

**INFLUÊNCIA DO MANEJO DA VEGETAÇÃO EM MICROBACIAS
HIDROGRÁFICAS E SUAS RESPOSTAS HIDROSEDIMENTOLÓGICAS**

Marcos Makeison Moreira de **SOUSA**

Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem pelo Instituto Federal do Ceará –
Campus Iguatu.
makeisonmoreira14@gmail.com

Jacques Carvalho **RIBEIRO FILHO**

Mestrando no programa de pós-graduação em manejo do solo e água, PPGMSA.
jacquesfilho1@hotmail.com;
Júlio César Neves dos **SANTOS**

Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará, Brasil(2015) Tec.
em Hidrologia Universidade Federal de Campina Grande -UFCG – Paraíba.
juliocesarnds@yahoo.com.br

José Bandeira **BRASIL**

Mestrando em Engenharia Agrícola no Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC.
josebbrasil@gmail.com

Francisco Johnson Albuquerque **BATISTA**

Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem pelo Instituto Federal do Ceará –
Campus Iguatu.
franciscojhonsonwar@gmail.com

RESUMO: Dados e informações básicas sobre os processos relacionados com a produção de sedimentos e as influências do manejo da vegetação são escassos em regiões semiáridas. Neste sentido, este trabalho objetivou analisar as relações das características das chuvas (altura, intensidade e erosividade) na geração de escoamento e nas produções de sedimentos em dois diferentes manejos da vegetação em pequenas microbacias no semiárido. A primeira microbacia apresenta vegetação conservada há mais de 40 anos, a segunda passou pelo raleamento das árvores com diâmetro maior que 10 cm. Foram monitorados eventos

pluviométricos, escoamento superficial e produção de sedimentos do ano de 2010 a 2015. Para monitorar os eventos de precipitação utilizou-se de pluviômetros do tipo Ville de Paris e pluviógrafos. Para o escoamento superficial, foram instaladas calhas Parshall. No trecho, também foram instalados fossos e torres para coleta de sedimentos em arraste e suspensão, respectivamente. Ao todo foram registrados 200 eventos pluviométricos, sendo que apenas 23 e 18 eventos produziram sedimentos nas frações de arraste e suspensão nas microbacias caatinga nativa e caatinga raleada, respectivamente. O manejo do raleamento proporcionou uma redução de 53,46% na produção de sedimentos, mostrando que este manejo protege o solo do impacto das gotas de chuva.

Palavras-chave: caatinga; produção de sedimentos; precipitação efetiva.

INFLUENCE OF THE VEGETATION MANAGEMENT IN SUB-BASINS AND THEIR HYDROSEDIMENTOLOGICAL RESPONSES

Abstract: Data and basic information about the processes related to sediment production and the influence of weed control are scarce in semi-arid regions. Thus, this study aimed to analyze the relationship of the characteristics of rainfall (height, intensity and erosivity) in the generation of runoff and the sediment production in two different managements of vegetation in small watersheds in the semiarid region. The first watershed features are conserved vegetation 40, passed through the second thinning of trees with diameter greater than 10 cm. events were monitored rainfall, runoff and production of the year 2010 to 2015. To monitor sediment precipitation events made use of rain gauges Ville kind of Paris and pluviographs. For the runoff, Parshall rails were installed. Also, moats and towers were installed to collect sediment drag and suspension respectively. Altogether 200 were recorded rainfall events that 23:18 events produced sediments in fractions of drag and suspension in the native caatinga catchments and thinned caatinga, respectively. The management of sleaze provided a reduction of 53.46% in the production of sediment, showing that this management protects the soil from the impact of raindrops.

Key words: dry forest; sediment yield; effective precipitation.

INTRODUÇÃO

O escoamento superficial e a erosão do solo representam um dos problemas mais sérios em todo o mundo, devido ao seu impacto sobre a produção agrícola sustentável, bem como na preservação do meio ambiente (GASPAR *et al.*, 2013). Processos relacionados a geração de escoamento superficial e a erosão são afetados por muitos fatores, mas entre esses fatores, a precipitação e o uso do solo são os dois mais impactantes (WEI *et al.*, 2007). A erosão dos solos por via hídrica, e conseqüentemente a produção de sedimentos, tem sido objeto de preocupação crescente em todas as situações relativas à gestão do uso do solo e da água (PARANHOS; PAIVA, 2008).

