

ESTRATO HERBÁCEO E FATORES HIDROSEDIMENTOLÓGICOS EM MICROBACIAS COM DIFERENTES MANEJOS NO SEMIÁRIDO CEARENSE

JACQUES CARVALHO RIBEIRO FILHO¹
HELBA ARAÚJO DE QUEIROZ PALÁCIO²
EUNICE MAIA ANDRADE³
JOSÉ RIBEIRO DE ARAÚJO NETO⁴
FRANCISCO EMANOEL FIRMINO GOMES⁵

^{1,2,4,5}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)
Campus de Iguatu

³Universidade Federal do Ceará (UFC)

¹<jacquesfilho1@hotmail.com>, ²<helbaraujo@ifce.edu.br>, ³<eandrade@ufc.br>
⁴<junior.bg@bol.com.br>, ⁵<emanoelfg@hotmail.com>

Resumo. Objetiva-se com o presente trabalho avaliar o efeito do bosque herbáceo sobre as respostas hidrosedimentológicas de microbacias localizadas no semiárido cearense. Foram avaliadas duas microbacias, uma apresentando cobertura vegetal caatinga nativa e a outra foi submetida ao raleamento das plantas cujo diâmetro do caule era inferior a 10 cm. As variáveis hidrosedimentológicas estudadas foram: precipitação pluviométrica, umidade do solo, escoamento superficial e perda de solo. As variáveis foram monitoradas em escala temporal de 24 horas por um período de dois anos (jan/2010 a dez/2011). As coletas do estrato herbáceo foram mensalmente para o mesmo período. A produção de biomassa no manejo raleado chegou a ser superior em 90%, quando comparada com o manejo de caatinga nativa para o ano de 2010. Esse maior desenvolvimento da vegetação herbácea, na microbacia raleada, promove um aumento na taxa de infiltração da água no solo, com consequente redução da lâmina escoada e das perdas de solo. Tal fato promove uma maior umidade do solo na microbacia raleada em mais de 89% dos eventos, quando comparada com a microbacia nativa. Do ponto de vista de conservação de água e solo, o manejo do raleamento se mostra bastante adequado para o bioma caatinga.

Palavras-chaves: Caatinga. Biomassa. Escoamento superficial. Solo. Umidade do solo.

Abstract. The main goal of this work was to evaluate the effect of herbaceous layer on the hydrological processes behavior of small watersheds located in the semiarid region of Ceará State, Brazil. Two watersheds were evaluated: one covered with native dry tropical forest (caatinga) and the other had its plants with stems less than 10cm-long thinned. The hydrological and sedimentological variables studied were: rainfall, soil moisture, surface runoff, and soil loss. These variables were monitored on a time scale of 24 hours for a period of two years (Jan/2010 to Dec/2011). The samples of herbaceous layer were collected monthly for the same period. Biomass production for the thinned dry tropical forest was 90% bigger than those that produced by the native dry tropical forest in the year of 2010. The higher development of herbaceous layer in the thinned vegetation resulted in an increase of the water infiltration rate in the soil, with consequent reduction of the runoff depth and soil loss. This fact increased the soil water content in on more than 89% of the events when compared to that of native dry tropical forest. From the point of view of soil and water conservation, the thinned vegetation land use shows to be very suitable for the caatinga biome.

Keywords: Dry forest. Biomass. Surface runoff. Soil. Soil moisture.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é o principal bioma existente, na região nordeste brasileira, estendendo-se pelo domínio de clima semiárido, numa área de 73.683.649 ha, correspondendo a 6,83% do território nacional (IBAMA, 2002). O arranjo entre os fatores climáticos e edáficos originam processos peculiares que necessitam de investigações in loco, para assim se definir o manejo mais adequado na exploração dos recursos naturais que compõem este bioma. Avila, Mello e Silva (2010) destacam que a umidade do solo é um dos elementos mais relevantes no controle dos processos hidrológicos, visto que exerce influência na geração do escoamento superficial, na evaporação da água no solo, na transpiração de plantas e em uma série de interações geográficas e pedogênicas.

