



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE QUALITATIVA DAS PERDAS DE SOLO NA BACIA DO RIO DAS FÊMEAS – BA

Rafael Queirós Nascimento ^(a), José Yure Gomes dos Santos ^(b)

^(a) Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias, UFOB, rafaelnascimento.1@hotmail.com

^(b) Centro das Humanidades, UFOB, joseyure.santos@ufob.edu.br

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo

O presente estudo apresenta uma análise qualitativa das perdas de solo na Bacia do Rio das Fêmeas, Estado da Bahia, através da utilização da USLE em ambiente SIG. Para tanto foram utilizados dados de precipitação, relevo, solos e imagens de sensoriamento remoto. As perdas de solo médias na bacia, para o atual uso e ocupação do solo, foram classificadas como baixas. A região com a maior perda de solo, classificada como moderada, foi a região oeste da bacia, onde predomina a agricultura de sequeiro, que possui uma maior susceptibilidade a processos erosivos e que ocupa a maior parcela de área na bacia (58,59%). A região com a menor perda de solo está na região leste, onde está concentrada as maiores porções de área de vegetação nativa (37,33% do total da área da bacia), classe considerada atenuadora de processos erosivos, que apresentou uma perda de solo média classificada como muito baixa.

Palavras chave: USLE, SIG, bacia hidrográfica, perdas de solo.

1. Introdução

A erosão dos solos, pela ação hídrica, constitui-se hoje em um problema ambiental que afeta diferentes regiões em todo o globo. Problema este que tem se potencializado nas últimas décadas em decorrência das severas alterações no uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas para o desenvolvimento de atividades econômicas. Podendo causar problemas



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

como o empobrecimento dos solos (a partir do carreamento dos nutrientes do solo), poluição das águas, assoreamento de rios e reservatórios, bem como contribuir para enchentes em eventos extremos.

A Região Oeste do Estado da Bahia é uma extensa região que tem passado nas últimas décadas por um processo intenso de alteração no seu uso e ocupação do solo para o desenvolvimento de atividades agrícolas de grande escala. A Bacia Hidrográfica do Rio das Fêmeas, localizada nessa região, desde o início da década de 1980 vem sendo submetida a intensos processos de alteração no uso e ocupação do solo, devido à expansão agrícola na região do Oeste da Bahia, com a supressão da vegetação nativa que passou de 99% de ocupação no ano de 1976 para aproximadamente 39% em 2017, sendo que a agricultura irrigada e de sequeiro passaram de 0% no ano de 1976 para aproximadamente 60,6% de ocupação em 2017, tornando o solo desta bacia mais vulnerável aos processos erosivos (NASCIMENTO e SANTOS, 2019).

Muitos modelos hidrossedimentológicos foram desenvolvidos para uma maior compreensão dos processos erosivos do solo, e um dos modelos mais conhecidos e utilizado é a Equação Universal de Perdas de Solo (USLE), desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978), que leva em consideração fatores como topografia, erodibilidade do solo, erosividade da chuva, ocupação do solo e práticas conservacionistas. Além de possuir um baixo custo, este modelo é de fácil manuseio e pode ser integrado ao ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e apresentar as estimativas de perdas de solo distribuídas espacialmente.

Esse método vem sendo amplamente utilizado em escalas de bacias hidrográficas, como nos estudos de Paranhas Filho *et al.* (2003), Farinasso *et al.* (2006), Irvem *et al.* (2007) e Silva *et al.* (2012), e permite além de uma estimativa quantitativa das perdas de solo, uma análise qualitativa dessas perdas, sendo possível assim categorizar qualitativamente as áreas quanto a sua maior ou menor susceptibilidade a processos erosivos em uma bacia hidrográfica. Tornando-se assim um instrumento valioso para a gestão ambiental.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Desta forma, em decorrência das intenção alterações no uso e ocupação do solo da Bacia do Rio das Fêmeas, fruto da expansão agrícola instalada na região desde o início da década de 1980, o presente estudo tem como objetivo estimar e analisar qualitativamente as suas perdas de solo.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo

A Bacia do Rio das Fêmeas situa-se na região do extremo Oeste da Bahia, entre as coordenadas 12°18' e 13°12' de latitude sul e 45°04' e 46°20' de longitude oeste (Figura 1(a)), possui uma área de drenagem de aproximadamente 6.421 km², correspondente a 8,6% do total da área de abrangência da Bacia do Rio Grande, que é o último grande tributário da margem esquerda do Rio São Francisco e um dos principais responsáveis pela manutenção da sua vazão nos períodos de estiagem.

