DOI: 10.22411/rede2016.1001.06

REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA ISSN: 1982-5528

Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br Fortaleza, BRA

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ÁGUA E SEDIMENTO NA CAATINGA DEGRADADA

Water-and sediment-yield assement in an area of degraded Caatinga

Leonardo Schramm Feitosa e José Carlos de Araújo

Leonardo Schramm Feitosa[1]
José Carlos de Araújo [2]

RESUMO:

A Caatinga é um bioma vulnerável à desertificação, no qual se deve reduzir a ocorrência de escoamento superficial excessivo e de erosão. O raleamento é prática comum na Caatinga, mas pouco se sabe sobre seus impactos ambientais. O intuito da pesquisa foi, portanto, avaliar a produção de água e de sedimentos em lotes de Caatinga raleada e preservada, comparando seus resultados. Para isso, dois lotes (3m x 30m) foram monitorados durante dois anos (chuvas naturais e artificiais in situ). Concluiu-se que, para os lotes experimentais, não houve diferença estatística, quer na produção de água, quer na de sedimentos. A razão para isso foi a presença da vegetação herbácea sob a Caatinga raleada. Apesar do bom desempenho da Caatinga raleada, ela é mais vulnerável que a preservada, pois a prática é comumente associada à pecuária, uso que incrementa a produção de água e de sedimentos, aumentando sua vulnerabilidade à degradação.

Palavras-chave: Erosão, escoamento superficial, Caatinga preservada, sustentabilidade

ABSTRACT:

The Caatinga is a biome that is vulnerable to desertification, where the occurrence of excessive runoff and erosion should be reduced. Vegetation thinning is a common practice in Caatinga, but its environmental impacts are not thoroughly known. The objective of this research was, therefore, to assess runoff and erosion in plots of both thinned and preserved Caatinga, comparing their results. For this purpose, two plots (3m x 30m) have been monitored for two years with both natural and artificial on-site precipitation. The conclusions were that, for the experimental facilities, no statistical difference was found between the two treatments, either concerning water or sediment yield. The reason for the high performance of the thinned Caatinga was the presence of herbaceous vegetation. However, thinned Caatinga is more vulnerable than preserved Caatinga towards degradation because of its usual association with livestock, which increments runoff and, therefore, erosion.

Keywords: Erosion, runoff, preserved Caatinga, sustainability.

[1] Biólogo, Dr. em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Leonardo_schramm@yahoo.com.br

[2] Dr em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo, professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará-UFC. jcaraujo@ufc.br

INTRODUÇÃO

A Caatinga tem sido há muito tempo explorada de forma não sustentável pelo homem, o que levou a perdas da diversidade florística e faunística, aceleração do processo de erosão do solo e redução da qualidade da água dos açudes. Beuchle et al. (2015), em trabalho utilizando técnicas de sensoriamento remoto, analisaram as mudanças da cobertura vegetal de Caatinga natural e concluíram que o bioma Caatinga tem sido modificado, nos últimos 20 anos (entre 1990 e 2010), perdendo bastante área natural para outros tipos de uso do solo, numa taxa média de 0,3% / ano.

Independentemente das mudanças da cobertura do solo e do uso não sustentável dos recursos terrestres, o bioma Caatinga tem sido apontado como um dos menos conhecidos e mais negligenciados (SANTOS et al., 2011). Independentemente das mudanças da cobertura do solo e do uso não sustentável dos recursos terrestres, o bioma Caatinga tem sido apontado como um dos menos conhecidos e mais negligenciados (Beuchle et al. 2015).

Umas das áreas mais vulneráveis na Caatinga são as matas ciliares. Na Caatinga, a mata ciliar é representada por toda faixa de vegetação ocorrente nas margens dos cursos d'águas, sejam eles intermitentes ou temporários (OLIVEIRA FILHO e RATTER, 1995). São, também, conhecidas como floresta ciliar, mata beiradeira, mata de beira-rio ou mata ripária (AB'SABER, 2000; MARTINS, 2011). As matas ciliares são o conjunto de formações vegetacionais encontradas associadas aos corpos d'água, estendendo-se por dezenas de metros a partir das margens e apresentando marcantes variações na composição florística e na estrutura (MARTINS, 2011).