O desmatamento indiscriminado para a formação de novas lavouras, 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 frágil equilíbrio do meio ambiente da região (ALBUQUERQUE; NETO; SRINIVASAN, 2001). A a cobertura do solo, proporcionada pelos resíduos culturais deixados na superfície, tem ação direta e efetiva na redução da erosão hídrica. Isso ocorre em virtude da dissipação da energia cinética das gotas da chuva, a qual diminui a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial e aumenta a infiltração de água (COGO; LEVIEN; SCHWARZ, 2003).

A cobertura vegetal exerce diversas contribuições nos fatores hidrosedimentológicos. Rodrigues (2009) destaca a importância da cobertura vegetal, distribuição temporal dos eventos de precipitação e as condições de umidade antecedente como fatores que afetam diretamente na vazão máxima do escoamento superficial.

A influência da cobertura vegetal exercida pelas plantas herbáceas vem se realizando pelo estudo de sua biomassa. Santos (2004) definiu a biomassa como a quantidade total de todo material biológico, ou seja, a massa combinada de todos os animais e plantas, ou de uma determinada população que habita uma área ou volume específico, expressa como grama de peso seco por metro quadrado ($g.PS.m^{-2}$). Em ecologia vegetal, o termo biomassa faz referência ao material biológico vivo, isto é, todo material constituído de tecidos verdes ou clorofilados, que caracteriza um estado fisiológico ativo. O conhecimento da quantidade e a distribuição da biomassa vegetal são aspectos necessários em atividades econômicas e ambientais, como políticas de uso do recurso madeireiro, manejo florestal, estudos de ciclagem de nutrientes, absorção de CO₂, entre ou-

tros (COSTA et al., 2002), Palacio (2011) em seus estudos destaca ainda a importância, desses estudos considerando que são pouco conhecidos, principalmente nas florestas tropicais, pela dificuldade inerente ao procedimento de obtenção de dados de campo. Na medida em que o manejo do solo, nas diversas atividades humanas, elimina a cobertura vegetal, sua superfície fica mais exposta à ação do impacto das gotas de chuva e da enxurrada (ALBUQUERQUE et al., 2002).

A destruição da caatinga na região semiárida do Nordeste brasileiro tem contribuído para acelerar a erosão do solo trazendo, como consequências, o seu empobrecimento e o assoreamento de mananciais (ALBUQUERQUE; NETO; SRINIVASAN, 2001). Tendo isso em vista, o trabalho tem como objetivo avaliar o efeito que o estrato herbáceo exerce em alguns fatores hidrológicos e sedimentológicos em duas microbacias com diferentes manejos na região semiárida, uma com cobertura vegetal de caatinga nativa e outra com caatinga raleada.

2 MATERIAL E METÓDOS

A área de estudo é composta por duas microbacias com uso da terra distinto (cobertura vegetal nativa e caatinga raleada) 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* de Iguatu, entre as coordenadas geográficas 6°23'38" a 6°23'58" S e 39°15'21" a 39°15'38" W, com altitude de 217,8 m (Figura 1).

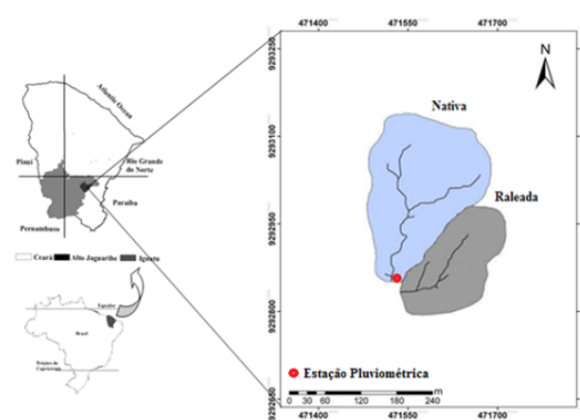


Figura 1: Localização das microbacias experimentais no município de Iguatu, Ceará. Fonte: Autor.