A intensificação da ação antrópica sobre o uso do solo no semiárido brasileiro tem gerado a degradação do solo, dos recursos hídricos, remoção da vegetação e perda da biodiversidade, que somados aos fatores climáticos podem resultar em modificações significativas dos processos hidrológicos, notadamente no processo chuva-deflúvio-produção de sedimentos (ARAÚJO NETO *et al.*, 2013). Para Gaspar *et al.* (2013), quantificar as taxas de erosão do solo é o primeiro requisito para enfrentar a ameaça ambiental provocada pela perda de solo produtivo. Contudo, a obtenção de dados em regiões semiáridas é dificultada pela alta variabilidade e falta de conhecimento das características físicas das chuvas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005; PALÁCIO, 2011).

O estudo das respostas hidrossedimentológicas em bacias hidrográficas sofre forte influência da cobertura vegetal (Garcia- Ruiz *et al.*, 2008; Muñoz-Robles *et al.*, 2011). Francisco *et al.* (2013), destacam em seu estudo que a cobertura vegetal tem efeito marcante na degradação ambiental relacionado à erosão. A cobertura vegetal desempenha papel importante no comportamento hidrológico de bacias hidrográficas, melhorando as condições de infiltração da água no solo, reduzindo os volumes escoados superficialmente e, conseqüentemente, mantendo as perdas de solo por erosão em níveis aceitáveis, assim demonstrado por Arnáez *et al.* (2015). Partindo do pressuposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o manejo da vegetação de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro e suas respostas nas perdas de água e produção de sedimentos nas frações de arraste e suspensão. de bacias hidrográficas e suas respostas hidrossedimentológicas no semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é composta por duas microbacias com uso da terra distinto (cobertura vegetal nativa e raleada¹), localizadas no Semiárido Cearense, na sub-bacia do Alto Jaguaribe. A área experimental pertence ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *Campus Iguatu*, entre as coordenadas geográficas 6°23'38'' e 6°23'58'' S e 39°15'21'' e 39°15'38'' W, com altitude média de 217,8 m (Figura 1). Os primeiros estudos na área foram realizados no ano de 2008, bem como sua caracterização morfométricas descrita por Alves (2009).