A hipótese desta pesquisa é de que o manejo do raleamento interfere na produção de água e de sedimento na vegetação Caatinga. No caso dos sedimentos, a sua produção excessiva pode levar a um grave problema que é a perda da disponibilidade hídrica em reservatórios causada pelo assoreamento dos mesmos. Este artigo buscou relacionar a produção dos escoamentos superficiais e a produção dos sedimentos na Caatinga raleada, comparando com os resultados verificados em um pousio de cerca de 20 anos. O artigo tem relevância, pois discute temas importantes a sustentabilidade da Caatinga e dos impactos que tal manejo, bastante, utilizado pela população situada nas bacias rurais, especialmente considerando que este bioma é altamente vulnerável às ações humanas e que constantemente sofre com secas recorrentes (DE ARAÚJO e PIEDRA, 2009).

METODOLOGIA

Para a consecução dos objetivos traçados para esta pesquisa, foram sistematizados dois lotes localizados às margens do Açude Público Marengo, no Assentamento 25 de Maio/INCRA, bacia do Rio Banabuiú, município de Madalena, Ceará (Figura 1). O assentamento possui área de aproximadamente 23.000 ha, tendo sido dividido em 12 agrovilas e 414 parcelas de aproximadamente 30 ha, onde atualmente, estão instaladas 586 famílias.

A bacia situa-se sobre embasamento cristalino, região de solos rasos, cuja cobertura vegetal é a Caatinga arbustiva densa e floresta caducifólia espinhosa, vegetação típica da região. Predomina o clima quente semiárido, segundo classificação de Köppen, caracterizado por um período seco e quente e um inverno mais ameno e chuvoso, as temperaturas são altas durante todo o ano. As temperaturas médias são entre 26 e 28 ºC, com período chuvoso concentrado entre janeiro e maio, pluviosidade média de 692 mm anuais e taxa de evaporação superior a 2000 mm anuais, devido à elevada temperatura ambiente e à intensa radiação solar, características da região. Para maiores detalhes sobre a área, referir-se a Wiegand et al. (no prelo).

