produção de sedimentos em função da precipitação no período de 1999 a 2008.



Fonte: do próprio autor

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, parcela 1 (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 $4,0 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, nos períodos de 2000 a 2002 e de 2004 a 2005. 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 $6,3 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, 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 e 2002, anos chuvosos do período analisado.

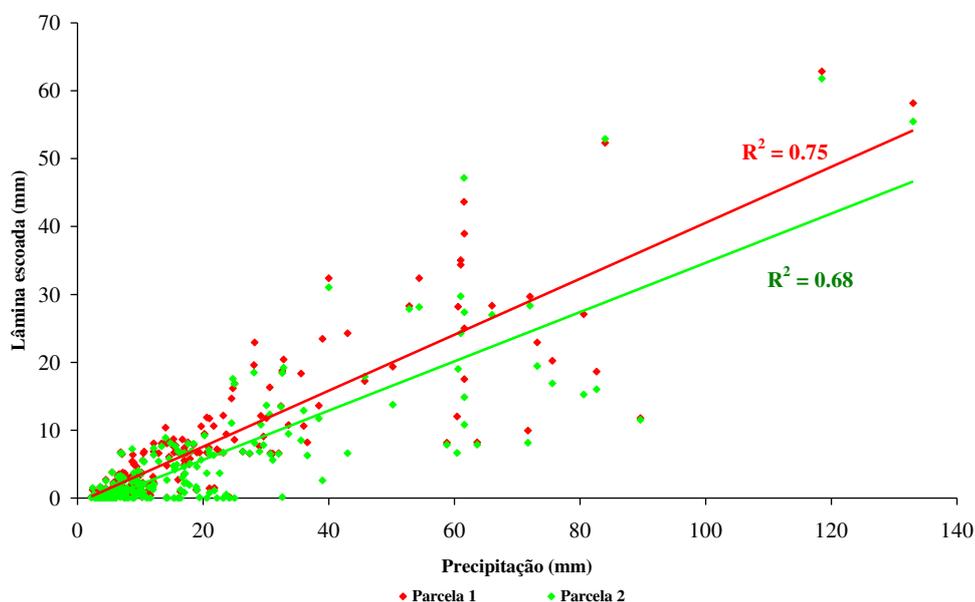
Para os anos de 1999, 2003, 2006 e 2007 a produção anual de sedimentos nas parcelas foi pequena devido a ausência de precipitação, evidenciando assim, a influência das precipitações

sobre a geração do escoamento e a erosão do solo em áreas desmatadas. 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 área das parcelas é a mesma, as declividades não possuem diferença significativa e o tipo de solo em suas áreas é o mesmo, o que deveria proporcionar valores de lâmina escoada semelhantes, mas o tipo de manejo da cobertura vegetal da parcela 2 favorece a infiltração e reduz a geração do escoamento. Mesmo após a retirada da cobertura vegetal da parcela 2 a lâmina escoada continuou sendo menor na maioria dos eventos de chuva com conseqüente escoamento. Este fato evidencia a importância da cobertura vegetal sobre a geração do escoamento, mesmo quando a vegetação é de pequeno porte sendo em sua maioria composta por espécies da família Poaceae.

A Figura 6 Apresenta a relação entre a precipitação e a lâmina escoada nas parcelas no período de 1999 a 2008.

Figura 6 – Precipitação *versus* Lâmina escoada nas parcelas 1 e 2 da Bacia Experimental de São João do Cariri no período de 1999 a 2008.



