



## Uso da terra e resposta hidrossedimentológica de microbacia no semiárido<sup>1</sup>

*Land use and the hydro-sedimentological response of a watershed in a semiarid region*

Helba Araújo de Queiroz Palácio<sup>2\*</sup>, José Ailton da Silva Filho<sup>3</sup>, Eunice Maia de Andrade<sup>4</sup>,  
Julio César Neves dos Santos<sup>5</sup>, Paulilo Palácio Brasil<sup>6</sup>

**Resumo** – Na região Nordeste do Brasil, com clima semiárido e ambiente de contrastes, verifica-se lado a lado a exploração intensiva dos recursos naturais por empresas agrícolas e a agricultura e pecuária praticada por pequenos produtores como forma de garantir a subsistência. Estas explorações ocorrem na grande maioria de forma insustentável, resultando na escassez dos recursos solo e água com sérios reflexos negativos nessa região. Objetivou-se com esta pesquisa analisar a influência da ação antrópica sobre as respostas hidrossedimentológicas em microbacia experimental de escoamento efêmero no semiárido cearense durante os anos de 2009 e 2010. A área de drenagem da microbacia estudada é de 2,8 ha. No primeiro ano de estudo (2009) a área foi mantida inalterada com vegetação de caatinga nativa e no ano seguinte foi aplicado um tratamento de uso do solo comum na região, que consta de supressão da vegetação, seguida de queimada e cultivo de gramínea *Andropogon gayanus Kunt* para a produção de pastagem. A estação chuvosa de 2009 apresentou um total precipitado de 1.063 mm, sendo que 23,1% da lâmina total precipitada foi convertido em escoamento superficial, resultando em uma produção de sedimentos de 730 kg ha<sup>-1</sup>. Em 2010, devido ao menor volume de precipitação (809 mm) a lâmina total escoada correspondeu a 13,9%, mas a produção de sedimentos foi maximizada, com valor total de 2.832 kg ha<sup>-1</sup>, sendo 72% maior que a do ano anterior, demonstrando o efeito negativo do manejo aplicado.

**Palavras-chave** - Antropização-perdas de solo. Erosão. Sedimentos em suspensão. Semiárido-uso da terra.

**Abstract** - In northeastern Brazil, with its semi-arid climate and an environment full of contrasts, side by side with the intensive exploitation of the natural resources by agricultural companies, it can be seen both agricultural and livestock farming being practised by small-holders as a way of earning their living. This exploitation is generally unsustainable, resulting in a scarcity of land and water resources, and having serious negative effects on this region. The objective of this research was to analyse the influence of anthropic action on the hydro-sedimentological responses of an experimental watershed with transitory drainage, located in the semiarid region of Ceará, during the years under study of 2009 and 2010: the catchment area of the observed watershed being 2.8 ha. In 2009, the first year of the study, the native caatinga vegetation of the area was maintained unaltered; the following year a type of land use common to the region was applied, consisting of the removal of all vegetation followed by burning the land and cultivation of the grass *Andropogon gayanus Kunt* for the production of pasture. The rainy season of 2009 presented a total rainfall of 1,063 mm, 23.1% of the total precipitation being converted to surface runoff and resulting in a sediment yield of 730 kg ha<sup>-1</sup>. In 2010, due to the lower volume precipitated (809 mm), total runoff corresponded to 13.9%, but the sediment yield was maximized, with a total of 2,832 kg ha<sup>-1</sup>, this being 72% higher than in the previous year and demonstrating the negative effect of applied management.

**Key words** – Anthropic-soil loss. Erosion. Semi-arid regional land use. Suspended sediment.

\* Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 28/08/2012 aprovado em 02/12/2012.

<sup>2</sup>Licenciada em Ciências Agrícolas, Profa. Dra. IFCE, campus Iguatu-CE. Iguatu-Ce, helbaraujo23@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Mestrando em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bolsista da CAPES, ailtonjuniortid@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Enga. Agrônoma, PhD. Profa. Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, eandrade@ufc.br

<sup>5</sup>Doutorando em Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, juliocesarnds@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem IFCE, campus Iguatu-CE, Bolsista de Iniciação Tecnológica Industrial do CNPq, paulilopalacio@gmail.com

## Introdução

As regiões semiáridas cobrem aproximadamente um terço da superfície da terra e sobre elas vivem aproximadamente 20% da população mundial. Estas regiões são zonas de alta fragilidade com regime de precipitação pluviométrica de alta variabilidade espacial e temporal (ANDRADE *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2011). A região Nordeste do Brasil, em que o clima semiárido predomina, é um ambiente de contrastes, onde se verifica lado a lado a exploração intensiva dos recursos naturais por centros comerciais de agricultura e por pequenos produtores como forma de garantir a subsistência. A exploração de forma insustentável dos recursos limitados como solo e água, resulta em sua escassez, com sérios reflexos negativos para esta região (RODRIGUES, 2009; ANDRADE *et al.*, 2010).