O clima da região é do tipo BSw'h' (semiárido quente), de acordo com a classificação climática de Köppen, com temperatura média mensal sempre supe-

Tabela 1: Classificação morfométrica das microbacias estudadas.

Características	Valores	Unidades
	Microbacias	
	Nativa	Raleada
Área da Bacia	20.637,60	11.491,90
Perímetro	4594,5	478,4
Comprimento do Curso Principal	252,1	147,2
Comprimento da Bacia	204,4	188,2
Declividade da Bacia	10,6	8,7
Fator de Forma	0,5	0,3
Coefficiente de compacidade	1,2	1,3
Tempo de concentração	0,1	0,1

Fonte: Alves (2008)

rior a 18 °C no mês mais frio. O solo da área experimental é classificado como Vertissolo Eânico Carbonático Típico de acordo com a classificação da EMBRAPA (2006). A rede de drenagem das microbacias é formada por cursos d'água de 1ª e 2ª ordem segundo a classificação de Strahler, sendo desta forma, áreas de nascentes. A Tabela 1 apresenta a classificação morfométrica das microbacias estudadas.

O estudo foi realizado de janeiro de 2010 a dezembro de 2011, sendo os dados pluviométricos coletados em um pluviômetro do tipo "Ville de Paris" localizado nas proximidades da foz das duas microbacias (Figura 1).

A microbacia com vegetação de caatinga nativa (Figuras 2(a) e 2(b)) está há mais de trinta anos sem sofrer nenhuma ação antrópica, segundo a população local. Já na segunda microbacia, com caatinga raleada, onde foi retirada a vegetação com diâmetro de caule inferior a 10 cm (Figuras 3(a) e 3(b)). Foi avaliado o desenvolvimento do extrato herbáceo nas duas microbacias (Figuras 4(a) e 4(b)).

Para quantificar a produção de biomassa do estrato herbáceo em ambas as microbacias efetuou-se a coleta direta (corte ao nível do solo e pesagem), mensalmente, durante o período de estudo. Em cada microbacia foram alocadas 10 parcelas de 1 m², disposta ao acaso, paralelas ao curso de água.

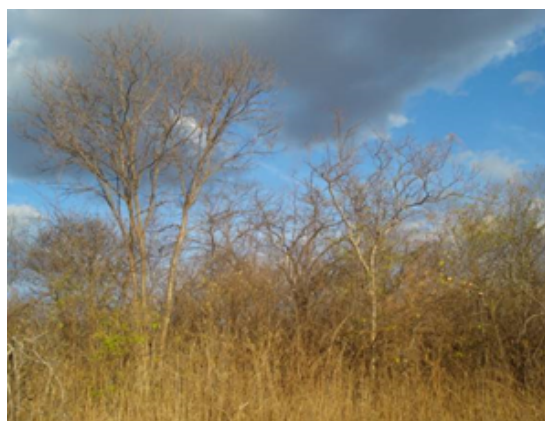
O material coletado nas parcelas foi pesado fresco, e repicado para proporcionar uma boa homogeneização do material e retirada um subamostra, conforme metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). Nas subamostras, de aproximadamente 500 g, foram determinadas a umidade e matéria seca, de acordo com as Equações 1 e 2:

$$U\% = \frac{P_{ua} - P_{sa}}{P_{ua}} \times 100 \quad (1)$$

$$MS = P_{ua} - \frac{P_{ua} \times U\%_{total}}{100} \quad (2)$$



(a)



(b)

Figura 2: Microbacia experimental com Caatinga, vegetação nativa: a) período chuvoso e b) período seco. Fonte: Eunice Maia de Andrade, 2010.



(a)



(a)



(b)



(b)

Figura 3: Microbacia experimental com Caatinga, Raleada : a) período chuvoso e b) período seco. Fonte: Eunice Maia de Andrade, 2010.

Figura 4: Detalhes da vegetação herbácea nas microbacias experimentais no período chuvoso: a) Caatinga; Vegetação nativa e b) Vegetação raleada. Fonte: Eunice Maia de Andrade, 2010.