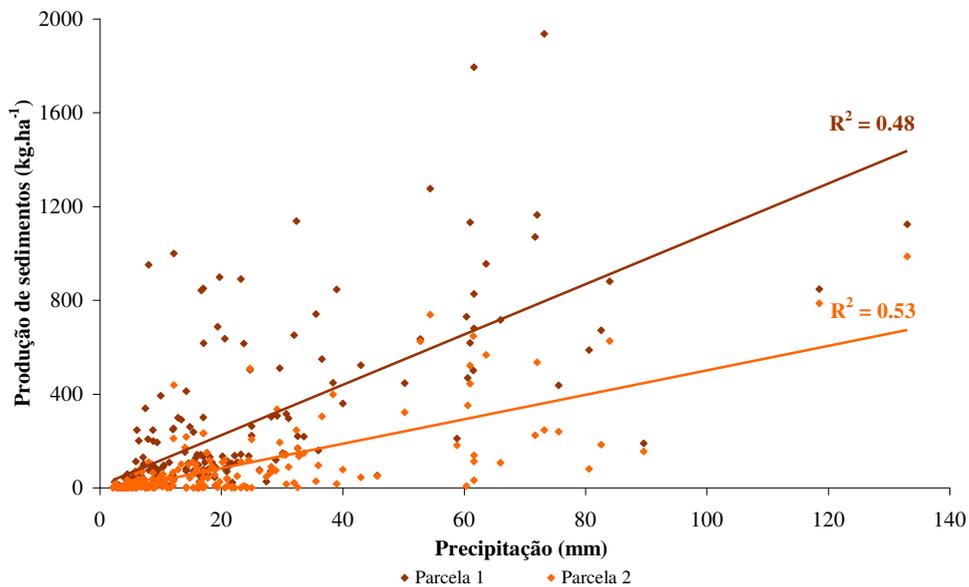
Fonte: do próprio autor

O mesmo comportamento na geração do escoamento superficial da parcela 1, devido a falta de cobertura vegetal, é observado para a lâmina escoada, cujos valores superam os

observados na parcela 2. Na parcela 2, a partir de 2002 devido a remoção da cobertura vegetal, houve aumento gradual da lâmina escoada e da produção de sedimentos, onde observamos que não há uma relação linear entre a lâmina escoada, a produção de sedimentos e a precipitação com consequente escoamento. Sendo assim, percebe-se que há necessidade de monitoramento contínuo em áreas experimentais devido a complexidade dos mecanismos de geração do escoamento e erosão.

A Figura 7 mostra a relação entre a precipitação e a produção de sedimentos nas parcelas monitoradas na bacia experimental de São João do Cariri, no período de 1999 a 2008.

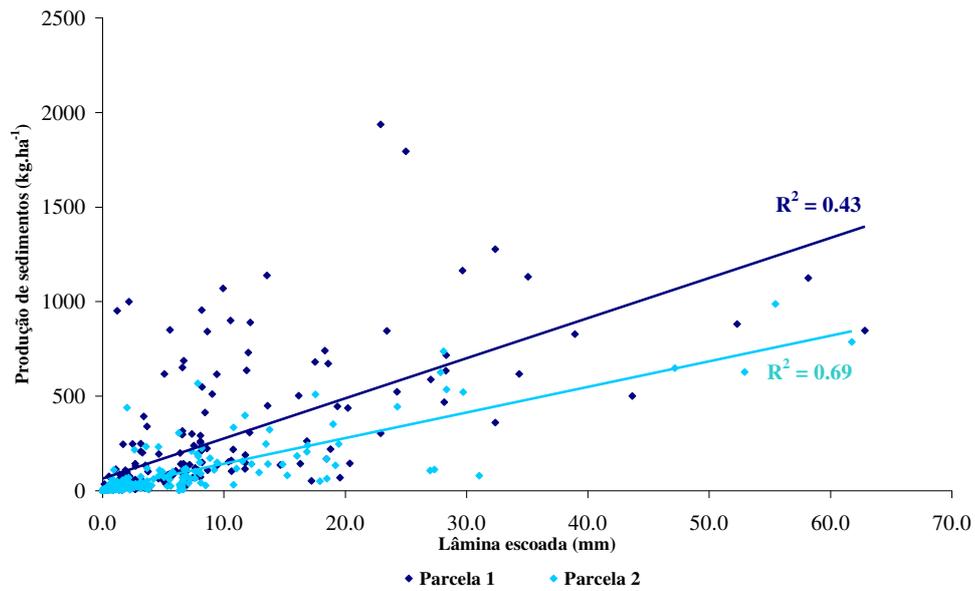
Figura 7 – Precipitação *versus* produção de sedimentos na Bacia Experimental de São João do Cariri no período de 1999 a 2008