O desmatamento indiscriminado para a exploração de novas lavouras e pastagens, aliadas à retirada de madeira para benfeitorias, lenha e carvão, e as queimadas sucessivas, com manejo inadequado do solo, tem contribuído, juntamente com as secas prolongadas, para comprometer o equilíbrio do meio ambiente da região. Assim, o uso indevido da caatinga na região semiárida brasileira tem acelerado a erosão do solo trazendo como consequências o seu empobrecimento e o assoreamento de reservatórios (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001).

A remoção da cobertura vegetal natural ou a substituição por outra cobertura possibilita a ação do impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, tornando-o suscetível ao escoamento superficial e à desagregação de partículas, ocasionando maior transporte de sedimentos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2002; GAFUR *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2007), principalmente no início da estação chuvosa. Quando o desmatamento é seguido de queimada, a situação é agravada, pois o uso do fogo, além de destruir a vegetação, consome a serapilheira e a matéria orgânica presente na camada superficial do solo. Como consequência desse manejo ocorre alteração na agregação do solo, que contribui para a redução da infiltração e do armazenamento de água causando impactos negativos no ambiente (MARTINS *et al.*, 2003; POMIANOSKI *et al.*, 2006; THOMAZ, 2009).

A erosão hídrica é a principal responsável pelas perdas de solo e atua sobre sua qualidade física. Consiste em um processo físico de desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, provocado pela ação da água das chuvas e do escoamento superficial, e acelerado pela ação antrópica (CASSOL; LIMA, 2003; INÁCIO *et al.*, 2007). A perda de água é influenciada pelas características e distribuição das precipitações, tipo de solo e sistema de manejo, que influenciam por sua vez,

a cobertura, a rugosidade e a porosidade do solo. Desta forma, uma mesma área, dependendo da cobertura vegetal pode apresentar uma elevada variabilidade espacial e temporal do coeficiente de escoamento superficial, ocasionando respostas hidrológicas diferentes, em função dos diferentes cenários (BARTLEY *et al.*, 2006; BERTOL *et al.*, 2007; GAFUR *et al.*, 2003; MELLO *et al.*, 2007).

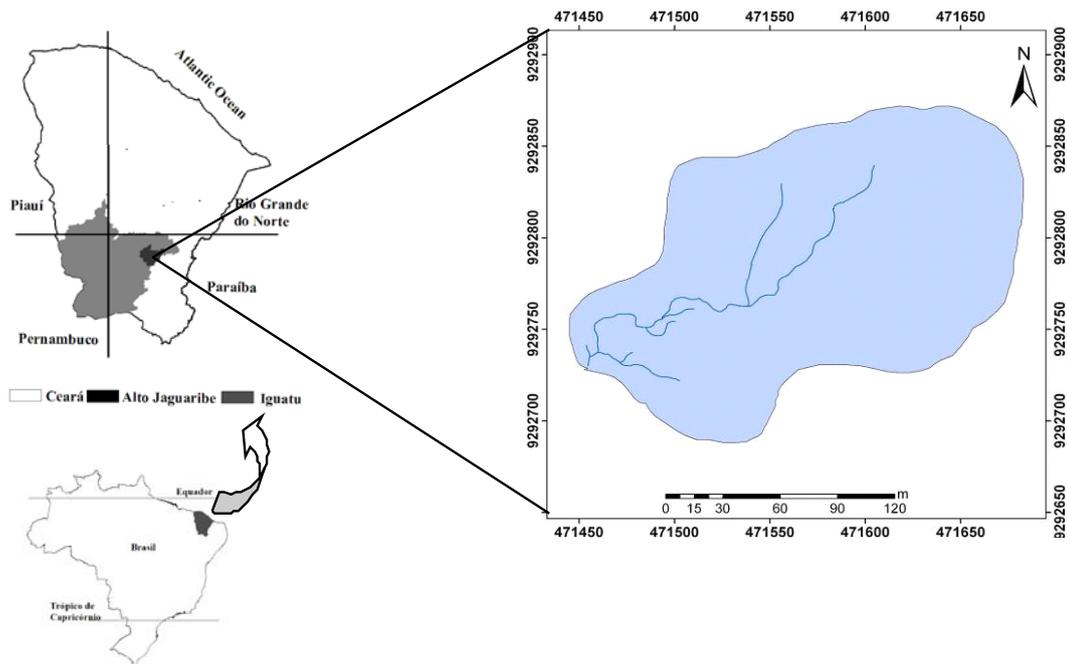
A produção de sedimentos é resultante do processo de erosão ao longo de uma bacia. A quantificação dos sedimentos gerados em uma bacia é fundamental no desenvolvimento e na adoção de técnicas eficazes de controle dos processos erosivos tornando possível determinar o grau de deterioração do solo, do assoreamento e da contaminação dos corpos hídricos (AGUIAR *et al.*, 2006).