Em que:

- P_{ua} – peso úmido da amostra em gramas (g);
- P_{sa} – peso seco da amostra em estufa a 65° em gramas (g);
- $U\%$ – percentagem de umidade em cada amostra avaliada a 65° ;
- MS – quantidade de matéria seca das amostras em gramas (g).

Para o monitoramento da umidade do solo, coletaram-se ao acaso nas áreas de cada uma das microbacias três amostras de solo a cinco centímetros de profundidade. As amostras de solo foram coletadas após cada evento de precipitação pluviométrica, ou duas vezes por semana, quando havia estiagem. Em seguida, foram encaminhadas ao Laboratório de Água, Solos e Tecidos Vegetais – LABAS do IFCE – *campus* de Iguatu. A umidade foi obtida utilizando o método padrão de estufa, onde as amostras eram previamente pesadas para obtenção da massa de solo úmido e levadas à estufa com temperatura de 105° C, por um período de 24 horas e pesadas novamente para obtenção da massa do solo seco. De posse dos dados de massa do solo úmido e seco, a umidade era determinada por meio da Equação 3:

$$U = \frac{M_u - M_s}{M_s} \quad (3)$$

equação (3) Em que:

- U – umidade do solo com base em massa ($g.g^{-1}$);
- M_u – massa do solo úmido (g);
- M_s – massa do solo seco (g).

O monitoramento hidrológico das microbacias experimentais foi realizado a partir de uma estação automática em cada microbacia, equipada com calhas Parshall, com sensores de níveis. A partir das cotas registradas no sensor converteu-se a altura da água em vazão mediante a Equação 4:

$$Q = 3,73 \times W \times 0,0086^{W^{0,026}} \times h^{1,393 \times W^{0,026}} \quad (4)$$

Em que:

- Q – vazão da calha Parshall ($L.s^{-1}$);
- W – largura do estrangulamento da calha (cm), que é de $47,5$ cm ;

- h – altura do nível de água na calha (cm).

Em cada microbacia, a montante das calhas para medição de vazão, foi instalado um fosso para coleta de sedimentos de arraste no leito do curso e uma torre para coleta de sedimentos suspensos. Os sedimentos depositados no fosso, com capacidade de 180 L , foram coletados após o término de cada evento de escoamento, na ocasião em que o fosso era esvaziado para coleta de novos escoamentos. O volume do fosso era homogeneizado e realizado uma amostra de 500 mL para determinação dos sólidos totais. A torre de coleta automática de sedimentos de ramo ascendente contém garrafas de 100 mL dispostas a cada 15 cm , totalizando 12 coletores. A água foi coletada através de um tubo conectado às garrafas, e o ar atmosférico é liberado pelo sistema respirador (tubos transparentes) que possui contato com a atmosfera no topo da torre. As amostras foram coletadas logo após eventos geradores de escoamento superficial que atingissem um ponto de coleta na torre de sedimentos e levadas ao laboratório. As análises das concentrações de sólidos totais foram realizadas a posteriori no LABAS do IFCE – *campus* de Iguatu. Essas seguiram metodologia descrita por Piveli e Kato (2005). A massa de sedimento erodido a cada evento foi obtida através da multiplicação da concentração dos sedimentos coletados na torre pelo volume escoado; e depois, a este valor era somada a quantidade de sedimentos retidos no fosso.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Figura 5 a variação da precipitação mensal para a área de estudo entre os meses de jan/10 a dez/11. Os resultados mostram que o ano de 2011 apresentou maiores alturas anuais de precipitação, com total precipitado de $1459,61$ mm e o ano de 2010 com $936,77$ mm precipitação total em 2010 foi 3% inferior a média, enquanto em 2011 apresentou uma lâmina total precipitada superior em 50% o valor da média histórica da região que de acordo com Rodrigues (2009) no período de 1974/2008 é de 970 ± 316 mm .