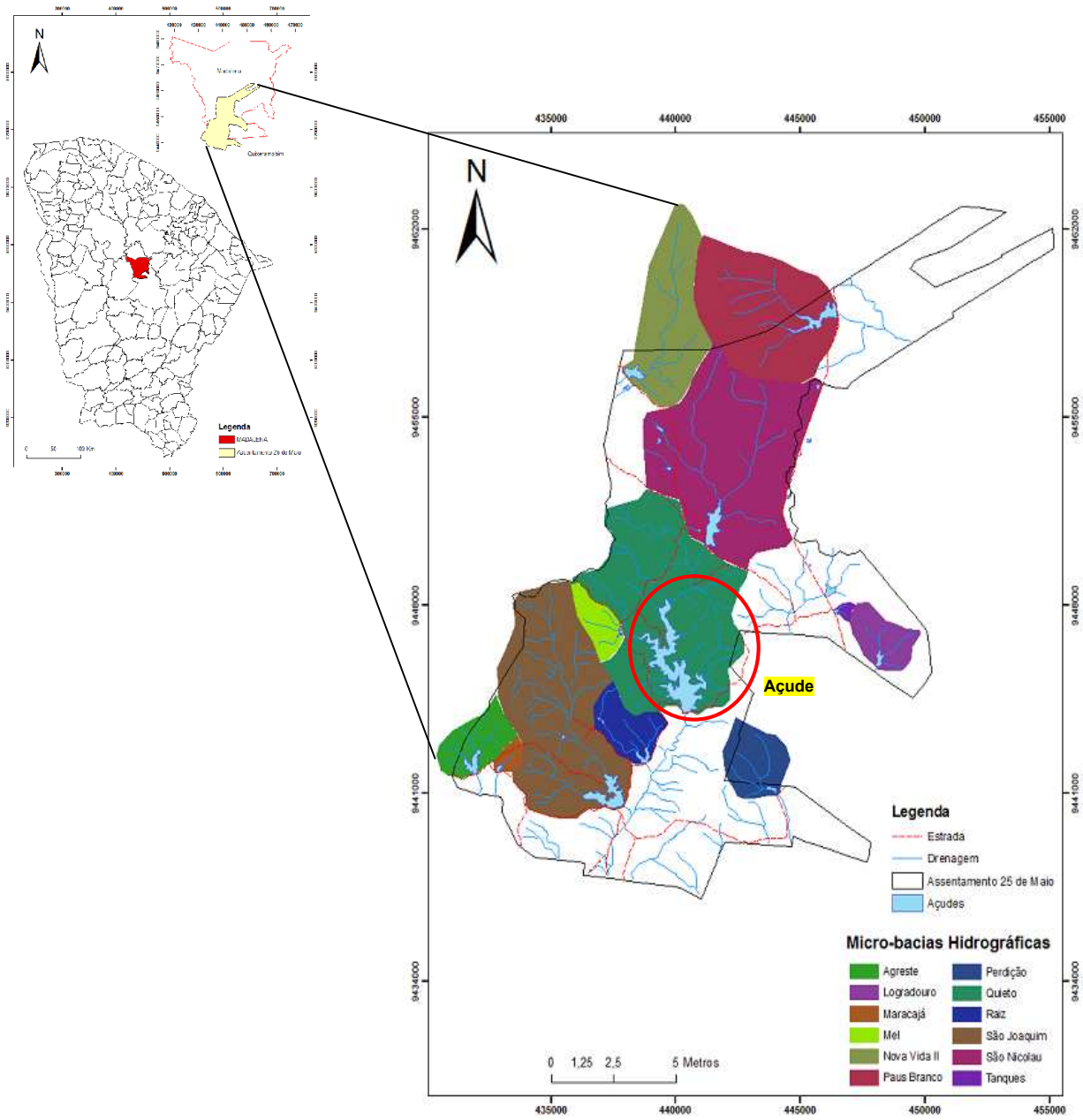

Figura 1. Mapa do Estado do Ceará (à esquerda), com destaque no Município de Madalena, onde se situa a maior parte do Assentamento 25 de Maio. À direita, mapa das microbacias hidrográficas do assentamento e localização da bacia hidrográfica do açude Marengo

Os lotes são de 3 m de largura e de 30 m de comprimento, com muretas divisórias. O lote de mata preservada (MCP) tem declividade de 10%, enquanto que o lote de mata raleada (MCR) tem declividade de 9% (Figura 2). No exutório de cada lote foram instalados dois reservatórios de 500 litros, em série, para monitoramento e coleta de água e sedimento. Para avaliação da massa erodida em cada evento foi usado o método gravimétrico.



Figura 2. Vista dos lotes estudados nas matas ciliares preservadas (esq.) e degradada (direita), dando destaque as caixas coletoras, muros de contenção do escoamento superficial, valas e tubulação do simulador de chuvas artificiais.

Os ensaios foram realizados nos anos de 2013 e 2014, ambos incluídos na seca plurianual que teve início em 2012 (DE ARAÚJO e BRONSTERT, 2016). Por esse motivo, o número de eventos que geraram escoamento superficial foi bastante limitado, o que poderia comprometer a representatividade dos dados. Para superar essa limitação, foi construído, montado e operado um sistema de simulação de chuvas artificiais in situ, com aspersores de ângulo de giração de 180º e altura de 4 m (Figura 3), de modo que a precipitação gerada fosse lançada por sobre a copa das árvores. Além do controle da água aduzida pelo sistema de aspersores, foram realizadas medidas de chuva interna aos lotes. As duas medidas (chuva induzida e chuva efetiva interna) diferiram principalmente por causa do efeito de vento, posto que os lotes eram de pequena largura (3 m). Para medida da precipitação interna e interceptação foram usados, em cada lote, dois pluviômetros Ville de Paris, que eram monitorados a cada 5 minutos.



Figura 3. Tubulação e Aspersores (branco) a 4m de Altura (esquerda). Motobomba para Captação da Água do Açude a 150m das Parcelas (direita).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os usos da terra representados nesse estudo são os manejos: MCP: mata preservada; e MCR: mata raleada, que representa as atividades da população em cortar árvores para diversos fins como lenha, criar ou reparar cercas, abertura de áreas para plantio e criação de gado. De acordo com os resultados, os diferentes usos do solo, como o procedimento do raleamento, modificam o comportamento hidrológico e, consequentemente, o comportamento sedimentológico. Os resultados das lâminas escoadas durante os experimentos de chuvas artificiais mostraram que não houve diferença significativa entre os manejos MCP e MCR

(teste de Friedman, $p < 0,05$), com o manejo MCP apresentando o menor valor de lâmina escoada, entre os manejos (Tabela 1).