Devido à prática constante de queima e substituição da vegetação nativa da caatinga por gramínea para a produção de pastagem, objetivou-se com esta pesquisa quantificar o impacto da mudança do uso da terra, através da remoção e queima da vegetação nativa seguida do plantio de gramínea *Andropogon gayanus* Kunt, nas perdas de solo e no comportamento hidrológico de uma microbacia.

## Material e métodos

A área de estudo está localizada na região semiárida, no Estado do Ceará e faz parte da bacia do Alto Jaguaribe, localizada na estação experimental pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Iguatu, entre as coordenadas geográficas 6°23'38" a 6°23'58" de latitude Sul e 39°15'21" a 39°15'38" de longitude Oeste (Figura 1). O clima da região é do tipo BSw'h' (Semiárido quente), de acordo com a classificação climática de Köppen, com temperatura média sempre superior a 18 °C no mês mais frio. A precipitação média histórica anual no município de Iguatu é de 867 ± 304 mm, com 85% concentradas no período de janeiro a maio e dos quais cerca de 30% só no mês de março (AGRITEMPO, 2011). A evaporação potencial média fica em torno de 1988 mm ano<sup>-1</sup>.

A área de drenagem da microbacia estudada é de 2,80 ha, tendo comprimento de 253,90 m, declividade média de 5,57%, altitude de 237 m, comprimento curso principal de 238 m, fator de forma 0,43, sinuosidade do curso principal 2,8 e tempo de concentração do escoamento 27 minutos. O solo da área de estudo foi classificado de acordo com Embrapa (2006) como Vertissolo Ebânico carbonático típico, apresentando um relevo pouco acidentado, com solos relativamente profundos. Devido ao tipo de



**Figura 1** - Localização da área em estudo no Estado do Ceará. Fonte: Elaboração própria.

argila (2:1) presente no solo da microbacia, é comum o surgimento de rachaduras na superfície nas épocas secas do ano, e encharcamento no período chuvoso, dificultando até mesmo o acesso à área.

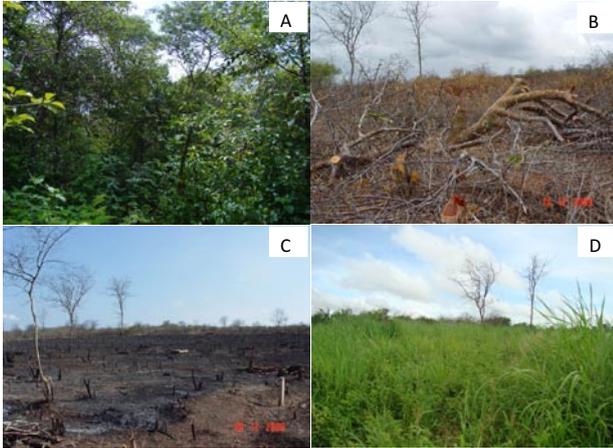
O estudo compreendeu a estação chuvosa dos anos de 2009 e 2010, sendo que no primeiro ano de estudo a vegetação de caatinga da área foi mantida inalterada. Em 2010 a área foi manejada, sendo desmatada e queimada com posterior plantio da gramínea *Andropogon gayanus* Kunt, prática bastante empregada por pecuaristas do semiárido brasileiro (Figura 2). O desmatamento e a queimada foram realizados em dezembro de 2009 e o plantio em 15/01/2010, no início da estação chuvosa.

Na área de estudo foi instalada uma estação hidrometeorológica automática, com aquisição de dados a cada cinco minutos, sendo os dados pluviométricos obtidos em pluviômetro de balança (Figura 3A) e os de escoamento superficial, em um sensor capacitivo que funciona como linígrafo de uma calha parshall, que foi

instalada no exutório da microbacia (Figura 3B). Os dados da estação eram descarregados semanalmente para o computador e feitas as devidas conversões.

