

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM PARCELAS DE EROÇÃO NA BACIA EXPERIMENTAL DO RIACHO GRAVATÁ, SEMI-ÁRIDO ALAGOANO

Sebastião Coelho Marinho Falcão¹; Rosângela Sampaio Reis² & Vladimir Caramori Borges de Souza³

RESUMO --- A atual gestão dos recursos hídricos no semi-árido brasileiro é carente em informações acerca de métodos que busquem a otimização do uso de suas águas. Buscando analisar e compreender o comportamento das variáveis hidrossedimentológicas na região semi-árida, é cada vez mais comum o estudo em bacias experimentais. Neste contexto, o trabalho apresenta a instrumentação de uma bacia experimental no semi-árido alagoano, com ênfase no monitoramento dos processos hidrossedimentológicos. O estudo foi desenvolvido em sua totalidade a partir de subsídios provenientes de monitoramento dos processos hidrossedimentológicos em campo, tendo como objetivo geral quantificar a produção de sedimentos em parcelas experimentais de erosão. Foram instaladas três parcelas, possuindo 3 m² cada, em um terreno com declividade média de 13%. O monitoramento se deu a partir de chuva simulada, sendo o simulador calibrado para produzir chuvas intensas específicas para cada uma das parcelas. Foi realizado o plantio de milho cultivado morro abaixo por ser bastante usual na região. A produção de sedimentos foi calculada a partir de coletas do material escoado superficialmente. Os dados observados possibilitaram correlacionar a produção de sedimentos com variáveis relacionadas com a chuva total e efetiva.

ABSTRACT --- The current water resource management in the Brazilian Semi-arid area is scarce in information on methods that seek the optimization of the use of its water. Searching to explore and understand the behavior of hydrosedimentology variables in the semi-arid region is increasingly common the study in experimental basins. In this context, this paper presents the instrumentation of an experimental basin in the semi-arid regions of the State of Alagoas, with emphasis on hydrosedimentology monitoring processes. This study was entirely developed from subsidies from hydrosedimentology monitoring processes in the field, having as the general objective to quantify the production of sediments in erosion plots. Three plots were installed, with 3 m² each, in a land with average declivity of 13%. The monitoring in the plots happened as of simulated rainfall, the

1) Mestrando do PPGRHS, UFAL, Av. Lourival Melo Mota, s/n, 57072-970, Maceió. E-mail sebastiaofalcao_ufal@yahoo.com.br

2) Professora adjunto da UFAL, CTEC, Av. Lourival Melo Mota, s/n, 57072-970, Maceió. E-mail rosangelareis_al@hotmail.com

3) Professor adjunto da UFAL, CTEC, Av. Lourival Melo Mota, s/n, 57072-970, Maceió. E-mail vcaramori@yahoo.com

simulator being calibrated to produce heavy rain for each of the plots. In the plots was done the plantation of cultivated corn hill under which is quite usual in the region. The production of sediment in the plots was calculated from samples of the superficially drained material. The data observed made it possible to correlate the production of sediments with variables related to the total and effective rainfall.

Palavras-chave: Bacia experimental, produção de sedimentos, semi-árido alagoano.

1 INTRODUÇÃO

A atual gestão dos recursos hídricos no semi-árido brasileiro é carente em informações acerca de métodos que busquem a otimização do uso de suas águas, sendo estas de fundamental importância tendo em vista o grave panorama vivenciado em relação à disponibilidade hídrica.

Essa região corresponde a 11,39% da área total do país, ou seja, 969.589,4 km² (BRASIL, 2005a). Estão parcialmente inseridos nesta região os estados da federação: Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

A região é caracterizada pelo baixo desenvolvimento sócio-econômico principalmente devido à inconstante disponibilidade de água. Assim, a população é impulsionada a se deslocar para os grandes centros urbanos em busca de melhores condições de vida.

A alta variabilidade temporal das precipitações em adição à ocorrência de solos rasos impossibilita o armazenamento subterrâneo de água em quantidade satisfatória e confere à região semi-árida características de intermitência dos rios e uma situação de escassez hídrica (Medeiros e Vieira, 2006). Segundo Cidreira *et al.* (2006), as chuvas dessa região são concentradas em uma única estação, com cerca de 90% dos totais anuais acontecendo em seis meses e uma variação em torno de 30% dos totais pluviométricos anuais.

Outra característica intrínseca da pluviometria do semi-árido é a alta intensidade com que a chuva atinge o solo, acarretando um processo acentuado de erosão. Os processos erosivos do semi-árido são majorados devido a uma parcela considerável de solo com pouca ou nenhuma cobertura vegetal. A erosão nessa região interfere diretamente no dia-a-dia da população local, pois o arraste de partículas do solo contribui para diminuição de sua camada mais fértil, utilizada na agricultura. Para suprir a deficiência de nutrientes no solo, e com o intuito de aumentar a produção agrícola, é cada vez mais comum a utilização de fertilizantes.

Em Alagoas, 38 municípios se inserem na região semi-árida, totalizando 45,6% da área do Estado (BRASIL, 2005a). Na região estão incluídas algumas das cidades mais importantes do Estado, como Arapiraca, Palmeira dos Índios, Delmiro Gouveia e Santana do Ipanema.

Durante o II Workshop em Recursos Hídricos do Nordeste, realizado em junho de 2001 na cidade de Recife, Pernambuco, um grupo de pesquisadores de universidades do Nordeste decidiu pela realização de pesquisas e estudos hidrológicos em bacias experimentais localizadas em diversos estados do Nordeste, sendo formada então a Rede de Hidrologia do Semi-Árido (REHISA).

Em 2005, foi realizado pela REHISA o I Encontro Nacional de Bacias Hidrográficas, ocorrido na cidade de Praia do Forte, Bahia, que marcou a primeira participação da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) nas reuniões da rede, tendo início assim, as atividades de discussão da formação de uma bacia experimental no rio Ipanema. A bacia hidrográfica do rio Ipanema foi indicada por já estar sendo estudada, em trechos a montante, no estado de Pernambuco, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), o que possibilitaria uma maior consistência futura no estudo de efeitos de escala hidrológica.

Neste contexto, o trabalho apresenta a instrumentação de uma bacia experimental no semi-árido alagoano, com ênfase no monitoramento dos processos hidrossedimentológicos da região. O trabalho se insere no contexto do projeto Bacias Experimentais e Representativas da Rede de Hidrologia do Semi-Árido (BEER/REHISA/UFAL), tendo como objeto de estudo a bacia do Riacho Gravatá, afluente do Rio Ipanema, no Estado de Alagoas. Os projetos BEER/REHISA contam com financiamento da FINEP através do edital MCT/FINEP/CT-HIDRO – Bacias Representativas – 04/2005.

2 ÁREA DE ESTUDO

Para determinação da área de implantação da bacia experimental foi realizada uma primeira visita à Santana do Ipanema, visando o reconhecimento da região para identificação de pontos potenciais para implantação do aparato experimental, em março de 2006. Desde então, teve início uma série de campanhas de campo, onde foi possível percorrer diversas localidades.