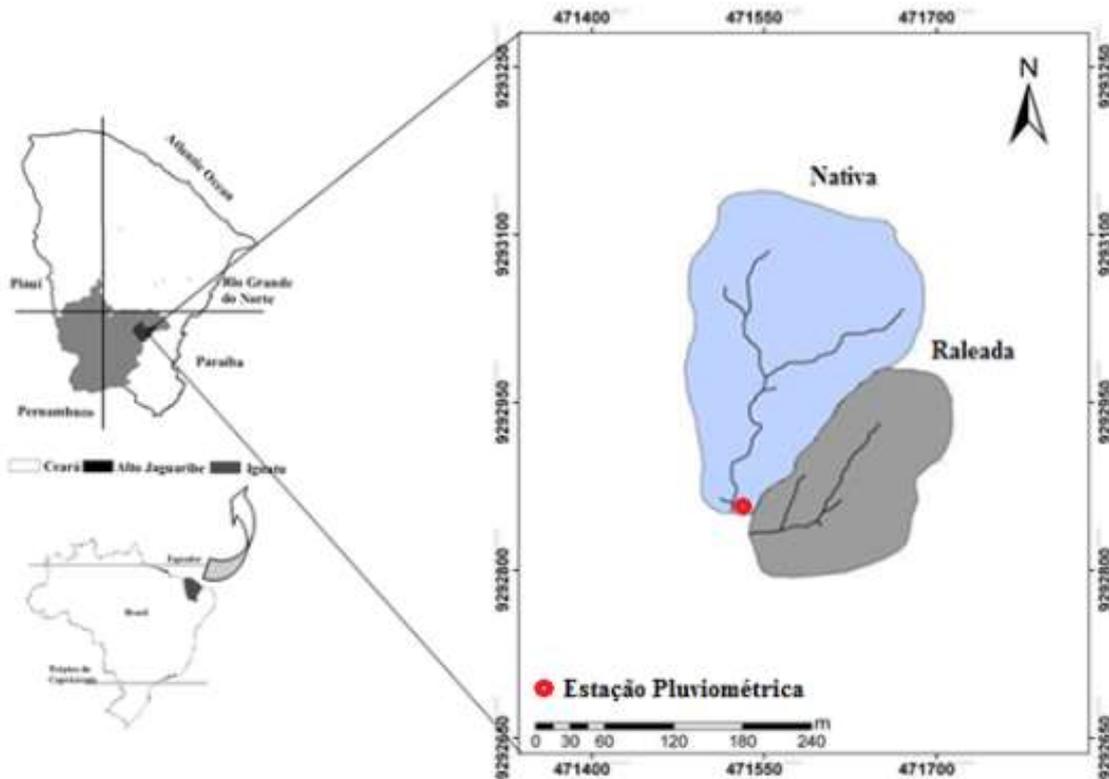


Figura 1 - Localização das microbacias experimentais no município de Iguatu, Ceará. Fonte: Próprio autor.

O clima da região é do tipo BSw'h' de acordo com a classificação climática de Köppen², com temperatura média mensal sempre superior a 18 °C no mês mais frio. O solo da área experimental é classificado como Vertissolo Ebânico Carbonático Típico de acordo com a classificação da Embrapa (2006). A rede de drenagem das microbacias é formada por

¹ raleamento é a retirada de parte da vegetação para permitir a maior penetração de luz e favorecer o desenvolvimento da vegetação herbácea.

² Semiárido quente

curso d'água de 1ª e 2ª ordem, segundo a classificação de Strahler³. A Tabela 1 apresenta a classificação morfométricas das microbacias estudadas.

Tabela 1 – Classificação morfométricas das microbacias estudadas

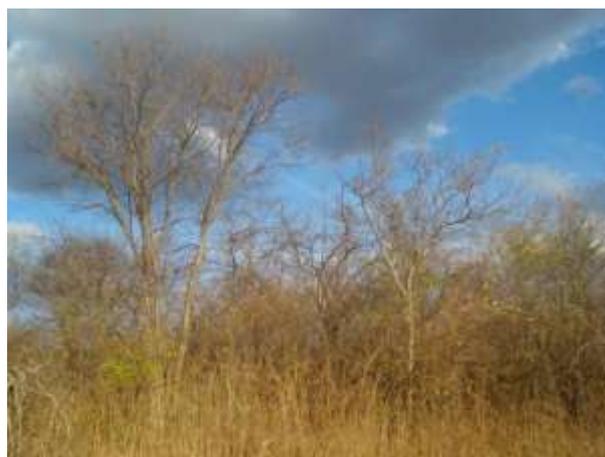
Características	Microbacia		Unid.
	Nativa	Raleada	
Área	2,06	1,15	ha
Perímetro	594,50	478,35	m
Comprimento do talvegue	183,87	120,54	m
Comprimento do curso principal	252,11	147,18	m
Comprimento da bacia	204,4	188,17	m
Declividade média da bacia	10,59	8,72	%
Fator de forma	0,49	0,32	-
Coefficiente de compacidade	1,16	1,25	-
Tempo de concentração	33,80	20,00	min
Sinuosidade do curso principal	1,40	1,20	-

Fonte: Alves (2008)

A primeira área de estudo (Figura 1 A e B), não passou por nenhuma alteração em sua vegetação há pelo menos 40 anos, conforme relato dos moradores das áreas próximas. Esta microbacia será tratada como testemunha da condição natural de uma área de Caatinga nativa.



(A)



(B)

Figura 2 – Microbacia experimental com Caatinga – Vegetação nativa: (A) período chuvoso e (B) período seco. Fonte: Andrade et al, 2010.

³ áreas de nascentes

A segunda área em estudo, passou pelo tratamento de raleamento da Caatinga para produção de pastagem natural (Figura 3A), prática essa, que é sugerida pelos órgãos de pesquisa para ser utilizada por pequenos agricultores do semiárido brasileiro (PALÁCIO, 2011). Este tratamento foi aplicado com propósito de verificar a influência da prática de raleamento na caatinga sobre os processos de geração de escoamento superficial, erosão hídrica e produção de sedimentos. Foram mantidas na área as espécies vegetais com diâmetro igual ou superior a 10 cm, e espécies de crescimento herbáceo. Torna-se importante salientar, também, que parte da vegetação cortada ficou sobre o solo (Figura 3B), servindo como fonte adicional de matéria orgânica ao solo. O tratamento foi aplicado no início de novembro de 2008 e as manutenções foram feitas nos meses de dezembro de 2010 e dezembro de 2012.