Tabela 1. Lâminas escoadas (mm), obtidas a partir da soma de doze experimentos realizados, em cada largura e manejo de matas ciliares

Área da parcela	Manejo	
	MCP	MCR
90 m²	34,55[a]	37,41[a]

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, a soma das lâminas escoadas no manejo MCR, nos experimentos de chuvas artificiais, foram superiores que à do manejo MCP. Devido à proximidade dos resultados, sugere-se que algum fator esteja influenciando na compensação do procedimento do raleamento. Assim, acredita-se que o desenvolvimento da vegetação herbácea possa estar influenciando na retenção dos escoamentos superficiais. Mais estudos são necessários para avaliar tal situação. As ações antrópicas sobre a vegetação da Caatinga acabam proporcionando alterações nos comportamentos hidrológicos, sedimentológicos e podem, assim, provocar alterações no padrão de infiltração e produzir assoreamento reduzindo a capacidade hidráulica dos açudes (DE ARAÚJO et al., 2006).

Nas bacias rurais, do semiárido nordestino, em que se percebem ações antrópicas como corte da vegetação para lenha e abertura de áreas para o gado e/ou para agricultura é muito comum durante o período chuvoso, logo após as primeiras chuvas, o desenvolvimento rápido da vegetação herbácea, também chamada de bamburral, para ocupar as áreas espaçadas e com alta incidência de luz. Assim, boa parte da paisagem fica composta por um mosaico de espécies da floresta Caatinga e de espécies que compõe a vegetação herbácea.

Na bacia do açude Marengo, apresentado nesse artigo, não foi diferente. Com várias "áreas abertas" e, muitas vezes, com solo exposto, logo após as primeiras chuvas a vegetação herbácea (bamburral) se desenvolveu muito rápido preenchendo tais áreas. Na área estudada do manejo MCR, durante o período chuvoso, se desenvolveu, por toda a área, uma vegetação herbácea, que variava a sua densidade, entre as árvores nativas, e altura, que ficou entre 0,50 e 1,0 m. O manejo do raleamento deixou maior espaço entre as plantas e permitiu maior incidência de luz no estrato inferior, propiciando, assim, o crescimento e o desenvolvimento da vegetação herbácea.

Na Figura 4 pode-se verificar que as maiores vazões máximas estão relacionadas às maiores lâminas escoadas, para ambos os manejos MCP ($r^2 = 0.90$) e MCR ($r^2 = 0.65$). Um resultado interessante, também, observado no gráfico (Figura 4) são os coeficientes angulares. Observamos que o manejo MCP apresentou menor coeficiente angular do que o manejo MCR. Esse coeficiente angular maior, no manejo MCR, é devido ao procedimento do raleamento e maior espaçamento entre as plantas. Até 4 mm de lâmina de escoamento os resultados são bem próximos entre os manejos (Figura 4). Acima de 4 mm de lâmina de escoamento o coeficiente angular aumenta para o manejo MCR, evidenciando a influência do raleamento sobre o comportamento hidrológico.

Srinivasan et al. (2003) verificaram maiores lâminas escoadas sobre microbacias desmatadas em Sumé, PB, e apontaram a importância da vegetação rasteira remanescente e o crescimento posterior da mesma sobre modificações no padrão das respostas hidrológicas.