Paralelamente a essas visitas de reconhecimento, foi desenvolvido um trabalho de caracterização de sub-bacias através dos pontos levantados em campo com GPS, do Modelo Numérico do Terreno (MNT) e de técnicas de geoprocessamento. Para a construção do MNT da área de estudo foram utilizados dados da Missão Topográfica por Radar Interferométrico, ou Shuttle Radar Topography Mission (USGS, 2006), através do sistema de informações geográficas IDRISI.

Em março de 2007, após reconhecimento in loco e análise dos parâmetros mapeados da região, definiu-se pela implantação da bacia experimental na bacia hidrográfica do riacho Gravatá, sendo este afluente direto do rio Ipanema.

As características gerais dessa bacia hidrográfica são:

- A bacia hidrográfica do riacho Gravatá possui área total de 124 km², com várias sub-bacias aninhadas de diferentes ordens de grandeza;
- A bacia hidrográfica possui áreas antropizadas e áreas com vegetação preservada em suas características;
- A região tem boa acessibilidade, mesmo no período chuvoso;

Este trabalho apresenta o acompanhamento dos processos hidrossedimentológicos na bacia hidrográfica do riacho Gravatá através de aparatos experimentais instalados em três parcelas experimentais de erosão.

Segundo BRASIL (2005b), o solo da região onde estão inseridas as parcelas é classificado como Planossolo Háptico. O solo apresenta potencial para produção de milho e feijão, além da criação de bovinos, caprinos e ovinos. Ocorrem alguns afloramentos de rocha na região, cuja intensidade não é suficiente para interferir significativamente com o uso e manejo do solo.

A bacia experimental do riacho Gravatá encontra-se instrumentada ainda com uma fossa de sedimentos, uma estação meteorológica compacta, uma calha Parshall, e uma bateria de piezômetros, onde estão sendo desenvolvidos outros estudos hidrológicos. A Figura 1 apresenta a delimitação da bacia hidrográfica do riacho Gravatá com ênfase na localização dos aparatos experimentais instalados.

Para instalação das parcelas de erosão, foi escolhida uma região cujas coordenadas do ponto central, em latitude e longitude (-9°20'25";-37°10'12"), foram determinadas fazendo-se uso de um GPS GARMIN ETREX, no sistema SAD-69.

O uso do solo na área onde estão inseridas as parcelas experimentais de erosão é dividido em dois períodos distintos, sendo o primeiro entre os meses de abril e julho, utilizado para o cultivo consorciado de milho e feijão, e o segundo, nos meses restantes, utilizado para criação de bovinos, caprinos e ovinos. A declividade média da área escolhida para realização do estudo é de 13%.

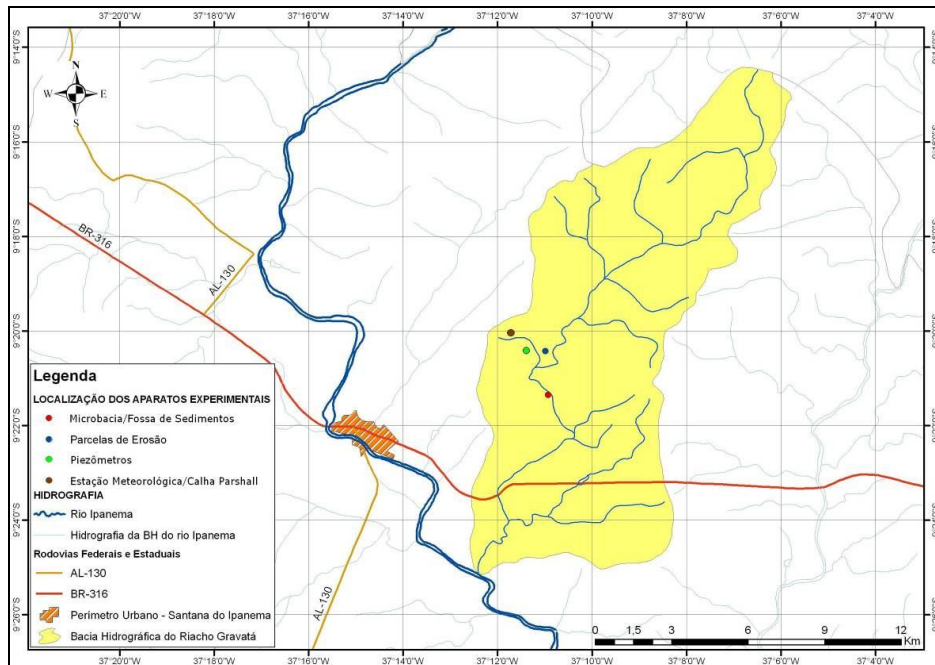


Figura 1 – Aparato experimental na Bacia hidrográfica do riacho Gravatá.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Como o estudo foi desenvolvido em uma propriedade particular, não foi possível a operação de parcelas experimentais com dimensão padrão de 100 m², descritas por Srinivasan e Galvão (2003), tendo em vista a disponibilidade insuficiente de terreno. Outra limitação encontrada foi o período de estudo, sendo uma época de estiagem, o que determinou a operação das parcelas de erosão sob chuva simulada. Em alternativa, foram instaladas três parcelas experimentais de erosão construídas segundo metodologia proposta por Santos (2006). Seguindo essa metodologia as parcelas possuem dimensões de 1 m por 3 m, com a maior dimensão no sentido do declive, construídas com chapas metálicas de 20 cm de altura, sendo aproximadamente 10 cm cravados no solo, possuindo na parte inferior uma calha para coleta da água escoada superficialmente. A Figura 2 apresenta a esquematização da parcela experimental de erosão e a instalação das parcelas experimentais de erosão na bacia experimental do riacho Gravatá.