(A)



(B)

Figura 3 – Microbacia experimental com Caatinga – Raleada (A) período chuvoso e (B) período seco. Fonte: Andrade et al, 2010.

O estudo foi realizado do ano de 2010 a 2015, excetuando-se o ano de 2014, em que não foi possível realizar o monitoramento, em virtude de falhas técnicas que inviabilizaram a operação. Os dados pluviométricos foram obtidos em uma estação meteorológica automatizada instalada na área de estudo, a qual contém um pluviógrafo de báscula, com aquisição de dados a cada cinco minutos.

Para o monitoramento do escoamento superficial foram instaladas, no exutório das microbacias, calhas Parshall (Figura 4 a) equipadas com sensores para medir a elevação do nível do escoamento, com a aquisição a cada cinco minutos.

Para monitorar a produção de sedimentos, à montante das calhas, foram instalados fossos (Figura 4 b) com capacidade de 180 litros, para coleta de sedimentos de arraste no leito do curso, e uma torre (Figura 4 c), para coleta de sedimentos em suspensão. A torre de coleta

automática de sedimentos de ramo ascendente possui garrafas de 100 mL dispostas a cada 7,5 cm sendo que a primeira garrafa encontra-se a 15 cm do solo. As análises das concentrações de sólidos totais foram realizadas posteriormente no Laboratório de Água, Solos e Tecido Vegetal do IFCE – Campus Iguatu, seguindo a metodologia padrão para análise de sedimentos em arraste e suspensão descrita por APHA (2005).



Figura 4– Calha Parshall (a), fosso para coleta de sedimento de arraste (b) e torre de coleta de sedimentos suspensos (c)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo (2010-2015) apenas 2011 apresentou pluviosidade acima da média histórica com $1.416,8 \text{ mm ano}^{-1}$. Os demais anos apresentaram valores abaixo da média histórica, 2010 com $717,4 \text{ mm}$, 2012 com $807,5 \text{ mm}$, 2013 com 755 mm e 2015 com $518,4 \text{ mm}$ (Tabela 2). Do total de 200 eventos de precipitação pluviométrica registrados nas microbacias, 40 eventos registraram precipitação efetiva (Pe), sendo apenas 23 eventos geradores de produção de sedimentos nas frações arraste e suspensão na microbacia Caatinga Nativa, já na microbacia Caatinga Raleada, 25 eventos apresentaram Pe e foram registrados 18 eventos produtores de sedimentos.

Tabela 2 – Síntese hidrosedimentológica para o período de estudo

Microbacia	Ano	PPT (mm)	Nº de eventos PPT	Nº de eventos com Pe	Nº de eventos com prod. de Sedimentos	Prod. de Sedimentos (kg ha)
Caatinga Nativa	2010	717,4	45	7	2	186,7
	2011	1416,8	58	19	12	3372,2
	2012	807,5	34	10	5	1175,9
	2013	755,0	34	2	2	149,5
	2015	518,4	29	2	2	7,2
	Total	4215,1	200	40	23	4873,5
Caatinga Raleada	2010	717,4	45	5	1	15,4
	2011	1416,8	58	13	12	2193,6
	2012	807,5	34	4	1	0,3
	2013	755,0	34	2	2	55,7
	2015	518,4	29	1	1	2,8
	Total	4215,1	200	25	18	2267,7

PPT – Precipitação Pluviométrica; Pe – Precipitação efetiva.

Esse comportamento nas respostas hidrológicas das microbacias com vegetação nativa e raleada mostra claramente o papel da cobertura vegetal na retenção da água no solo e a minimização das perdas de água por escoamento superficial, resultado este que demonstra que a cobertura vegetal é um fator chave sobre a redução da lâmina escoada, corroborando com resultados de Garcia-Ruiz *et al.* (2008) e Muñoz-Robles *et al.* (2011), que verificaram a importância da vegetação sobre o deflúvio em bacias hidrográficas.

Analisando-se as produções de sedimentos em suas frações, observa-se que na microbacia Caatinga Nativa a fração de arraste foi superior à produção em suspensão em quase todos os eventos, com exceção para dois eventos que ocorreram no ano de 2015 (Figura 5). Esses eventos se caracterizaram por uma baixa altura de Pe, não ultrapassando os 1,5 mm, não sendo capaz de alcançar o nível para que fosse possível ser coletado pelas garrafas instaladas para a coleta de solo em suspensão. Gaspar *et al.* (2013) em seu estudo evidenciaram a redistribuição de sedimentos após eventos de precipitação efetiva.