A estação de coleta de amostras sedimentológicas era composta por uma torre de coleta automática de sedimentos suspensos, situada à montante da calha parshall (Figura 3C). A mesma possui garrafas de 100 mL, colocadas a cada 7,5 cm uma da outra no total de 12 e a primeira a 15 cm do leito do curso. A água foi coletada através de um tubo conectado às garrafas (Figura 3D), sendo o ar liberado pelo sistema respirador (microtubo) que possui contato com a atmosfera no topo da torre.

As amostras de água coletadas após eventos geradores de escoamento superficial, que atingissem um ponto de coleta na torre de sedimentos, foram conduzidas ao Laboratório de Água, Solos e Tecido Vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do (IFCE)-Campus Iguatu-CE onde foram efetuadas as análises da concentração de sólidos conforme metodologia descrita por APHA (1998).



**Figura 2** - Visão parcial das condições de vegetação da microbacia experimental B3, [A] vegetação nativa [B] depois do desmatamento [C] depois da queima da vegetação [D] pastagem completamente desenvolvida. Fonte: Autores.



**Figura 3** - Pluviógrafo de bascula [A] Calha parshall com sensor de nível [B], torre de coleta de sedimentos [C], disposição dos recipientes no equipamento [D]. Fonte: [A] Helba 26/04/2010, [B] e [C] Joseilson 08/05/2009 e [D] Helba 30/01/2010.

## Resultados e discussão

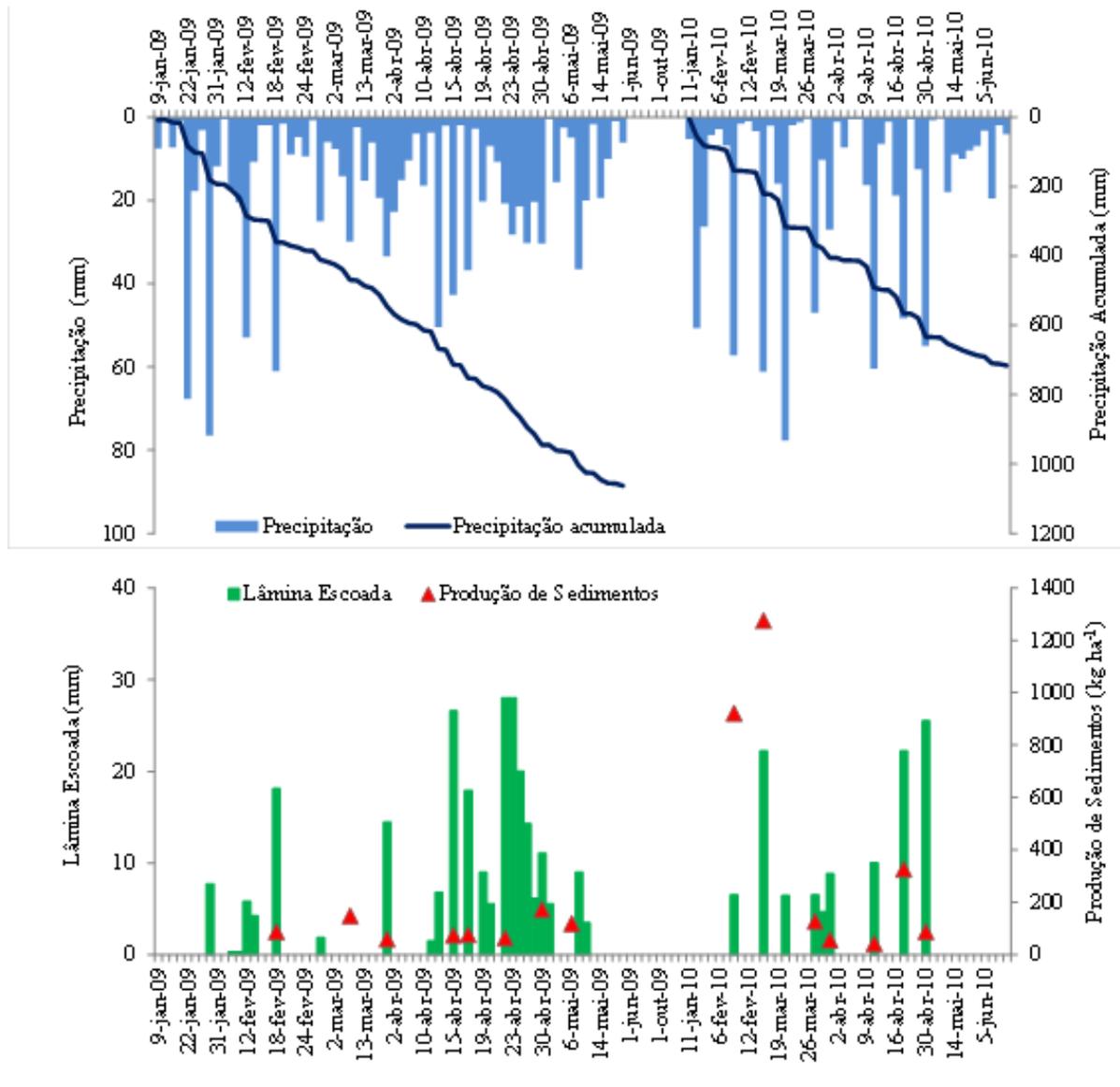
Sabendo-se que a chuva é a mais importante variável física que afeta a erosão do solo em regiões tropicais (THOMAZ, 2009) e que o fator limite do regime pluviométrico na região de estudo não é o total precipitado, mas sim a incerteza de como os eventos de chuva se processará no tempo e no espaço (ANDRADE *et al.*, 2010). Portanto, o conhecimento das suas características é essencial no entendimento do escoamento e das perdas de solo (SANTOS *et al.*, 2011). A precipitação total para o período de janeiro a junho de 2009 (estação chuvosa) foi de 1.063 mm, sendo distribuídas em um total de 64 eventos, ficando 23% acima da média anual da região (867 mm). Já para 2010, a precipitação ficou 17% abaixo da média, com valor de 717 mm distribuídas em 44 eventos (Figura 4A).