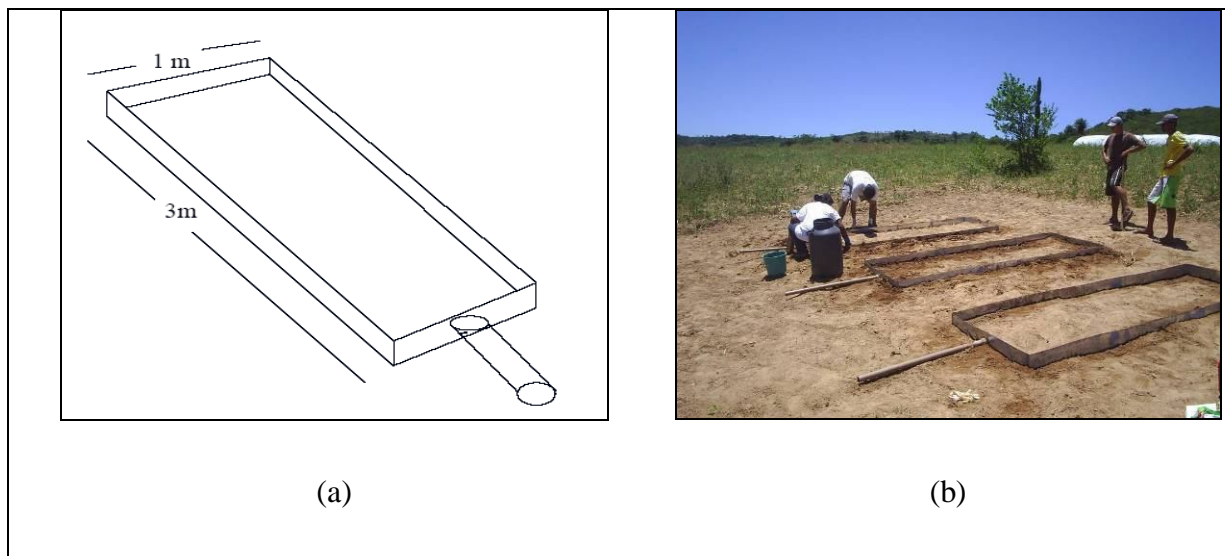


Figura 2 – (a) Esquematização da parcela de erosão instalada na bacia experimental (Santos, 2006); e (b) Instalação das parcelas experimentais de erosão.

Para realização dos estudos nas parcelas de erosão foi desenvolvido um simulador de chuvas, o qual foi concebido para operação sobre uma estrutura metálica, regulável em incrementos de 1 metro de altura a partir do solo, e, com altura máxima igual a 3 metros. O simulador foi abastecido através de uma bomba com potência de 1,5 cv, colocada em um reservatório de água de 1.000 L.

O equipamento foi calibrado visando à uniformidade da chuva artificial em uma área correspondente a uma parcela experimental de erosão. No processo de calibração foram utilizadas associações de bicos aspersores SEMPREVERDE fabricados pela FABRIMAR, e PS fabricados pela HUNTER. Os aspersores PS proporcionam uma distribuição uniforme da água, permitindo a regulagem do bico entre 1° e 360° o que possibilita uma infinidade de utilizações (HUNTER, 2007). Ainda segundo HUNTER (2007), o êmbolo do aspersor PS dispõe de um filtro de grande superfície que impede a passagem de impurezas mantendo limpo o bico. Os aspersores SEMPREVERDE são indicados para sistemas fixos, produzindo uma precipitação uniforme de longo do alcance (FABRIMAR, 2007). A Figura 3 apresenta uma das configurações testadas durante o processo de calibração.



Figura 3 – Configuração utilizada durante o processo de calibração do simulador de chuva.

Após a realização da calibração, foram obtidos resultados satisfatórios, considerando a distribuição espacial, para intensidades de precipitação de 50, 80 e 120 mm/h, sendo definida assim a operação das parcelas experimentais de erosão. Para todas as intensidades de precipitação simuladas, a altura do equipamento em relação ao solo foi de 3 metros. As configurações utilizadas nas simulações de chuva encontram-se expostas na Tabela 1. A

Figura 4 apresenta a esquematização do simulador de chuvas operado nas parcelas experimentais de erosão.

Tabela 1 – Configuração utilizada para operação do simulador de chuva nas parcelas experimentais de erosão.

	Parcela Experimental de Erosão 1	Parcela Experimental de Erosão 2	Parcela Experimental de Erosão 3
Pressão interna no conduto (kgf/cm ²)	2,3	1,5	2,3
Associação de bicos aspersores	2 aspersores SEMPREVERDE de 360° (centro) e 2 aspersores PS com 180° (extremidades)	2 aspersores SEMPREVERDE de 360° (centro) e 2 aspersores PS com 180° (extremidades)	2 aspersores SEMPREVERDE de 180° (centro) e 2 aspersores PS com 180° (extremidades)
Intensidade da precipitação (mm/h)	80	120	50

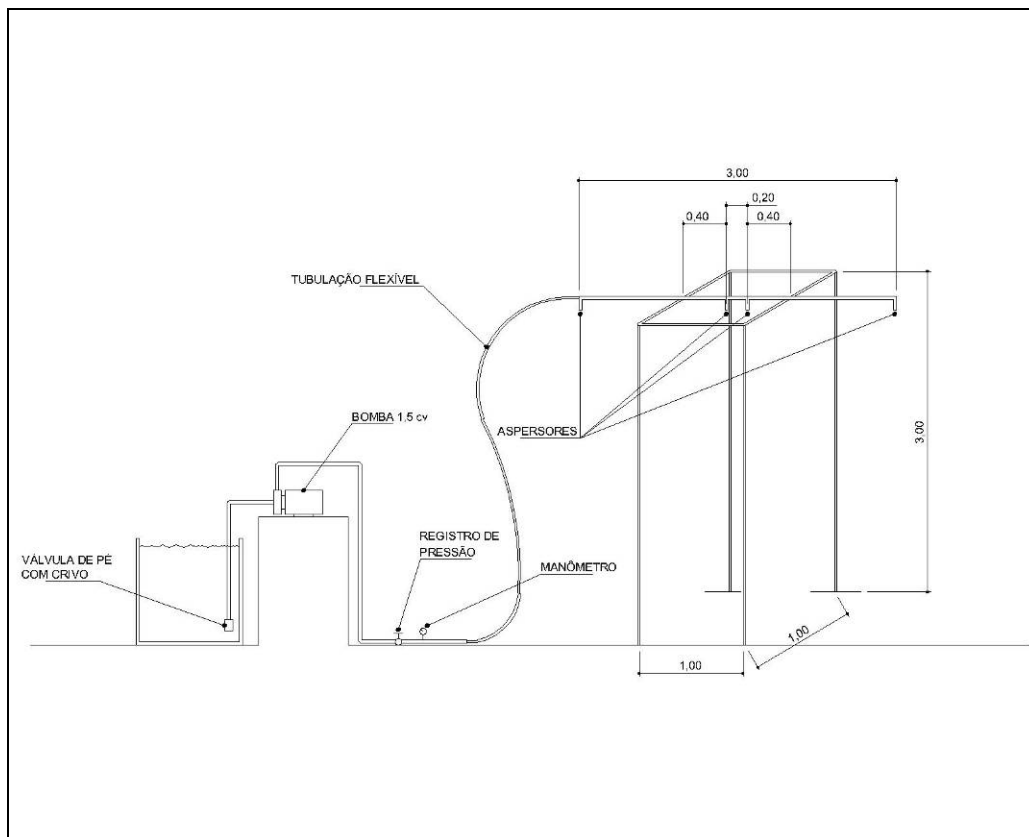


Figura 4 – Esquemática do simulador de chuvas operado nas parcelas experimentais de erosão.

Em relação à cobertura do solo utilizada nas parcelas experimentais de erosão, foi plantando milho cultivado morro abaixo, por ser bastante usual na região. O plantio do milho foi realizado no dia 13/11/2007.