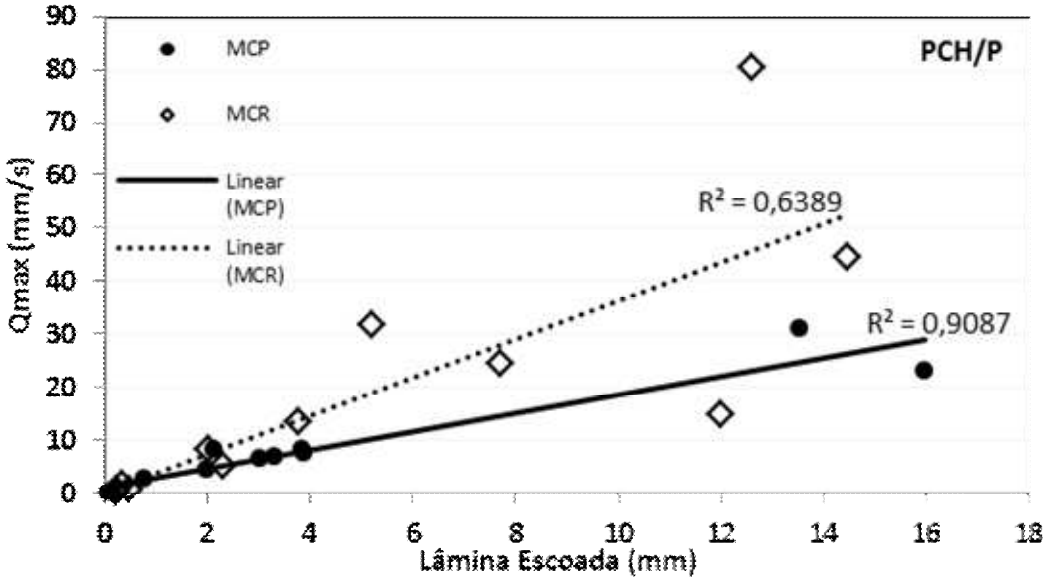

Figura 4. Regressões lineares entre as vazões específicas máximas (Qmax) e lâminas escoadas referentes aos experimentos de chuvas artificiais realizadas nos manejos MCP e MCR nas parcelas de 90m².

Pode-se inferir, portanto, que a remoção parcial da vegetação tenha contribuído para a geração das maiores vazões no manejo MCR, corroborando com os resultados de Bartley et al. (2006) que, também, investigaram a influência da cobertura vegetal sobre processos hidrológicos em microbacias de clima semiárido, na Austrália.

Na Tabela 2, verificamos os resultados das lâminas escoadas e das Qmax, experimento por experimento. É importante salientar que as intensidades máximas das chuvas artificiais medidas ficaram entre 1 e 2 mm/min. e com baixo desvio padrão ($\sigma = 0,24$) sendo, assim, não houve grandes influências dessa variável no comportamento hidrológico entre os manejos. Os resultados para a interceptação das chuvas artificiais mostram que houve diferença significativa entre os resultados verificados entre os manejos MCP (média = 15,26%) e MCR (média = 4,46%). Este explicita a influência do manejo com procedimento raleado, visto que o maior espaçamento entre as plantas forma um dossel com mais aberturas, propiciando a passagem facilitada das gotas das chuvas e resultando em baixas interceptações no manejo MCR. As baixas interceptações das chuvas influenciam, diretamente, no umedecimento do solo e, consequentemente, na maior geração das Qmax e lâminas escoadas pelo manejo MCR, como apresentado acima.

Na Figura 5 são apresentadas as relações entre as umidades iniciais do solo e Qmax ($r^2 = 0.71$), e umidades iniciais do solo e lâminas escoadas ($r^2 = 0.70$). Observamos no gráfico (Figura 5) que a umidade inicial do solo influencia diretamente a geração de Qmax e lâminas escoadas nos manejos. Nas relações apresentadas na Figura 5 não foram separadas por manejo. O intuito é de verificar a relação entre as variáveis.

Na Tabela 3, observamos os resultados para a produção de sedimentos entre os manejos. Verificamos que o manejo MCR (69,09 g/m²) produziu uma carga específica de sedimentos superior à do manejo MCP (60,74 g/m²), apesar de não haver diferença significativa ($p > 0,05$). Apesar da produção de sedimentos ser superior no manejo MCR, em comparação com o manejo MCP, a diferença não foi elevada, como se esperava. Assim, mais um resultado que sugere que há, de fato, um fator contribuindo, também, para retenção dos sedimentos. Esse fator deve ser a vegetação herbácea, que cresce, rapidamente, e se desenvolve por toda área. Dessa forma, há necessidade de mais estudos sobre a influência e o papel da vegetação herbácea no comportamento hidrossedimentológico.

Tabela 2. Dados hidrológicos medidos, nas parcelas dos manejos, durante os experimentos de chuvas artificias: Imax (mm/min.); lâmina escoada (mm); Qmax (mm/s); UI (%); IC (%).