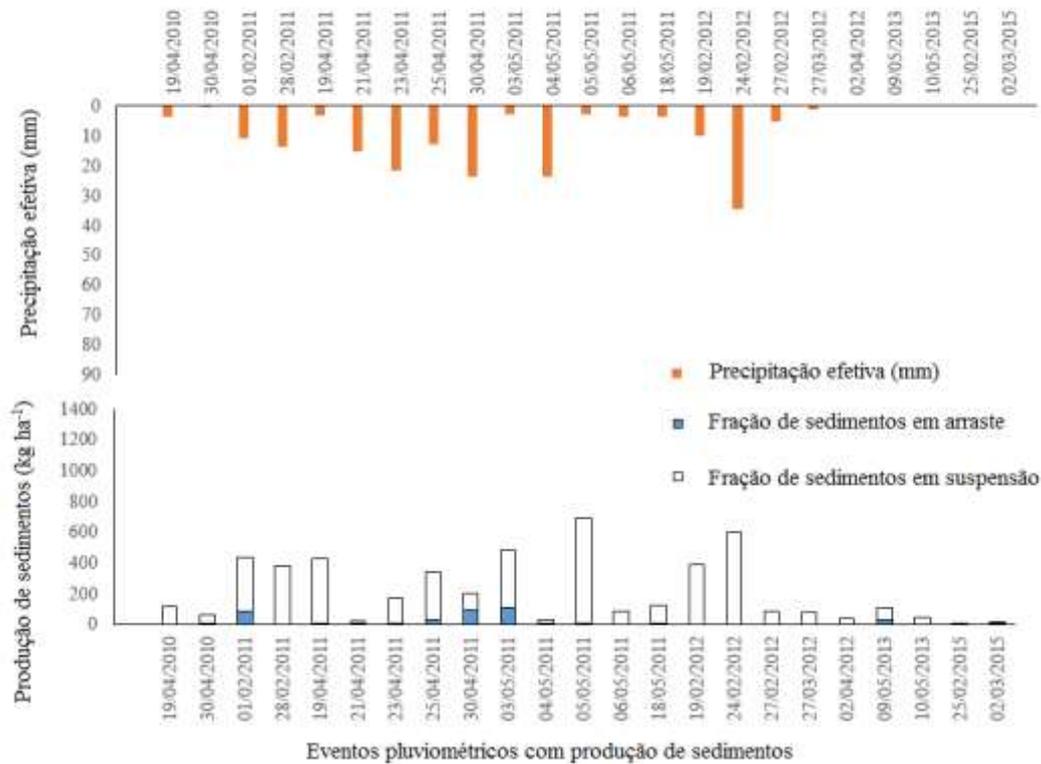


Figura 5 – Precipitação efetiva (Pe) e eventos pluviométricos que geraram produção de sedimentos na microbacia Caatinga Nativa durante o período de 2010 a 2015

Observa-se ainda que a maior produção de sedimentos ocorreu no dia 05-05-11, evento esse que registrou a maior Pe, com 34,5mm, embora a perda de solo tenha tendido a aumentar progressivamente conforme a Pe. Estudos feitos por Palácio (2011), evidenciaram que não há correlação significativa entre Pe e produção de sedimentos, porém há naturalmente uma tendência positiva de aumento das perdas de solo com incremento da Pe. Analisando-se todos os eventos, nota-se que da produção total de sedimentos, 92,4 % está em suspensão. Wiegand (2009) estudando a produção de sedimentos na Bacia do Alto Jaguaribe (20.670 km²), constatou que 21% da produção de sedimentos é transportado por arraste.

Quando se avalia a produção de sedimentos e suas frações, suspensão e arraste da microbacia Caatinga Raleada (Figura 6), nota-se que apenas no evento do dia 23-04-11 a produção de arraste foi superior à fração em suspensão, esse evento apresentava uma precipitação acumulada de 5 dias dos eventos que produziram sedimentos naquela área. No entanto, há grande variabilidade na composição do solo (rugosidade, infiltração, umidade,

etc), mesmo em pequenas bacias, gerando um complexo sistema, tornando o prenúncio da resposta do solo às precipitações um grande desafio (WILLIAMS, 2011). Das microbacias estudadas, a maior fração de produção por arraste foi encontrada na de caatinga raleada, sendo 25% da produção por arraste e 75% em suspensão.