As amostragens de sólidos em suspensão seguiram roteiro descrito por Santos (2006). Cada simulação teve duração de 60 minutos e, a partir do início da simulação, a cada intervalo de 5 minutos foi feita uma coleta com duração de 10 segundos, num total de 12 amostras. As coletas foram realizadas utilizando uma proveta graduada de 1.000 mL, onde foi lido o volume escoado em cada amostragem (Figura 5). A produção de sedimentos foi determinada a partir da média das produções de todas as coletas do evento.



Figura 5 – Amostragem em parcela experimental de erosão na bacia experimental do riacho Gravatá.

A determinação da concentração de sólidos totais em suspensão utilizou o Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater (APHA, 1995).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O monitoramento dos processos hidrossedimentológicos nas parcelas experimentais de erosão foi realizado a partir de amostragens de água, resultante do escoamento superficial produzido por rotinas de simulação de chuva, sendo um total de cinco para cada parcela.

As simulações e amostragens ocorreram entre os dias 28/11/2007 e 31/01/2008, sendo este período, coincidente com o período de crescimento da cultura de milho plantada no interior das parcelas. A primeira rotina de simulações foi realizada logo após o brotamento da cultura de milho, estando o solo praticamente descoberto. A segunda e a terceira rotina ocorreram em dois momentos distintos durante o crescimento da plantação. A quarta e quinta rotinas foram realizadas no estágio máximo de crescimento da cultura. A Figura 6 apresenta as fases de crescimento da cultura de milho durante as rotinas de simulação de chuva.

A primeira rotina de simulações de chuva foi realizada sob forte interferência do vento, ocasionando uma expressiva perturbação no fluxo da chuva que atingia as parcelas experimentais de erosão, com relação à distribuição espacial. Foram analisados os dados de velocidade máxima horária do vento registrados entre os dias 30/11/2007 e 06/12/2007 na estação meteorológica compacta instalada na bacia experimental. A Figura 7 apresenta o comportamento médio das velocidades máximas horárias do vento entre os dias 30/11/2007 e 06/12/2007.

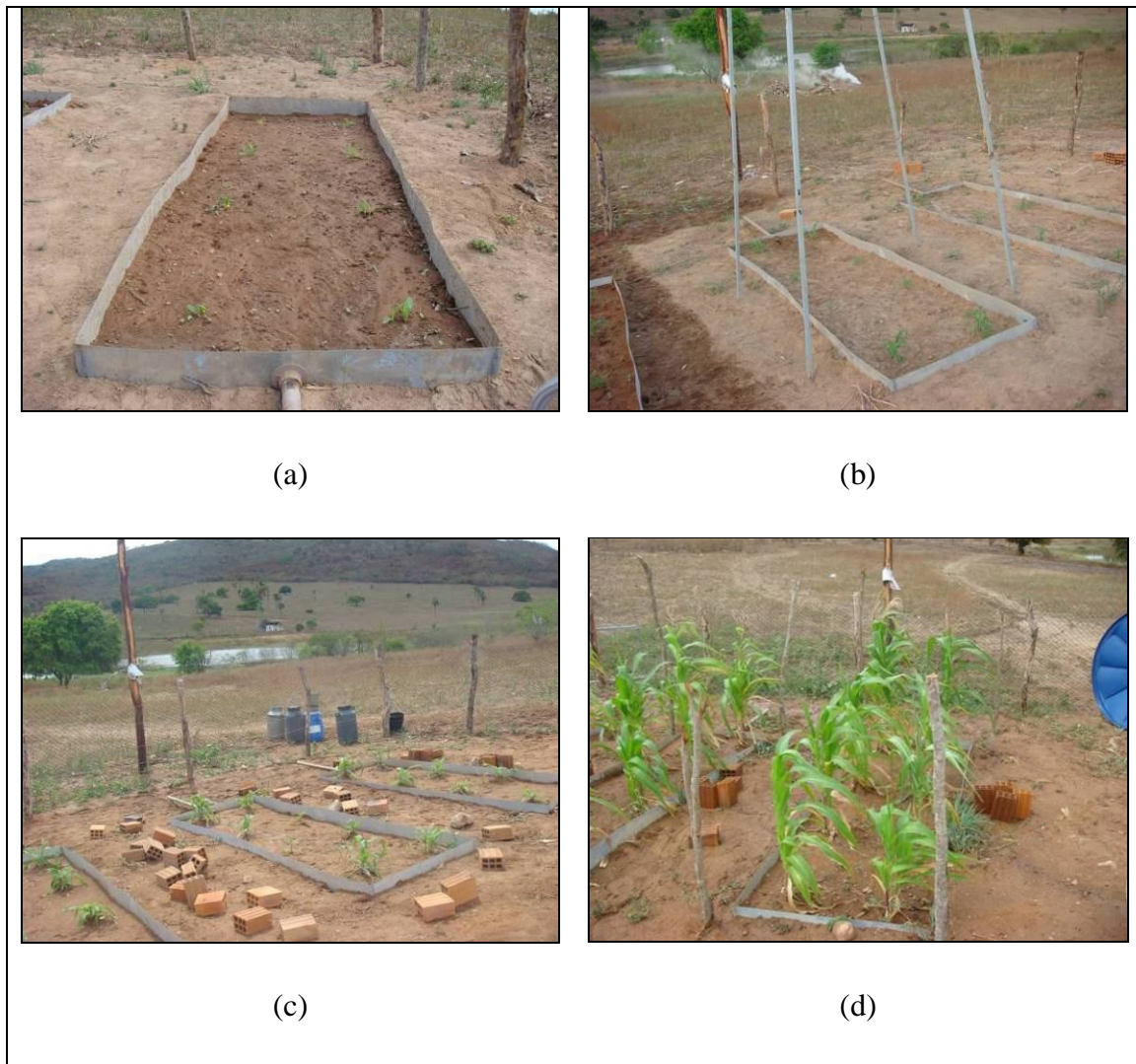


Figura 6 – Estágios de crescimento da cultura de milho: (a) Primeira rotina de simulações; (b) Segunda rotina de simulações; (c) Terceira rotina de simulações; e (d) Quarta e quinta rotina de simulações.