Fonte: do próprio autor

A Figura 8 mostra relação entre a lâmina escoada e a produção de sedimentos nas parcelas 1 e 2 no período de 1999 a 2008.

Figura 8 – Lâmina escoada *versus* produção de sedimentos na Bacia Experimental de São João do Cariri no período de 1999 a 2008.



Fonte: do próprio autor

No período em que a parcela 2 permaneceu em regime de pousio, 1999 a 2001, houve uma redução de até 89,74% da lâmina escoada e de até 97,65% na produção de sedimentos em relação a parcela 1, isto corresponde a uma lâmina escoada de 1,03 a 9,74 vezes e uma produção de sedimentos de 1,06 a 42,7 vezes maiores na parcela 1 quando comparados com os valores observados na parcela 2.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados obtidos nas bacias experimentais de São João do Cariri e de Sumé foi possível concluir que a cobertura vegetal possui uma influencia significativa na redução da produção de sedimentos em parcelas de 100,0 m² e que não há uma relação direta entre os totais anuais precipitados, a lâmina escoada anual e a produção anual de sedimentos.

A maior variação da produção anual de sedimentos foi observada na Bacia Experimental de Sumé quando comparamos as parcelas 4 e 5, áreas desmatada e com cobertura vegetal típica de caatinga, respectivamente. Neste caso, foi possível identificar o poder da interceptação da vegetação típica da caatinga e a sua influência sobre a redução da produção de sedimentos.

Para a bacia experimental de São João do Cariri podemos concluir que a cobertura vegetal com predominância de Poaceae, exerce um papel fundamental para a proteção do solo com redução da lâmina escoada de até 89,74% e de até 97,65% na produção de sedimentos observada na parcela 2 em relação a parcela 1, no período de 1999 a 2001, durante o regime de pousio.

Entre as culturas tradicionais de ciclo curto, como por exemplo, o milho e o feijão, a maior produção de sedimentos foi observada durante o cultivo do milho.

Nas parcelas com cobertura morta e vegetação rasteira, parcelas 2 e 3, cujas declividades são de 3,9% e 7,2% respectivamente, observamos que a produção anual de sedimentos pode ser de até 83,5 vezes maior na parcela 3 do que na parcela 2. Estes valores demonstram a influência da declividade sobre geração do escoamento e consequentemente na produção de sedimentos quando as áreas são submetidas ao mesmo tipo de cobertura vegetal e possuem o mesmo tipo de solo.