Chuvas Artificiais						
Exp.	**90m²**	**Imax**	**Lâmina Escoada**	**Qmax**	**UI**	**IC**
1	MCP	1.25	0.14	0.42	4.5	-
2	MCP	1.00	0.09	0.22	2.77	-
3	MCP	1.15	1.96	4.65	4.89	-
4	MCP	1.46	3.00	6.6	3.49	14.80 [a]
5	MCP	1.00	15.89	23.40	15.02	15.40 [a]
6	MCP	1.30	13.46	31.20	12.89	15.60 [a]
1	MCR	1.20	0.48	0.91	3.8	-
2	MCR	1.10	2.01	8.44	10.03	-
3	MCR	2.00	14.40	44.82	9.83	-
4	MCR	1.02	0.32	1.80	3.3	4.80 [b]
5	MCR	1.00	7.67	24.60	12.89	4.40 [b]
6	MCR	1.18	12.53	80.40	14.45	4.20 [b]

Imax: intensidade máxima da chuva; Qmax: vazão máxima; UI: umidade inicial; IC: interceptação das chuvas em percentual.

Cosandey *et al.*, (2005) e Kang *et al.* (2001), citam em seu artigo a importância do vegetação herbácea para redução de vazões específicas máximas, registrando, também, uma forte redução da vazão específica máxima, logo após o crescimento da vegetação herbácea, na bacia estuda pelos autores. Rodrigues et al. (2013) mostraram, também, em seu trabalho que o corte parcial da vegetação, em um tipo de procedimento de raleamento, que houve mudanças no comportamento hidrológico, apresentando maiores vazões e lâminas escoadas na microbacia raleada, que estudou, em comparação com a microbacia preservada.

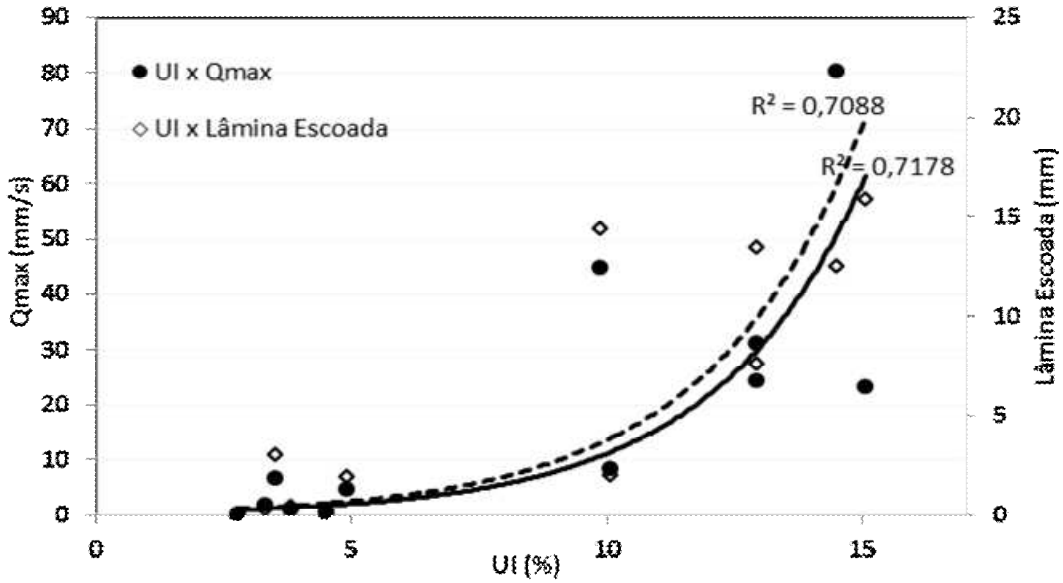

Figura 5. Correlações entre as UI e as Qmax, e entre as UI e as lâminas escoadas, incluindo os manejos MCP e MCR.

Na Tabela 3, as cargas de sedimentos, apresentadas, foram compostas pelos sólidos suspensos e pelos sedimentos de arraste (maior densidade). Os sólidos suspensos

representaram, em média, cerca de 85% do total dos sedimentos transportados pelos escoamentos nos experimentos de chuvas artificiais.