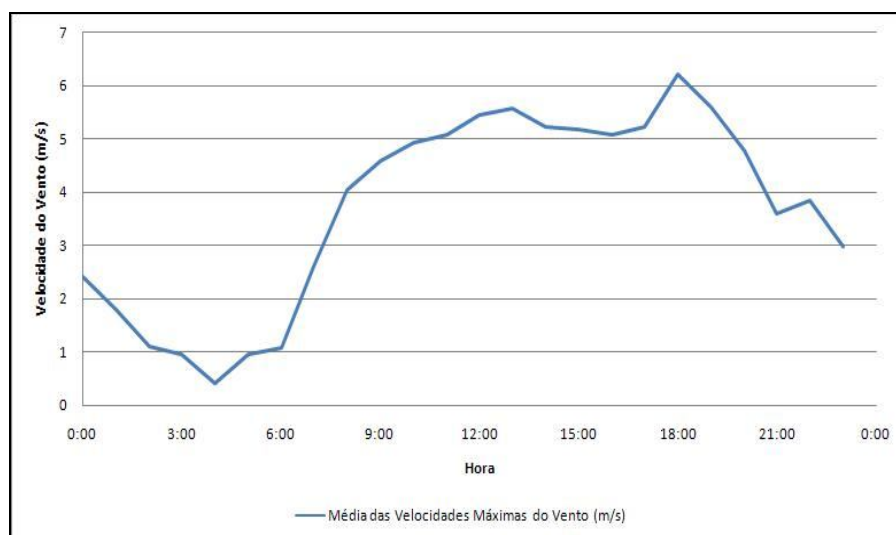


Figura 7 – Velocidades máximas horárias do vento entre os dias 30/11/2007 e 06/12/2007.

A partir da análise dos dados de velocidade do vento, verificou-se que a forte interferência do vento ocorreu devido ao horário de operação do simulador de chuva na primeira rotina, que teve início após as 9 horas e 30 minutos da manhã, para as três parcelas experimentais. Buscando amenizar os efeitos provocados pela interferência do vento, as rotinas de simulações seguintes foram realizadas nas primeiras horas da manhã.

A Tabela 2 apresenta as intensidades médias das precipitações simuladas nas parcelas experimentais de erosão.

Tabela 2 – Intensidades média das precipitações simuladas nas parcelas experimentais de erosão.

Unidade Experimental	Evento	Data	Hora inicial	Intensidade Média (mm/h)	Desvio Padrão (mm/h)
Parcela experimental de erosão 1 – PEE1	Simulação 1	28/11/07	10:00	69,57	10,42
	Simulação 2	07/12/07	05:00	82,76	4,71
	Simulação 3	13/12/07	06:30	78,45	2,18
	Simulação 4	25/01/08	07:00	83,97	4,55
	Simulação 5	31/01/08	05:00	83,03	4,78
Parcela experimental de erosão 2 – PEE2	Simulação 1	29/11/07	09:30	101,25	15,12
	Simulação 2	07/12/07	06:30	125,38	8,07
	Simulação 3	13/12/07	05:00	118,60	7,99
	Simulação 4	25/01/08	04:30	123,01	2,88
	Simulação 5	31/01/08	07:30	121,54	11,99
Parcela experimental de erosão 3 – PEE3	Simulação 1	29/11/07	11:00	40,84	13,32
	Simulação 2	08/12/07	05:00	49,96	5,15
	Simulação 3	14/12/07	04:30	51,60	9,10
	Simulação 4	25/01/08	05:45	46,12	7,29
	Simulação 5	31/01/08	06:15	48,65	6,45

A mudança de horário proporcionou, para as três parcelas experimentais monitoradas, uma maior homogeneidade em relação à distribuição espacial e intensidades dentro do programado.

Devido à interferência do vento ocorrida na primeira rotina de simulação de chuva, os resultados inerentes a mesma, não foram utilizados no presente estudo tendo em vistas possíveis erros e incertezas.

Excluindo o valor referente à primeira simulação de chuva, a intensidade média entre as simulações realizadas na parcela experimental de erosão 1 (PEE1) foi de 82,05 mm/h, sendo o desvio padrão médio de 4,05 mm/h. Com relação as parcelas experimentais de erosão 2 e 3 (PEE2 e PEE3), a intensidade média da chuva simulada foi de 122,13 e 49,08 mm/h, respectivamente. O desvio padrão médio para a PEE2 foi de 7,73 mm/h, enquanto que para PEE3 foi de 7,00 mm/h.

As diferentes intensidades pluviométricas operadas nas parcelas experimentais de erosão influenciaram diretamente os índices erosivos nas parcelas experimentais de erosão. Na Tabela 3 e na Figura 8 são apresentados os valores de descarga de sólidos totais relativos às amostragens realizadas nas parcelas experimentais de erosão.

Tabela 3 – Valores mínimos, máximos e médios de descarga de sólidos totais, encontrados ao longo das quatro simulações de chuva, nas parcelas experimentais de erosão.

Unidade Experimental	Evento	Data	Hora Inicial	Idade de Plantio (dias)	Descarga Sólida (g/h)			
					Mínima	Máxima	Média	Desvio Padrão
Parcela Experimental de Erosão 1	Simulação 2	7/12/07	5:00	24	282,3	674,1	475,1	147,9
	Simulação 3	13/12/07	6:30	30	89,5	477,0	230,6	132,6
	Simulação 4	25/1/08	7:00	73	64,0	208,4	135,4	48,9
	Simulação 5	31/1/08	5:00	79	53,4	138,4	94,2	28,5
Parcela Experimental de Erosão 2	Simulação 2	7/12/07	6:30	24	278,6	2144,4	843,8	593,3
	Simulação 3	13/12/07	5:00	30	157,3	436,6	298,0	88,5
	Simulação 4	25/1/08	4:30	73	157,2	215,3	185,5	21,7
	Simulação 5	31/1/08	7:30	79	151,3	365,9	223,5	71,9
Parcela Experimental de Erosão 3	Simulação 2	8/12/07	5:00	25	43,2	300,7	165,3	82,4
	Simulação 3	14/12/07	4:30	31	91,1	380,9	161,0	83,5
	Simulação 4	25/1/08	5:45	73	37,9	184,1	80,7	39,9
	Simulação 5	31/1/08	6:15	79	50,2	212,9	87,5	46,0

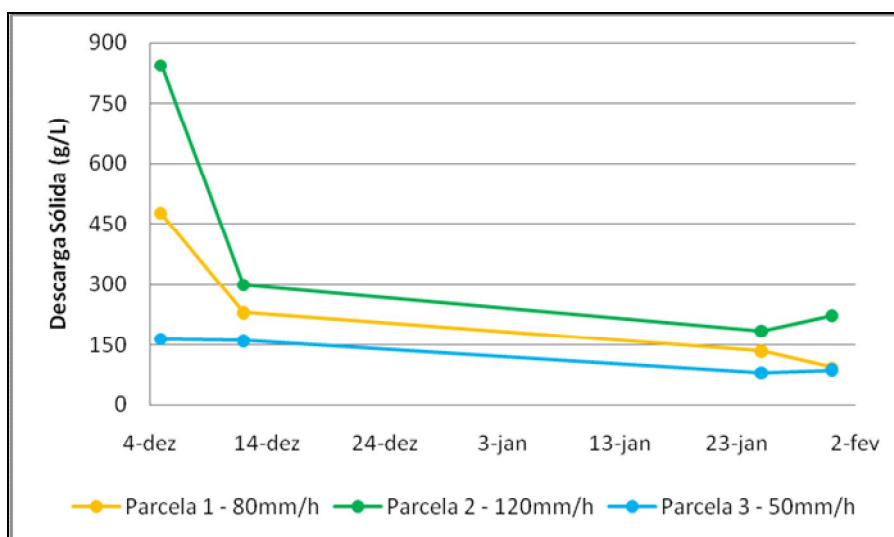


Figura 8 – Descarga média de sólidos totais, nas parcelas experimentais de erosão, ao longo das simulações de chuva.