A continuidade do monitoramento em Bacias Experimentais e Representativas é de suma importância nos estudos da influência da cobertura vegetal sobre a produção de sedimentos para avaliar a influência da intensidade da precipitação na geração do escoamento e na perda de solo associada a biomassa em cada tipo de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABÍLIO, F. J. P.; FLORENTINO, H. S. **Impactos ambientais na Caatinga**. In: Abílio, F. J. P. *et al.* (Org.). Bioma Caatinga: ecologia, biodiversidade, educação ambiental e práticas pedagógicas. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2010.
- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. E 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, 136–141, 2002.
- ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste**. 7. ed. rev. e aumentada – São Paulo: Cortez, 2005.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo, Ícone, 1990. 335p.
- BHATT, R., KHERA, K. L. **Effect of tillage and mode of straw mulch application on soil erosion in the submontaneous tract of Punjab, India**. *Soil & Tillage Research*. Amsterdam, 2005.
- BRANDT, C. J. **Transformation of the kinetic energy of rainfall with variable tree canopies**. (Doutorado em Recursos Hídricos) - Universidade de Londres, Londres, 1986. 446p.
- CASTRO, I. E. **Seca versus seca: novos interesses, novos territórios, novos discursos no Nordeste**. In: Castro, I. E.; Gomes, P. C. C.; Corrêa, R. L. (Org.). Brasil: questões atuais da reorganização do território. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed., rev., atual e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 599p.
- CHRISTOFOLLETI, A. **Condicionantes geomorfológicos e hidrológicos aos programas de desenvolvimento**. In: Tauk, S. (Org.). Análise ambiental: uma visão multidisciplinar, 104-106, São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.
- FAO. **Soil Erosion by water: some measures for its control on cultivated lands**. Rome, Italy: FAO, 1965.
- GALVÃO, C. O. (Org.) **Bacias Experimental e Representativa da Rede de Hidrologia do Semiárido**: UFCG. Relatório Parcial. Campina Grande: UFCG, 2008.

GIRMAY, G.; SINGH, B. R.; NYSSSEN, J.; BORROSEN, T. **Runoff and sediment-associated nutrient losses under different land uses in Tigray**, Northern Ethiopia. *Journal of Hydrology*, 376, 70-80, 2009.

HUDSON, N. **Soil conservation. Third edition.** London: Batsford Limited, 391p., 1995.

KIRKBY, M, J. **The problem.** In: Kirkby, M, J. e Morgan, R. P. C. *Soil Erosion.* 1-16, Brisbane: John Wiley e Sons, 1980.

MENDES, B. V. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do Semiárido.** Fortaleza: SEMACE, 1997. 108p.

OLIVEIRA, F. P., SANTOS, D., SILVA, I. F. e SILVA, M. L. N. **Tolerância de Perda de Solo por Erosão para o Estado da Paraíba.** *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.8, n. 2, 60-71, 2008.

PEREIRA, R. P.; MELO, J. A. B. DE; DANTAS NETO, J.; BARBOSA, E. M. **Análise do comportamento espectral da cobertura vegetal de São João do Cariri-PB no espaço temporal de vinte anos (1987-2007), sob condições diversas de utilização.** *Caminhos de Geografia*, v.11, n.36, 68-80, 2010.

PERRIER, G. K. **The contextual nature of range management.** *Pastoral Development Network Paper 30c.* Overseas Development Institute, London, 1990.

PINESE JÚNIOR, J.F., CRUZ, L.M.; RODRIGUES, S.C. **Monitoramento de Erosão Laminar em Diferentes Usos da Terra, Uberlândia-MG.** *Sociedade & Natureza*,Uberlândia, v. 20, n. 2, 157-175, 2008.

PRADO JÚNIOR, C. **Formação do Brasil contemporâneo.** São Paulo: Brasiliense, 2004.

SALES, M. C. L. **“Evolução dos Estudos de Desertificação no Nordeste Brasileiro”.** *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 14, 9-19, 2003.

SARI, V., POLETO, C., CASTRO, N. M. R. **Caracterização dos processos hidrossedimentológicos em bacias rurais e urbanas.** *Enciclopédia Biosfera*, v. 9., n. 16, 596-624, Goiânia, 2013.

SCOONES, I. **Living with uncertainty: new directions in pastoral development in Africa.** London: Intermediate Technology Publications - International Institute for Environmental and Development, 1995.

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, 292-298, 2004.

SRINIVASAN, V.S.; GALVÃO, C.O. **Bacia experimental de Sumé: Descrição e dados coletados**. Campina Grande, PB: Universidade Federal de Campina Grande/CNPq, 2003.

SRINIVASAN, V. S. *et al.* **INFLUÊNCIA DO TIPO DA COBERTURA VEGETAL SOBRE A EROSÃO NO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, 92-96, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. 2000.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Agriculture Handbook, 537**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1978.