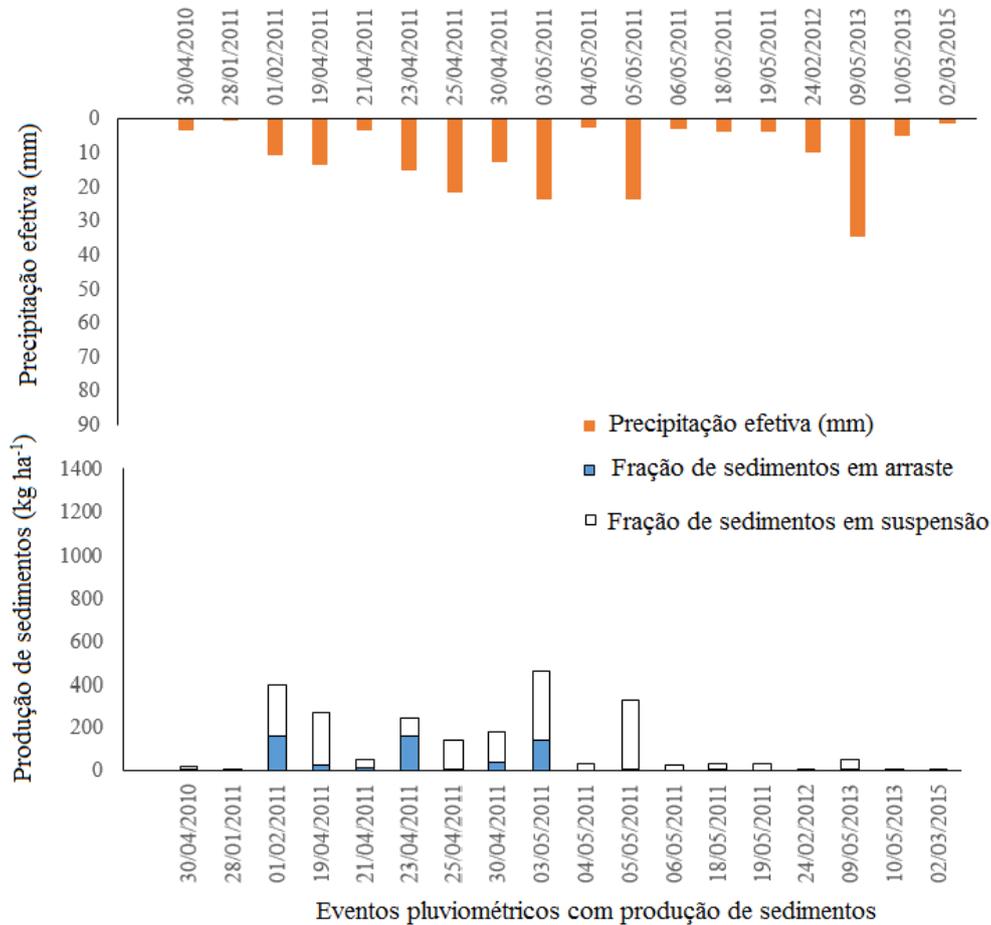


Figura 6 – Precipitação efetiva (Pe) e eventos pluviométricos que geraram produção de sedimentos na microbacia Caatinga Raleada durante o período de 2010 a 2015

Nota-se ainda que o manejo do raleamento foi o que menos produziu sedimentos durante o período estudado (2.267,7 kg ha⁻¹), quando comparado com a microbacia Caatinga Nativa (4.873,5 kg ha⁻¹). Essa maior fração de sedimentos em arraste e menor produção de sedimentos, quando comparado com a microbacia Caatinga Nativa estão diretamente influenciadas pelo manejo, que fez com que o estrato herbáceo aumentasse e promovesse maior infiltração de água, proporcionando menos geração de Pe (ARAÚJO NETO *et al.*, 2013; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2014) ou lâminas menores. Desta forma, acarretou diminuição nas produções de sedimentos em suspensão, conseqüentemente, na produção total. Francisco

et al. (2013), em seus estudos na Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, no semiárido paraibano, observaram que solos expostos proporcionam maior vulnerabilidade, enquanto em vegetação mais densa essa vulnerabilidade é muito baixa. Comportamento semelhante em vegetações mais densas e em solo exposto também foram observadas por Albuquerque *et al.* (2005), estudando a erosão em parcelas em Sumé-PB.