No ano de 2009 os eventos de maior altura pluviométrica ocorreram logo no início da estação chuvosa, sendo o maior evento (76 mm) registrado no dia 30-jan-09, embora se verifique uma maior concentração das chuvas no período de 19-mar-09 a 05-mai-09, com abril apresentando 21 eventos chuvosos do total de 65, totalizando 399 mm precipitados.

Já no ano de 2010, que apresentou um menor número de eventos (45), observa-se que houve um longo intervalo de tempo de eventos com altura pluviométrica inferior a 16 mm, entre 16-fev-10 e 20-mar-10, caracterizando assim um veranico de trinta e quatro dias, com apenas 20 mm precipitados. O evento de maior altura pluviométrica ocorreu no dia 21-mar-10 (78 mm). Este comportamento confirma as constatações de Andrade *et al.*, (2010) que caracterizou as precipitações do nordeste como muito intensas, em curto período de tempo, com máxima em março-abril, sem que apresente uma periodicidade de ocorrência bem definida, ou seja, uma alta variação de distribuição temporal e espacial.

Os eventos pluviométricos maiores que 40 mm foram menos frequentes, constituindo apenas 6% e 8% dos eventos para os anos de 2009 e 2010, respectivamente. Essas respostas são características das regiões semiáridas do Nordeste brasileiro (MARTINS *et al.*, 2003).

Embora no ano de 2010, o solo já não apresentasse a cobertura natural (caatinga) as lâminas escoadas para o ano de 2009 foram superiores as registradas no ano de 2010 (Figura 4B), sendo esse comportamento atribuído à irregularidades das precipitações ocorridas no período e, conseqüentemente às condições de umidade antecedente do solo. A influência da umidade do solo nas lâminas escoadas também foi constatada por Bertol *et al.* (2007). No ano de 2009, que apresentou 23 eventos com escoamento e 15 dias consecutivos com eventos chuvosos,



**Figura 4** - Comparativo hidrológico para os anos de 2009 e 2010 sobre os parâmetros: precipitação, e precipitação acumulada [A], lâmina escoada e produção de sedimentos [B].

a lâmina total escoada foi de 246 mm, correspondendo a 23,1% da lâmina total precipitada. Já em 2010 a lâmina total escoada foi de 113 mm, correspondendo a 15,7% da lâmina total precipitada. A menor lâmina escoada em 2010 foi devido à menor quantidade de eventos pluviométricos e 18 dias consecutivos sem eventos pluviométricos, o que proporcionou uma baixa umidade do solo no período chuvoso e em consequência apenas 9 eventos de precipitação resultaram em escoamento superficial. Estes resultados estão dentro da amplitude de escoamento encontrada por pesquisadores como Bartley *et al.* (2006) em estudos de escoamento superficial em microbacias. Observou-se que devido à menor lâmina

precipitada em 2010 não ocorreu a mudança esperada nos processos hidrológicos em microbacias, ocasionadas por desmatamento em áreas de vegetação nativa, como já registrado por Mello *et al.* (2007).