A PEE 2, que foi operada sob a maior intensidade de chuva, apresentou os maiores resultados de descarga sólida, durante todo o período de monitoramento. Em um comparativo com os resultados obtidos para a PEE 1, a qual foi operada com a segunda maior intensidade de precipitação, a descarga sólida encontrada para a parcela 2 foi em média 65,8% superior. Com relação à PEE 3, operada sob intensidade pluviométrica aproximada de 50 mm/h, a diferença foi ainda maior, sendo superior a 200%.

Os valores de descarga sólida encontrados para a PEE 1 foram em média 89,1% superiores aos encontrados para a PEE3. A menor diferença encontrada, entre as duas parcelas, se deu durante a última simulação, quando a descarga sólida para a PEE 1 foi apenas 7% superior.

Com relação aos resultados obtidos para a PEE1, a partir da segunda simulação, os valores encontrados para descarga de sólidos totais decaíram sucessivamente. A descarga sólida encontrada para a quinta simulação representou apenas 19,8% do valor encontrado para a segunda simulação.

Na PEE2, a partir da segunda simulação, os valores sofreram uma queda acentuada de aproximadamente 78%, até a quarta simulação. Entre a quarta e a quinta simulação, houve um pequeno incremento, de cerca de 40 g/h, na descarga sólida.

A segunda simulação apresentou os maiores valores de descarga sólida na PEE3. Os índices, a partir de então, decaíram continuamente até a quarta simulação, representando cerca de 50% de déficit. Entre a quarta e a quinta simulação houve um pequeno incremento, representando aproximadamente 8%.

O decaimento nos valores de descarga sólida, observado em todas as parcelas experimentais de erosão, permite inferir que a redução da taxa erosiva deveu-se ao desenvolvimento da cultura de

milho, sendo os maiores índices erosivos encontrados para a segunda rotina de simulações de chuva. Segundo Carvalho (1994), a cobertura vegetal assume importância fundamental para a diminuição do impacto das gotas de chuva. Ainda segundo Carvalho (1994), a proteção vegetal proporciona uma redução da velocidade das águas que escoam sobre o terreno, possibilitando maior infiltração de água no solo e, diminuição do carreamento das suas partículas, reduzindo assim as taxas erosivas.

Após as simulações de chuva realizadas nas parcelas experimentais de erosão, foi possível fazer a determinação da lâmina total escoada referente a cada simulação de chuva (Tabela 4).

Tabela 4 – Produção de sedimentos e lâmina total escoada referente a cada simulação de chuva realizada nas parcelas experimentais de erosão.

Unidade Experimental	Evento	Lamina Escoada (mm)	Produção de Sedimentos (kg/ha)
Parcela Experimental de Erosão 1 – PEE1	Simulação 2	69,46	1583,77
	Simulação 3	66,05	768,60
	Simulação 4	67,45	451,26
	Simulação 5	68,65	313,90
Parcela Experimental de Erosão 2 – PEE2	Simulação 2	81,40	2812,65
	Simulação 3	101,86	993,42
	Simulação 4	84,40	618,40
	Simulação 5	97,50	744,94
Parcela Experimental de Erosão 3 – PEE3	Simulação 2	28,75	550,89
	Simulação 3	32,15	536,76
	Simulação 4	32,54	269,08
	Simulação 5	32,90	291,76

A PEE1 apresentou uma lâmina média escoada de 67,9 mm. A produção média de sedimentos foi de 779,4 kg/ha. Para a PEE2 a lâmina média escoada foi de 91,3 mm, e, a produção média de

sedimentos foi de 1.292,3 kg/ha. Com relação aos resultados obtidos para a PEE3, a lâmina média escoada foi de 31,6 mm, e, a produção média de sedimentos de 412,1 kg/ha.

Os resultados encontrados para produção de sedimentos se mostraram compatíveis com os encontrados por Santos (2006), para o cultivo morro abaixo, embora o autor tenha utilizado uma cultura agrícola diferente.

Não foram verificadas reduções significativas na lâmina escoada, ao longo do crescimento da cultura de milho e conseqüente proteção do solo, nas parcelas experimentais estudadas. Tal constatação diverge do comportamento natural citado por Silva *et al.* (2003) de que a proteção do solo é responsável por aumentar a rugosidade do mesmo, servindo de barreira no caminho das águas, evitando a formação de enxurradas e favorecendo a infiltração. Este comportamento, entretanto, ratifica a complexidade dos estudos hidrossedimentológicos, tendo em vista os diversos fatores envolvidos nos processos. É possível que a não redução da lâmina escoada nas parcelas esteja relacionada com o arranjo utilizado no plantio do milho e a distribuição foliar da cultura o que corrobora com o citado por Argenta *et al.* (2001) e Santos *et al.* (2000).

Santos (2006), ao simular chuva em suas parcelas experimentais de erosão, observou uma lâmina escoada maior para parcela experimental com plantio de feijão morro abaixo que para parcela experimental com solo desmatado. Esse comportamento anormal também foi observado em alguns resultados encontrados por Srinivasan e Galvão (2003), onde para um mesmo evento pluviométrico, os valores de lâmina escoada observados para a parcela com cultura de milho cultivado morro abaixo foram superiores aos valores observados para a parcela com solo exposto.

Para este estudo, contudo, a produção de sedimentos em função da lâmina escoada mostra um abrandamento nas taxas erosivas, resultante da proteção vegetal exercida pela cultura de milho (Figura 9).

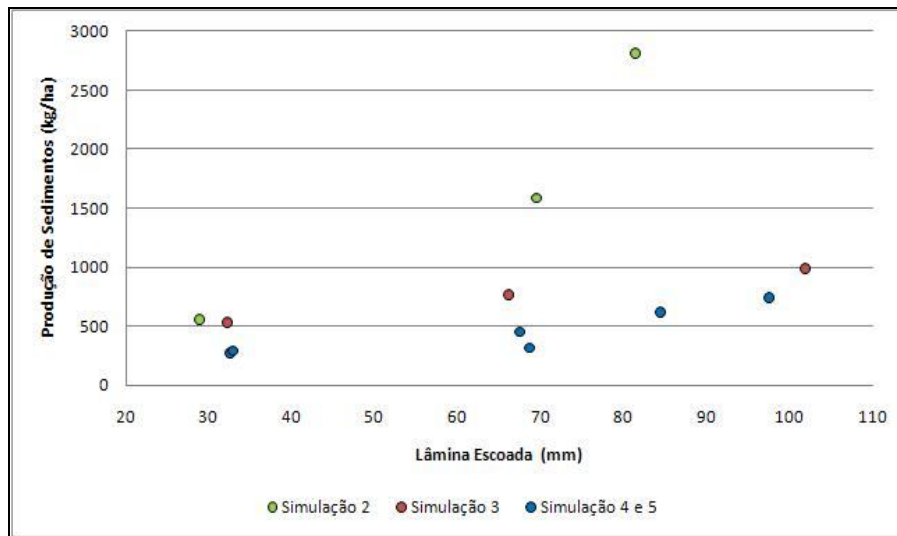


Figura 9 – Relação entre a produção de sedimentos e a lâmina total escoada referente às simulações de chuva nas parcelas experimentais de erosão.