Tabela 3. Cargas específicas de sedimentos (g/m²), obtidas a partir da soma de doze experimentos realizados, em cada largura e manejo de matas ciliares

	Manejo					
Área das	**MCP**			**MCR**		
Parcelas	SS	Sed	**Sed Total**	SS	Sed	**Sed Total**
90m²	52,67	8,07	**60,74[a]**	64,11	4,99	**69,09[a]**

MPC: mata preservada; MCR: mata raleada; SS.: carga específica de sólidos suspensos no escoamento superficial; Sed: carga específica dos sedimentos de arraste; Sed Total: carga específica total (SS + Sed); ("a"): sem diferença significativa entre os manejos de cada largura de mata ciliar (teste de Friedman, p > 0,05).

Na Figura 6, verificamos a regressão linear entre as varáveis lâminas escoadas e produção de sedimentos. Como citamos acima, os resultados das maiores lâminas escoadas foram influenciados pelas maiores vazões máximas (Qmax). Assim, podemos inferir que se o corte parcial da vegetação influenciou nos comportamentos hidrossedimentológicos, no qual os resultados do manejo MCR foram superiores aos do manejo MCP. Mas, de acordo com a nossa hipótese os resultados do manejo MCR deveriam ter sido bem superiores aos do MCP.

Se, apenas, o corte parcial da vegetação influenciasse, de fato, nos comportamentos hidrossedimentológicos, o manejo raleado deveria ter obtido resultados de vazões e lâminas escoadas e, consequentemente, cargas específicas de sedimentos bem superiores aos do manejo MCP. Mas não foi isso que verificamos em nossos experimentos. Não houve diferença significativa entre os manejos em nenhum dos resultados apresentados, sugerindo que algum fator esteja compensando a degradação (procedimento do raleamento) no manejo MCR, sugerindo que a vegetação herbácea seja esse fator.

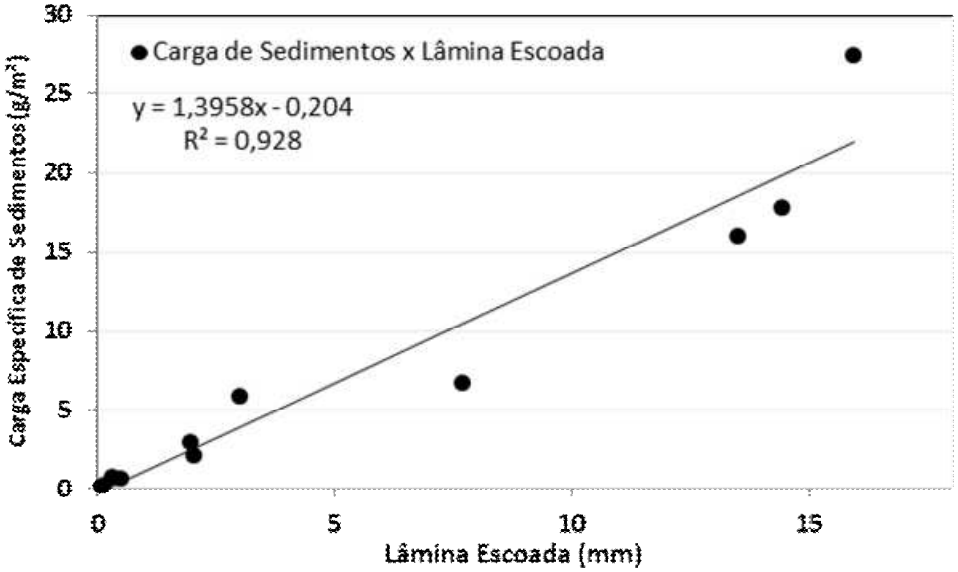

Figura 6. Relação entre a Carga Específica de Sedimentos e Lâmina Escoada.

CONCLUSÕES

A Caatinga é um bioma bastante vulnerável e suscetível à desertificação, processo fortemente associado ao escoamento superficial excessivo e à erosão. A prática do raleamento da Caatinga, embora comum, gera impactos pouco conhecidos no que se refere ao fluxo de

água (escoamento superficial) e de sedimentos (erosão). Para contribuir com o conhecimento dessa questão, avaliou-se a produção de água e de sedimentos em lotes de Caatinga raleada e preservada.