O mês de abril apresentou uma concentração dos eventos de escoamento para o ano de 2009 e 2010 (Figura 4b), como uma consequência natural do regime pluviométrico (ANDRADE *et al.*, 2010) da região. Para o mês de abril do primeiro ano de estudo ocorreram 12 eventos de escoamento e 8 deles foram superiores a 10 mm, já no segundo ano ocorreram apenas 3 eventos e todos eles acima de 10 mm.

Com relação ao manejo com remoção da vegetação, esperava-se que, com a redução da rugosidade da superfície e das barreiras que dissipam a energia do fluxo, o escoamento de 2010 fosse superior ao registrado em 2009. Porém, devido ao baixo volume precipitado e à irregularidade na distribuição das precipitações (veranicos), esse fato não foi verificado, expressando o domínio do regime pluviométrico sobre o processo de escoamento. Com isso, o escoamento na microbacia plantada com *Andropogon gayanus* Kunt foi 54% menor em 2010, que no ano de 2009, quando ainda existia a vegetação da caatinga nativa. Este baixo escoamento está relacionado à baixa umidade do solo, ocasionada pelos veranicos ocorridos na estação chuvosa, pois o capim não tinha se desenvolvido o suficiente para cobrir totalmente a superfície, demonstrando que o volume precipitado e a umidade do solo anterior ao evento são fatores determinantes nos eventos de escoamento. Estudos conduzidos por Santos *et al.* (2007) mostraram o mesmo comportamento no escoamento, por consequência da irregularidade temporal e espacial das chuvas na região semiárida.

Os sedimentos produzidos atingiram valores de 790 e 2.832 kg ha<sup>-1</sup>, para precipitações anuais de 1.063 mm e 809 mm nos anos de 2009 e 2010, respectivamente (Tabela 1). A produção de sedimentos foi maior em 2010 mesmo tendo sido registradas menores lâminas precipitadas e uma redução de 54% na lâmina escoada neste ano, quando comparada ao ano de 2009. Este fato deixa clara a influência do manejo no processo erosivo (desagregação, transporte e deposição de sedimentos) da microbacia estudada. Comportamento semelhante já foi registrado em outras áreas após a aplicação de queimadas (THOMAZ, 2009; GAFUR *et al.*, 2003; ALBUQUERQUE *et al.*, 2002; ALBUQUERQUE *et al.*, 2001).

No ano de 2010 mesmo tendo ocorrido uma redução de (54%) no total escoado, quando comparada ao ano de 2009, foi registrado um aumento de (258%) no total de sedimentos produzidos pela microbacia. Este fato ocorreu em função do manejo aplicado na área. As maiores produções de sedimentos foram registradas nos primeiros eventos de escoamentos, época em que o solo se encontrava descoberto, pois o desenvolvimento da gramínea ainda estava na fase inicial. A importância da cobertura vegetal na redução dos sedimentos produzidos foi constatada por Lobato *et al.* (2009), Aguiar *et al.* (2006) e Mello *et al.* (2003), estudando diferentes formas de cultivos. Já Pomianoski *et al.* (2006) estudando bacias em sistemas agroflorestais, em clima subtropical úmido, constatou que o manejo da vegetação sem utilização do fogo proporcionou uma redução de 79,4% da perda de solo, quando comparado com a utilização do fogo no manejo.

Observou-se, nos valores de produção de sedimentos para o mês de fevereiro de 2010 (Tabela 1), que houve uma maior magnitude, quando comparado com 2009. Este fato se deve ao novo uso da terra aplicado na área para este ano. A retirada da vegetação com queima, além de reduzir drasticamente a matéria orgânica do solo, expôs o mesmo à ação direta do impacto da gota da chuva e à maior velocidade do escoamento superficial (agentes da erosão) e logo nos primeiros eventos de escoamento ocorreram as maiores perdas de sedimentos. No ano de 2009 as maiores produções de sedimentos ocorreram quando houve uma maior elevação da umidade do solo e maiores lâminas escoadas (mês de abril).