Como foi visto anteriormente, isto se deve à diminuição do impacto das gotas de chuva, reduzindo assim a desagregação das partículas e o transporte de sedimentos na enxurrada, o que está de acordo com Carvalho (1994) e Santos (2006). Os autores afirmam ainda que, quanto mais protegida pela cobertura vegetal estiver a superfície do solo contra a ação da chuva, tanto menor será a propensão de ocorrência de erosão.

Para todas as rotinas de simulações de chuva realizadas, a produção de sedimentos apresentou tendência de crescimento em função do aumento da lâmina escoada. Esse comportamento corrobora com os resultados obtidos nas parcelas experimentais da bacia experimental de Sumé (Srinivasan e Galvão, 2003). Na segunda rotina de simulações de chuva, a qual foi realizada no início do desenvolvimento da cultura de milho, foram observados os maiores valores de produção de sedimentos em função da lâmina escoada, além de uma tendência de crescimento em função da lâmina escoada, mais acentuada que as demais. A quarta e a quinta rotina de simulações foram realizadas quando a cultura de milho se encontrava em seu estágio máximo de crescimento. Nestas duas últimas rotinas de simulações de chuva, foram encontrados os menores valores de produção de sedimentos em função da lâmina escoada.

Com relação à concentração de sólidos totais, a segunda rotina de simulações de chuva foi a única a apresentar tendência de crescimento em função do aumento da lâmina escoada (Figura 10).

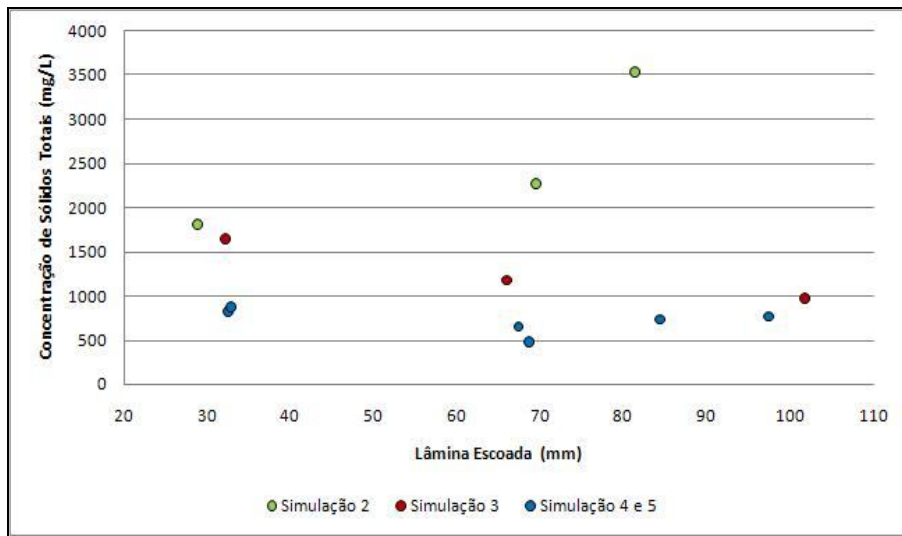


Figura 10 – Relação entre a concentração de sólidos totais e a lâmina total escoada referente às simulações de chuva nas parcelas experimentais de erosão.

Nas demais rotinas foram observadas tendências de decaimento das concentrações de sólidos totais em função do aumento da lâmina escoada, sendo este comportamento semelhante ao encontrado por Melo *et al.* (2008). O crescimento da cultura de milho exerceu influência direta na redução das concentrações de sólidos totais.

Na Figura 11 é apresentada a relação entre a produção de sedimentos e a intensidade pluviométrica de 60 minutos ao longo das simulações de chuva realizadas.

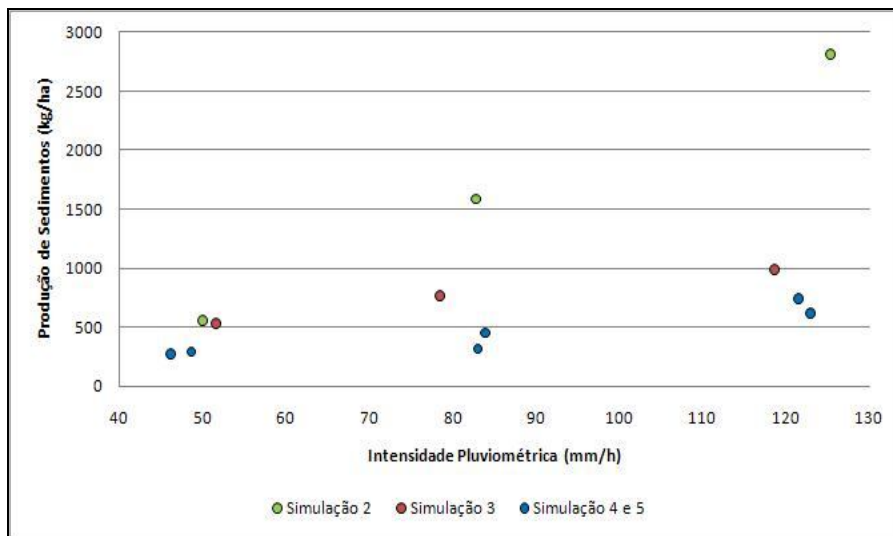


Figura 11 – Relação entre a produção de sedimentos e a intensidade pluviométrica de 60 minutos, referente às simulações de chuva nas parcelas experimentais de erosão.

Assim como na análise referente à lâmina escoada, foi verificada uma tendência de crescimento da produção de sedimentos em função do aumento da intensidade pluviométrica, para todas as rotinas de simulações de chuva. Esse comportamento também foi observado no estudo desenvolvido por Moreira *et al.* (2006), onde foi monitorada a produção de sedimentos em uma parcela experimental no semi-árido do Rio Grande do Norte. No gráfico também foi possível perceber o decaimento dos índices erosivos em função do crescimento da cultura de milho. O crescimento da cultura do milho proporcionou incrementos na produção de sedimentos com tendência menos íngreme em função do aumento da intensidade pluviométrica.

Na Figura 12 encontra-se a relação entre a concentração de sólidos totais e a intensidade pluviométrica de 60 minutos nas parcelas experimentais de erosão ao longo das simulações de chuva realizadas.