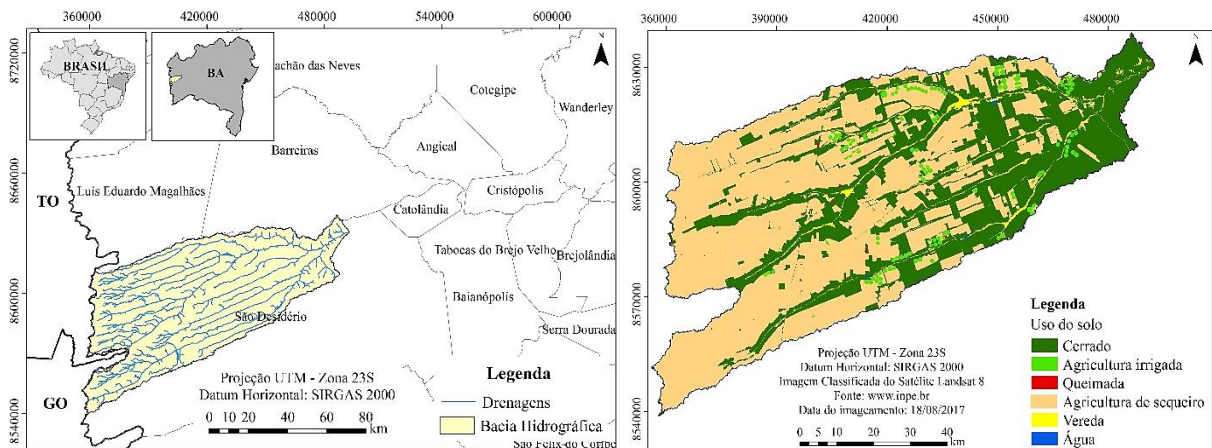


Figura 1(a) – Mapa de localização da Bacia do Rio das Fêmeas. Figura 1(b) – Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Rio das Fêmeas.

2.2 Equação Universal de Perda de Solo (USLE)

As perdas de solo na Bacia do Rio das Fêmeas foram estimadas, em ambiente SIG, por meio da utilização da USLE, dada pela equação proposta por Wischmeier e Smith (1978):



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (1)$$

Onde A é perda de solo por unidade de área ao longo do tempo ($t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$); R é o índice de erosão causado pela chuva ($MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$); K é o fator de erodibilidade do solo ($t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$); LS é o fator topográfico que diz respeito à extensão da vertente (metros) e a declividade da vertente (adimensional, calculado em %); C é o fator de cobertura e manejo do solo (adimensional); P é o fator de práticas conservacionistas (adimensional).

Erosividade da chuva (fator R)

O fator R consiste na capacidade da chuva de causar erosão no solo. Para a determinação desse parâmetro foram obtidos dados pluviométricos disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), de estações localizadas no entorno da Bacia do Rio das Fêmeas, durante o período de 1978 a 2016 e utilizada a equação proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1985):

$$R = \sum_{i=1}^{12} 89,823 \cdot \left(\frac{Pm^2}{Pa} \right)^{0,759} \quad (2)$$

Em que R é a erosividade da chuva ($MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$); Pm é a precipitação média mensal (mm); e Pa é a precipitação total anual (mm).

Erodibilidade do solo (fator K)

O fator K representa a susceptibilidade de um solo a erosão e pode ser obtido através da equação proposta por Williams (1975), que leva em consideração as frações de areia grossa, areia fina, silte, argila e carbono orgânico presentes no solo:

$$K = f_{areia\ g} \cdot f_{ar\text{-}si} \cdot f_{Corg} \cdot f_{areia\ f} \quad (3)$$

Onde $f_{areia\ g}$ é a fração de areia grossa; $f_{ar\text{-}si}$ é a fração de argila e silte; f_{Corg} é a fração de carbono orgânico e $f_{areia\ f}$ é a fração de areia fina.