Observa-se que, com as mesmas condições de precipitações pluviométricas em ambas as microbacias estudadas, a produção de biomassa herbácea, na microbacia com manejo do raleamento, foi superior em todos os meses do período de estudo, quando comparado com a produção de biomassa herbácea, na microbacia com vegetação de caatinga nativa (Figura 6). A produção de pico de biomassa, para os anos de 2010 e 2011, na microbacia raleada foi de $3.816,74$ e $3.010,85$ $kg.ha^{-1}$, já na microbacia com caatinga nativa as maiores produções anuais foram de $1.206,03$ e $2.083,32$ $kg.ha^{-1}$,

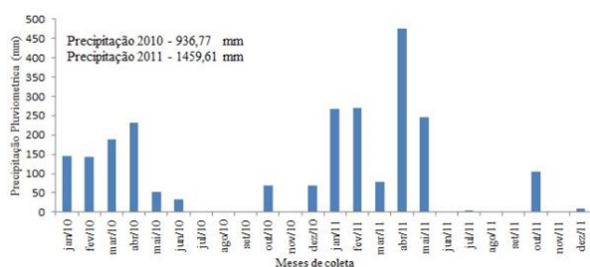


Figura 5: Precipitação mensal das microbacias nativa e raleada, nos anos de 2010 e 2011.

respectivamente, mostrando uma diferença percentual de aproximadamente 68,4 e 30,8% respectivamente entre os manejos estudados.

Os maiores valores de produção de biomassa para a microbacia raleada devem-se ao raleamento da vegetação que proporcionou às plantas herbáceas uma maior disponibilidade de luz solar, permitindo assim o maior desenvolvimento das mesmas. De acordo com Palácio (2011), avaliando as microbacias em estudo, o sombreamento foi o principal fator que exerceu influência no desenvolvimento da vegetação herbácea na microbacia raleada.

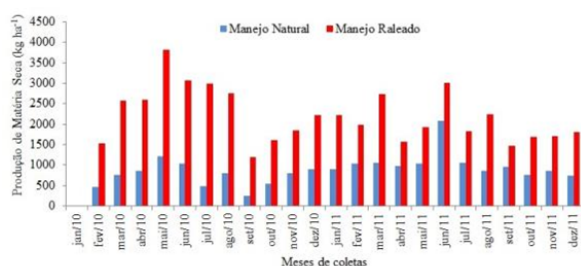


Figura 6: Produção de matéria seca do manejo de caatinga nativa e raleada, nos anos de 2010 e 2011.

Ao avaliar a variação da umidade do solo para as microbacias com caatinga nativa e raleada, observa-se que a microbacia raleada apresenta maior umidade do solo em comparação ao manejo de caatinga nativa (Figura 7). A umidade do solo na vegetação raleada mantém-se superior ao da vegetação natural em 90% das amostras coletadas no período de estudo. Esse fato está diretamente relacionado a maior cobertura vegetal que o estrato herbáceo oferece no manejo raleado (Figura 4), apresentando em até 68,4% maior produção de biomassa do que o manejo com caatinga nativa. Ambas as microbacias estudadas possuem o mesmo tipo de solo e mesma classe de declividade (Tabela 1). A importância

da cobertura do solo pela serrapilheira e o aumento do teor de matéria orgânica sobre o solo, também foi observado por Avila, Mello e Silva (2010), estudando uma bacia sob a mata atlântica, que apresenta menor variação dos valores do teor de água ao longo do inverno. Esse comportamento está associado ao ecossistema da Mata Atlântica na Serra da Mantiqueira, o qual apresenta uma camada espessa de serrapilheira, com identificação de baixos valores de densidade do solo e elevadas concentrações de matéria orgânica, exercendo papel de redução dos efeitos de variações de umidade do solo.

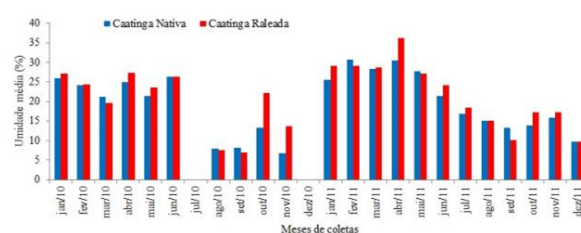


Figura 7: Distribuição mensal da umidade relativa do solo para as microbacias com caatinga nativa e raleada entre os anos de 2010 e 2011.