Concluiu-se que, para os lotes experimentais com 30 m de comprimento, não houve diferença estatística, quer na produção de água, quer na de sedimentos entre os dois tratamentos. A razão para isso foi a presença da vegetação herbáceo sob a Caatinga raleada. Apesar da proximidade estatística da geração de escoamento e de erosão nos dois tratamentos (preservação e raleamento), avalia-se que a Caatinga raleada seja mais vulnerável à degradação, posto que essa prática é comumente associada à pecuária, que pisoteia o solo, aumentando sua impermeabilização, o que incrementa a produção de escoamento (HUNKE et al., 2015a; 2015b) e, consequentemente, a erosão (MEDEIROS et al., 2014). Em síntese, a prática do raleamento tem elevado potencial de sustentabilidade, porém, seu manejo pode afetar sobremaneira sua vulnerabilidade à degradação.

Para que haja resultados mais conclusivos em relação ao tema, sugere-se replicar os experimentos aqui realizados em lotes de diferentes comprimentos de rampa, assim como em lotes nos quais haja acesso do gado (de diferentes portes), gerando simulações mais próximas da praticada pelo camponês nordestino.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. O suporte geológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: Rodrigues, R. R. & Leitão, H.F. (Eds.). **Matas Ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/FAPESP. Capítulo 1, p.15-24. 2000.

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.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R.C.; SHIMABUKURO, Y.E.; SELIGER, R.; EVA, H.D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, p. 116–127, 2015.

COSANDEY, C., ANDRE´ASSIAN, V., MARTIN, C., Didon-Lescot, J.F., Lavabre, J., Folton, N., Mathys, N., Richard, D. The hydrological impact of the Mediterranean forest: a review of French research. **Journal of Hydrology** 301, 235–249. 2005.

DE ARAÚJO, J. C.; GUENTNER, A.; BRONSTERT, A. Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil. **Hydrological Sciences Journal**, v. 51, n.1, p. 157-170, 2006.

DE ARAÚJO, J. C.; PIEDRA, J. I. G. Comparative hydrology: analysis of a semiarid and a humid tropical watershed. **Hydrological Processes**, v. 23, p. 1169-1178, 2009.

DE ARAÚJO, J. C.; BRONSTERT, A. A method to assess hydrological droughts in semi-arid environments and its application to the Jaguaribe River basin, Brazil. **Water International**, 2016.

HUNKE, P.; ROLLER, R.; ZEILHOFER, P.; SCHRÖDER, B.; MUELLER, E.N. Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil. **Geoderma Regional** v. 4, p. 31–43, 2015a.

HUNKE, P.; MUELLER, E.N.; SCHRÖDER, B.; ZEILHOFER, P. The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. **Ecohydrology** v. 8, n. 6, p. 1154-1180, 2015b.

KANG, S.; ZHANG, L.; SONG, X.; ZHANG, S.; LIU, X.; LIANG, Y.; ZHENG.; S. Runoff and sediment loss responses to rainfall and land use in two agricultural catchments on the Loess Plateau China. **Hydrological Processes**, v.15, p.977-988, 2001.

MARTINS, S.V. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2. Ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa. 2011.

MEDEIROS, P.H.A.; DE ARAÚJO, J.C.; MAMEDE, G.L.; CREUTZFELDT, B.; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. Connectivity of sediment transport in a semiarid environment: a synthesis for the Upper Jaguaribe Basin, Brazil. **Journal of Soils and Sediments**, v. 14, p. 1938-1948, 2014.

OLIVEIRA FILHO, A.T., RATTER, J.A. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal Botanic**. v.52, p.141–194, 1995.

RODRIGUES, J. O.; Andrade, E. M. de; Mendonça L. A. R. de, DE ARAÚJO, J. C.; PALÁCIO, H. A. de Q.; ARAÚJO, E. M. Respostas hidrológicas em pequenas bacias na região semiárida em função do uso do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2013.

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, p. 813-821, 2011.

SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, C. A. G.; GALVÃO, C. O. Erosão hídrica do solo brasileiro: A experiência da Bacia Experimental de Sumé. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, p.57-73, 2003.

WIEGAND, M.C.; PIEDRA, J.I.G.; DE ARAÚJO, J.C. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmido (Cuba) e semiárido (Brasil). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, no prelo.

Recebido para publicação em fevereiro de 2016
Aceito para publicação em março de 2016