Avaliando-se o comportamento dos sedimentos produzidos interanual, observa-se que os maiores valores mensais, para o ano de 2009, ocorreram em março e abril. Essas maiores perdas para os referidos meses estão associadas à concentração das maiores alturas precipitadas,

**Tabela 1** – Precipitação mensal, lâmina escoada e sedimentos produzidos na bacia experimental em Iguatu-CE, nos anos de 2009 e 2010

Mês	2009			2010		
	Precipitação (mm)	Escoamento (mm)	Sedimento (kg ha <sup>-1</sup> )	Precipitação (mm)	Escoamento (mm)	Sedimento (kg ha <sup>-1</sup> )
Jan	193,3	7,7	4,0	86,7	0,0	0,0
Fev	217,7	30,7	14,1	135,7	28,7	2196,6
Mar	134,4	14,5	10,8	183,9	26,4	181,8
Abr	398,9	174,9	43,9	229,2	57,7	454,1
Mai	118,3	18,1	15,3	46,1	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	35,8	0,0	0,0
Total	1062,6	245,8	-	717,4	112,8	2832,5

o que elevou a umidade do solo, propiciando aumento no escoamento e na produção de sedimentos (SANTOS *et al.*, 2011). Outro autor que também constatou este comportamento foi Rodrigues (2009) em estudos com microbacias, ressaltando que além das características da precipitação e condições de umidade do solo, a maior produção de sedimentos tem também contribuição da concentração dos eventos no tempo.

Para os eventos ocorridos nos meses de março, abril e maio de 2010, observou-se uma redução na produção de sedimentos quando comparados com os eventos de fevereiro (Tabela 1). Essa menor perda de solo se deve ao desenvolvimento da gramínea que promoveu uma maior proteção do solo contra o impacto da gota das chuvas sobre o solo. Os dados mostram, também, que a lâmina escoada nos meses de março e abril foi superior à de fevereiro, além de haver uma redução na produção de sedimentos de 92 e 79%, respectivamente. O efeito protetor para o solo pela cobertura vegetal rasteira já foi constatado por outros pesquisadores (RODRIGUES, 2009; AGUIAR *et al.*, 2006; MELLO *et al.*, 2003).

O ano de 2010 caracterizou-se por apresentar uma grande variação nos picos de produção de sedimentos. Aproximadamente 50% da produção de sedimentos ocorreu em dois eventos (10 e 15 de fevereiro), devido ao efeito do fogo, que ao queimar toda a cobertura vegetal, deixou o mesmo totalmente exposto a ação do agente erosivo da chuva (Figura 4). A desagregação é definida como a liberação de partículas dos agregados e, é provocada especialmente pelo impacto das gotas da chuva diretamente sobre a superfície do solo que, uma vez desprendidas, podem permanecer próximas ao agregado ou serem transportadas (CARVALHO *et al.*, 2002). Este fato está associado à queima da vegetação existente e à exposição do solo aos impactos da chuva, pois a pastagem plantada na microbacia ainda não estava completamente desenvolvida. Segundo Albuquerque *et al.* (2002) a elevada produção de sedimentos no início do período chuvoso é um indicador de que se deve tomar medidas preventivas neste período do ano para proteger o solo da erosão hídrica, visto que, as maiores perdas de solo ocorrem durante estes meses.

Já para o ano de 2009, Considerando os eventos individualmente, observou-se uma uniformidade na produção de sedimentos, sem ocorrência de picos elevados como foi constatado no ano de 2010 (Figura 4), deixando clara a importância da cobertura vegetal na atenuação da produção de sedimentos (RODRIGUES, 2009). O efeito protetor do solo proporcionado pela vegetação também foi constatado por Martins *et al.* (2003), estudando parcelas com diferentes manejos do solo, que observou as menores perdas de solo no sistema com mata nativa.

Comparando os eventos de produção de sedimentos individualmente, destaca-se o ocorrido em 15 de fevereiro de 2010, responsável por uma lâmina escoada de 22 mm e uma produção de sedimento 1.275 kg ha<sup>-1</sup> com uma precipitação de 61 mm, sendo o evento de maior produção de sedimentos para esse ano. Já para o evento de escoamento do dia 19 de abril de 2010, quando o solo já apresentava-se parcialmente coberto pela gramínea *Andropogon gayanus* Kunt, uma lâmina escoada 22 mm gerou 326 kg ha<sup>-1</sup> de sedimentos,, demonstrando assim a influência da ação do manejo no processo de produção de sedimentos. Segundo Martins *et al.* (2003), a variação na quantidade de sedimentos produzidos, proporcionada por eventos de precipitação com mesma lâmina, é atribuída à intensidade da chuva, cobertura vegetal e umidade antecedente do solo na ocasião dos eventos. Estudos realizados por Rodrigues (2009) em microbacias experimentais de áreas adjacentes a este estudo constataram que a variabilidade ocorreu como consequência da proteção do solo promovida pelo rebrota da vegetação ao longo da quadra chuvosa e também devido a “limpeza” dos sedimentos dispersos feita pelos eventos anteriores.