Tratando-se de escoamento superficial, verifica-se na Figura 8, que a variação mensal da lâmina escoada nas microbacias, bem como os valores totais anuais escoados para o período em estudo, a microbacia com vegetação nativa apresentou em praticamente todos os meses estudados lâmina escoada superior à microbacia com vegetação raleada. Exceção para o mês de abr/10 em que o raleamento da vegetação proporcionou escoamento superior ao da área com vegetação nativa, fato esse devido ao mês apresentar um total precipitado elevado de 474,84 mm, ocorrendo portanto, uma saturação da vegetação e do solo e assim, a minimização do fator cobertura vegetal.

Ao comparar-se o escoamento anual entre as microbacias, observa-se que as lâminas escoadas anuais para a microbacia com vegetação nativa foram de 15,1 e 187,5 mm para os anos de 2010 e 2011, respectivamente, sendo superiores às lâminas escoadas anuais na microbacia com vegetação raleada de 11,3 e 143,2 mm para os mesmos anos. Verifica-se uma redução no escoamento superficial de 24,16 e 23,6% na microbacia com vegetação raleada em relação à microbacia com vegetação nativa para os respectivos anos. O maior desenvolvimento da vegetação herbácea na microbacia com vegetação raleada em relação à microbacia com vegetação nativa (Figura 4) promoveu um aumento na taxa de infiltração da água no solo e uma redução das perdas de água por escoamento superficial.

Dessa forma, o desenvolvimento da cobertura vegetal herbácea, que cobriu praticamente toda a superfície do solo da microbacia raleada atenuou o impacto direto das gotas da chuva e promoveu uma maior resistência ao fluxo superficial da água, reduzindo, assim, o escoamento superficial. Palacio (2011) e Araujo Neto (2012), em estudos realizados nas microbacias avaliadas, já mostraram que a maior cobertura vegetal herbácea produzida no manejo do raleamento da vegetação exerce forte influência na retenção e minimização das perdas de água por escoamento.

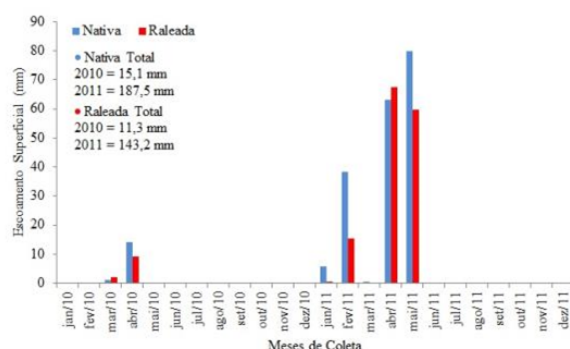


Figura 8: Escoamento superficial das microbacias com caatinga nativa e raleada, nos anos de 2010 e 2011.

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-Ruiza et al. (2008) e Munoz-Robles et al. (2011), que verificaram a importância da vegetação sobre o deflúvio em bacias hidrográficas.

Ao analisar a quantidade de solo perdida pelas duas microbacias através do escoamento, quando se compara, verifica-se que as perdas de solos anuais para a microbacia com vegetação nativa foram de 154,4 e 3.688,5 $kg \cdot ha^{-1}$ para os anos de 2010 e 2011, respectivamente, sendo superiores as perdas de solos anuais na microbacia raleada de 63,1 e 2.327,6 $kg \cdot ha^{-1}$ para os mesmos anos. Observa-se que o manejo da vegetação que passou pelo processo de raleamento, perde menos solo do que o manejo que a caatinga permaneceu nativa (Figura 9). Exceto no mês de janeiro de 2011, período esse que o manejo raleado ainda não tinha toda a vegetação herbácea desenvolvida, devido ao período de estiagem nos meses anteriores. O manejo de mata nativa perdeu 59 e 37% a mais, respectivos ao ano de 2010 e 2011 quando

comparado ao manejo que passou pelo raleamento no mesmo período. Nota-se ainda que nas duas microbacias o maior pico de perda de solo foi no mês de abril de 2011, mês esse que houve maior altura de precipitação (Figura 5) e o maior registro de umidade no solo (Figura 7).