CONCLUSÃO

Comparando as duas bacias monitoradas, o manejo do raleamento proporcionou uma redução de 37,5 % nos eventos de precipitação efetiva e de 53,46% na produção de sedimentos, mostrando que o manejo do raleamento apresenta um efeito dissipador das gotas de chuva, promovendo uma maior conservação nos recursos naturais do semiárido.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. W; GILSON, F. M; JOSÉ, R. S; JOSÉ, P. V; & JOSÉ, L. S. Determinação de fatores da equação universal de perda de solo em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 153-160, 2005.

ALVES, N. N. L. **Caracterização de microbacia hidrográfica experimental no semiárido brasileiro como suporte a estudos da degradação**. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO NETO, J. R.; RODRIGUES, J. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; SANTOS, J. C. N. . Escoamento superficial versus manejo da vegetação em microbacias do semiárido. **Anais... I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS - 2010**.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 edição. Washington, DC: American Public Health Association, 2005. 1220p

ARAÚJO NETO, J. R.; ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; SANTOS, J. C. N.; OLIVEIRA, F. A. L.. . Análise comparativa do escoamento superficial de microbacias

experimentais em clima semiárido tropical. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 2, p. 111-120, 2013

ARNÁEZ, J; LANA-RENAULT, N; LASANTA, T; RUIZ-FLAÑO, P; & CASTROVIEJO, J. Effects of farming terraces on hydrological and geomorphological processes. A review. *Catena*, v.128, p.122-134, 2015

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FRANCISCO, P. R. M; Brito Chaves, I; Chaves, L. H. G; Brandão, Z. N; Lima, E. R. V; & Silva, B. B; Mapeamento da Vulnerabilidade das Terras da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 6, p. 271-286, 2013.

GARCIA-RUIZ, J. M.; REGUÉS, D.; ALVERA, B.; LANA-RENAULT, N.; SERRANOMUELA, P.; NADL-ROMERO, E.; NAVAS, A.; LATRON, J.; MARTÍ-BONO, C. ARNÁEZ, J. *Flood generation and sediment transport in experimental catchments affected by land use changes in the central Pyrenees*. *Journal of Hydrology*, v. 274, p. 30-46, 2008.

GASPAR, L.; NAVAS, A.; WALLING, D.E.; MACHÍN, J.; GÓMEZ AROZAMENA, J. *Using 137Cs and 210Pbex to assess soil redistribution on slopes at different temporal scales*. *Catena*, v.102, p. 46–54, 2013.

PALÁCIO, H. A. Q. **Avaliação emergética de microbacias hidrográficas do semiárido submetidas a diferentes manejos**. 150 f. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas no Semiárido) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2011

MUÑOZ-ROBLES, C.; REID, N.; TIGHE, M.; BRIGGS, S. V.; WILSON, B. *Soil hydrological and erosional responses in patches and inter-patches in vegetation states in semiarid Australia*. *Geoderma*, v. 160, p. 524–534, 2011.

Paranhos, R. M.; Paiva, J. B. D. Avaliação de metodologia de estimativa de produção de sedimentos em uma pequena bacia rural de encosta. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.13, p.7-18,2008.

RIBEIRO FILHO, J. C.; PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; ARAUJO NETO, J. R.; GOMES, F. E. F.. Estrato herbáceo e fatores hidrosedimentológicos em microbacias com diferentes manejos no semiárido cearense. *Revista Conexões - Ciência e tecnologia*, v. 8, p. 8-15, 2014

WEI, W.; JIA, F.; YANG, L.; CHEN, L.; ZHANG, H. *Effects of surficial condition and rainfall intensity on runoff in a loess hilly area, China*. *Journal of Hydrology, In Press*, 2014.

WIEGAND, M. C. **Proposta metodológica para estimativa da produção de sedimentos em grandes bacias hidrográficas: estudo de caso Alto Jaguaribe, CE**. 2009. 110 f. Dissertação de Mestrado. Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará.

WILLIAMS, C. *Hydrological Connectivity - a study into representative metrics for a humid temperate catchment in northern England, a humid temperate catchment in northern England*. Dissertação de Mestrado, *Durham University*. 2011. 167 p.