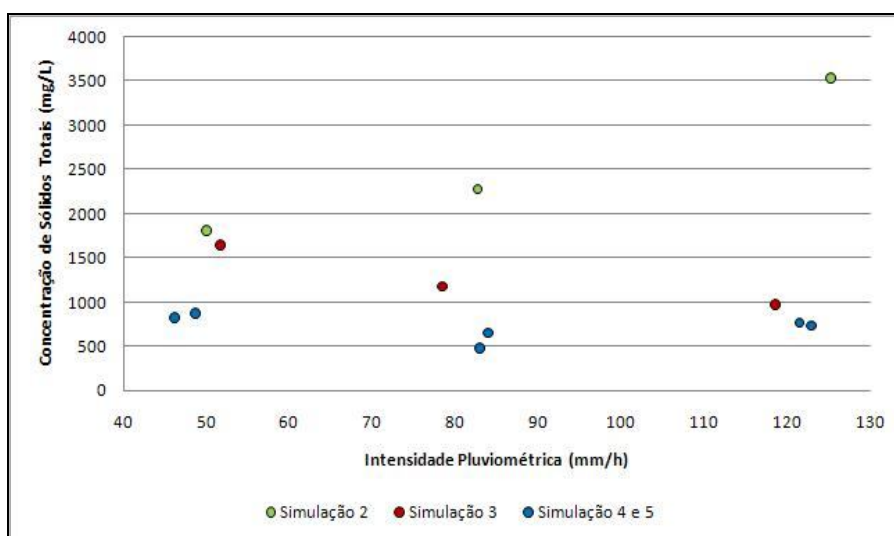


Figura 12 – Relação entre a concentração de sólidos totais e a intensidade pluviométrica de 60 minutos, referente às simulações de chuva nas parcelas experimentais de erosão.

As concentrações de sólidos totais, referentes às rotinas de simulações de chuva realizadas, não apresentaram tendências semelhantes entre si, quando relacionadas com a intensidade pluviométrica de 60 minutos. As concentrações de sedimentos da segunda rotina de simulações apresentaram tendência de crescimento em função do aumento da intensidade enquanto que as concentrações de sedimentos referentes às demais rotinas apresentaram tendências de decaimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos hidrossedimentológicos são responsáveis por diversos transtornos sócio-econômicos, principalmente na região semi-árida, de forma que a compreensão desse fenômeno trará subsídios para o emprego otimizado de técnicas buscando a conservação do solo e da água.

Em relação ao solo nu, a proteção do solo exercida pelo cultivo do milho, mesmo sendo morro abaixo, proporcionou uma redução na produção de sedimentos para todas as intensidades pluviométricas simuladas nas parcelas experimentais de erosão.

A produção de sedimentos apresentou tendência de crescimento em função do aumento do escoamento superficial..

As taxas erosivas estudadas nas parcelas estiveram diretamente relacionadas com a intensidade da precipitação.

Os resultados observados a partir do monitoramento hidrossedimentológico na bacia experimental do riacho Gravatá são resultantes de ocorrências restritas com relação à sazonalidade do ciclo. As taxas erosivas obtidas a partir da simulação de chuva nas parcelas são resultantes de intensidades pluviométricas elevadas, representativas de uma pequena parte do ciclo sazonal da região. No entanto, sua importância se deve ao monitoramento da evolução dos processos erosivos e do escoamento superficial em função de diferentes usos e coberturas de solo, podendo representar um avanço significativo no conhecimento do tema, dada a sua especificidade regional e a necessidade de estratégias de controle e remediação dos impactos negativos numa região altamente susceptível aos efeitos climáticos.

BIBLIOGRAFIA

APHA (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th ed. Amer. Public Health Association/ American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, D.C., USA, 1134 p.

ARGENTA, G., SILVA, P. R. F, SANGOI, L. (2001). “*Arranjo de Plantas em Milho: Análise do Estado-da-Arte*”. Revista Ciência Rural, v. 31, n. 6, p. 1075 – 1084, Santa Maria, RS, 2001.

BRASIL (2005a). *Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro*. Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional, 2005.

BRASIL (2005b). *Diagnóstico Ambiental do Município de Santana do Ipanema, Alagoas*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Solos, 2005.

CARVALHO, N. O. (1994). *Hidrossedimentologia Prática*. CPRM, Eletrobrás. Rio de Janeiro, RJ, 1994. 372 p.

CIDREIRA, M. A. S., FONTES, A. S., ALMEIDA, R. B., MEDEIROS, Y. D. P. (2006). “*Análise da Variabilidade Espaço-Temporal da Precipitação na Bacia Experimental do Rio do Cedro – BA*” in Anais do VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Gravatá, PE, 2006.

- FABRIMAR (2007). *Catálogo de Produtos de Irrigação*. Disponível em: <http://www.fabrimar.com.br/produto_selecionado.asp?ref_produto=Sempre%20Verde&cat_produto=Irrigação>. Acesso em: 15 ago. 2007.
- HUNTER (2007). *SRS & PS Sprays*. Disponível em: <http://www.hunterindustries.com/Resources/PDFs/Product_Guides/Domestic/lit212w.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2007.
- MEDEIROS, P. H. A., VIEIRA, V. P. P. B. (2006). “*Importância da Abordagem dos Processos Hidrossedimentológicos na Gestão dos Recursos Hídricos no Semi-Árido Brasileiro*” in Anais do VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Gravatá, PE, 2006.
- MELO, R. O., CANTALICE, J. R. B., ARAÚJO, A. M., CUNHA, M. (2008). “*Produção de Sedimento Suspenso de uma Típica Bacia Hidrográfica Semi-Árida*” in Anais do VIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Campo Grande, MS, 2008.
- MOREIRA, L. F. F., RIGUETTO, A. M., GUIMARÃES JÚNIOR, J. A., LIMA, R. R. M. (2006). “*Produção de Sedimentos numa Parcela Experimental no Semi-Árido Nordestino*” in Anais do VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Gravatá, PE, 2006.
- SANTOS, C. A. G., SUZUKI, K., WATANABE, M., SRINIVASAN, V. S. (2000). “*Influência do Tipo da Cobertura Vegetal sobre a Erosão no Semi-Árido Paraibano*”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 1, p. 92 – 96, Campina Grande, PB, 2000.
- SANTOS, T. E. M. (2006). *Avaliação de Técnicas de Conservação de Água e Solo em Bacia Experimental do Semi-Árido Pernambucano*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2006.
- SILVA, A. M., SCHULZ, H. E., CAMARGO, P. B. (2003). *Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas*. Editora RIMA. São Carlos, SP, 2003. 140p.
- SRINIVASAN, S. V., GALVÃO, C. O. (2003). *Bacia Experimental de Sumé: Descrição e Dados Coletados*. Campina Grande: UFCG/CNPq, 2003.
- USGS (2006). *Topographic Mapping, United States Geological Survey*. Disponível em: <<http://egsc.usgs.gov/isb/pubs/booklets/topo/topo.html>>. Acesso em: 07 mar. 2006.