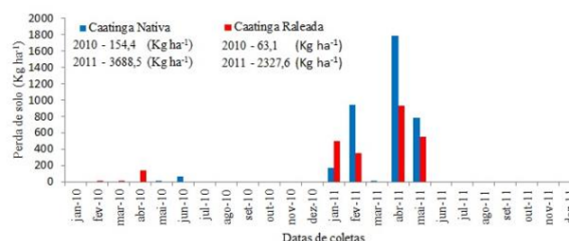


Figura 9: Perda de solos das microbacias com caatinga nativa e raleada, nos anos de 2010 e 2011.

4 CONCLUSÕES

O manejo do raleamento apresenta maior produção de biomassa do estrato herbáceo, quando comparado com a caatinga nativa, influenciando na maior retenção de umidade do solo e menores perdas de água e solo por escoamento superficial;

O raleamento mostrou-se adequado para o bioma caatinga quanto às respostas hidrológicas e sedimentológicas; contudo, é necessário um maior período de estudo para avaliar o comportamento nos anos seguintes.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. W.; NETO, F. L.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um luvisolo em Sumé (pb). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, n. 1, p. 121 – 128, 2001.
- ALBUQUERQUE, A. W.; NETO, F. L.; 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*, sciELO, v. 6, p. 136 – 141, 04 2002. ISSN 1415-4366. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662002000100024&nrm=iso>.

ALVES, N. N. L. *Caracterização de microbacia hidrográfica experimental no semiárido brasileiro como suporte a estudos da degradação*. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) — Departamento

- de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008. 77 f.
- Araujo Neto, J. R. *Efeito de diferentes manejos sobre escoamento superficial em microbacias experimentais no semiárido tropical*. [S.l.: s.n.], 2012. 128 f.
- AVILA, L. F.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M. da. Continuidade e distribuição espacial da umidade do solo em bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, scielo, v. 14, p. 1257 – 1266, 12 2010. ISSN 1415-4366. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010001200002&nrm=iso>.
- COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, scielo, v. 27, p. 743 – 753, 08 2003. ISSN 0100-0683. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000400019&nrm=iso>.
- COSTA, T. C. e Castro da; ACCIOLY, M. A. J. d. O. Luciano José de O.; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. da. Phytomass mapping of the “seridó caatinga” vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation indices. *Scientia Agrícola*, scielo, v. 59, p. 707 – 715, 12 2002. ISSN 0103-9016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162002000400014&nrm=iso>.
- EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solo, 2006. 306 p.
- GARCIA-RUIZA, J. M. et al. Flood generation and sediment transport in experimental catchments affected by land use changes in the central pyrenees. *Journal of Hydrology*, v. 356, n. 1 - 2, p. 245 – 260, 2008. ISSN 0022-1694. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169408001972>>.
- IBAMA. 2002. Acessado em 16 /01/2013. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/caatinga.htm>>.
- MUNOZ-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 semi-arid australia. *Geoderma*, v. 160, n. 3 - 4, p. 524 – 534, 2011. ISSN 0016-7061.
- Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706110003538>>.
- PALACIO, H. A. Q. *Avaliação emergética de microbacias hidrográficas do semiárido submetidas a diferentes manejos*. Fortaleza: [s.n.], 2011. 74 f.
- PIVELI, R. P.; KATO, M. T. *Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos*. São Paulo: ABES, 2005. 285p.
- RODRIGUES, J. O. *O uso da terra e a resposta hidrossedimentológica em pequenas bacias hidrográficas semiáridas*. Dissertação (Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas no Semiárido) — Universidade Federal do Ceará, Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2009. 128f.
- SANTOS, A. M. *Produtividade primária de Macrófitas Aquáticas*. [S.l.]: Limnotemas, 2004. P. 4.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.