## Conclusões

O manejo do solo com desmatamento, queima e plantio de *Andropogon gayanus* Kunt modificou as respostas hidrossedimentológicas da microbacia, proporcionando aumento nas perdas de solo em dois anos de estudo;

As maiores perdas de solo ocorreram nos primeiros eventos e não no período de maiores lâminas precipitadas, expressando o efeito da cobertura vegetal no controle do processo erosivo;

Lâmina escoada apresenta uma maior dependência da concentração dos eventos pluviométricos do que da lâmina precipitada, expressando o efeito da umidade antecedente sobre a resposta hidrológica da bacia hidrográfica.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao projeto PELD- sítio 16.

## Literatura científica citada

AGRITEMPO - Sistema de monitoramento agrometeorológico. Dados meteorológicos - Iguatu (INMET), dados históricos. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>. Acesso em: 16 de maio de 2011.

- AGUIAR, M. I.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.
- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um luvissole em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 121-128, 2001.
- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 136-141, 2002.
- ANDRADE, E. M.; PEREIRA, OSMAR, J.; DANTAS, ROCHA, F. E.; Semiárido e o manejo dos recursos naturais. 1. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária - UFC, 2010, v. 1, 396 p.
- APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20.ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1998. 1220p.
- BARTLEY, R.; ROTH, C. H.; LUDWIG, J.; MACJANNET, D.; LIEDLOFF, A.; CORFIELD, J.; HAWDON, A.; ABBOTT, B. Runoff and erosion from Australian's tropical semi-arid rangelands: influence of ground cover for differing space and time scale. **Hydrological Processes**, v. 20, p. 3317-3333, 2006.
- BERTOL, I.; COGO, N. P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J. C.; AMARAL, A. J. Aspestos financeiros relacionados as perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 133-142, 2007.
- CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; CRUZ, E. S.; CEDDIA, M. B.; LANA, A. M. Q. Perda de solo e água em um Argissolo Vermelho Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 385-389, 2002.
- CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 117-124, 2003.
- EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro. 2ª ed., 2006, 306 p.
- GAFUR, A.; JENSEN, J. R.; BORGGAARD, O. K.; Petersen, L. Runoff and losses of soil and nutrients from small watersheds under shifting cultivation (Jhum) in the Chittagong Hill Tracts of Bangladesh. **Journal of Hydrology**, v. 274, p. 30-46, 2003.
- INÁCIO, E. S. B.; CANTALICE, J. R. B.; NACIF, P. G. S.; ARAUJO, Q. R.; BARRETO, A. C. Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na microbacia do Ribeirão Salomea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 355-360, 2007.
- LOBATO, F. A. O.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SANTOS, J. C. N.; LOPES, J. F. B. Perda de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas. **Revista Agro@ambiente**, v. 3, n. 2, p. 65-71, 2009.
- MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FONSECA, S.; MARQUES, J. J. G. S. M. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz (ES). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, p. 395-403, 2003.
- MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, A. M.; Simulação do deflúvio e vazão de pico em microbacia hidrográfica com escoamento efêmero. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, 2007.
- MELLO, E. L.; BERTOL, I.; ZAPAROLLI, A. L. V.; CARRAFA, M. R. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um nitossolo háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, n. 5, p. 901-909, 2003.
- POMIANOSKI, D. J. W.; DEDECEK, R. A.; VILCAHUAMAN, L. J. M. Efeito do Fogo nas características químicas e biológicas do solo no sistema agroflorestal da bracatinga. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 52, p. 93-118, 2006.
- RODRIGUES, J. O. **O uso da terra e a resposta hidrológica em pequenas bacias hidrográficas de regiões semiáridas**, 2009. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará.
- SANTOS, C. A.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. S. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semiárido da Paraíba. **Revista Okara: Geografia em debate**, v. 1, n. 1, p. 1-152, 2007.
- SANTOS, J. C. N.; PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; ARAÚJO NETO, J. R. Runoff and soil and nutrient losses in semiarid uncultivated fields. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 813-820, 2011.
- THOMAZ, E. L. The influence of traditional steep land agricultural practices on runoff and soil loss. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 130, p. 23-30, 2009.