Cada valor do fator K foi associado à sua mancha de solo na bacia hidrográfica em ambiente SIG. O mapa de solos utilizado na Bacia do Rio das Fêmeas, para associação dos valores do fator K , foi produzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

(EMBRAPA) na escala de 1:5.000.000 e as informações físicas de cada tipo de solo foram obtidas no Sistema de Informações de Solos Brasileiros da EMBRAPA.

Fator topográfico (fator LS)

O fator *LS* consiste na capacidade que o comprimento e a declividade das encostas tem de influenciar na taxa de erosão causada pelas águas da chuva. Quanto maior o comprimento da rampa e maior a sua declividade, maior será a erosão.

O fator *LS* foi obtido por meio de imagens da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 metros, adquiridas no portal do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Para o cálculo do fator *LS* foi utilizada a extensão ArcMUSLE, que baseia-se na equação desenvolvida por Zhang *et al.* (2009):

$$LS = \left(\frac{V \cdot \Delta}{22,13}\right)^{0,4} \cdot \left(\frac{\sin \theta}{0,0896}\right)^{1,3} \quad (4)$$

Em que *V* significa o fluxo acumulado de cada célula; Δ o tamanho de cada célula da imagem dado em metros; θ o ângulo de declividade em graus.

Fator de cobertura e manejo do solo (fator C)

O fator *C* representa a relação entre valores de perdas de solo em terreno cultivado em certas condições e as perdas correspondentes de um terreno que está descoberto e cultivado (CARVALHO, 2008). Para a sua determinação, faz-se necessário o conhecimento do uso e ocupação do solo da área analisada.

O mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Rio das Fêmeas (Figura 1b) foi obtido a partir do processo de classificação supervisionada de uma imagem do satélite Landsat 8 (órbita ponto 220-69 de 18/08/2017), utilizando para tanto o algoritmo *Support Vector Machine* (SVM) do *software* ENVI 5.5. A classificação foi validada com trabalho de campo através da coleta de pontos de localização.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os valores do fator C foram obtidos a partir da literatura em estudos de bacias com coberturas do solo semelhantes as existentes na Bacia do Rio das Fêmeas. A Tabela 1 apresenta os valores do fator C para cada tipo de uso e ocupação do solo.

Tabela 1 – Fator C para cada classe de uso e ocupação do solo.

Uso do solo	Área (ha)	Área (%)	Fator C	Fonte
Cerrado	23.97	37,33%	0,0007	Paranhas Filho <i>et al.</i> (2003)
Agricultura irrigada	12.640,1	1,97%	0,018	Farinasso <i>et al.</i> (2006)
Queimada	335,21	0,05%	0,01	Paranhas Filho <i>et al.</i> (2003)
Agricultura de sequeiro	376.19	58,59%	0,2	Paranhas Filho <i>et al.</i> (2003)
Vereda	12.651,9	1,97%	0,012	Farinasso <i>et al.</i> (2006)
Água	567,63	0,09%	0	Farinasso <i>et al.</i> (2006)

Práticas conservacionistas (Fator P)

O fator P representa a utilização de práticas que proporcionam uma maior proteção ao solo quanto a sua perda em áreas ocupadas. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1985), os valores do fator P variam de 1 a 0,1 de acordo com a prática conservacionista utilizada, tais como: plantio morro abaixo; plantio em contorno; alternância de capinas mais plantio em contorno; cordões de vegetação permanente e terraços. Quanto mais eficiente for a prática adotada, menor será o valor do fator P .

Devido falta de informações da realização de práticas conservacionistas na região da Bacia do Rio das Fêmeas, foi o atribuído o valor de 1, conforme realizado também nos estudos de Irvem *et al.* (2007), Silva *et al.* (2012) e Fistarol (2016).

2.3 Análise qualitativa das perdas de solo

Para análise qualitativa das perdas de solo na Bacia do Rio das Fêmeas foi utilizada a classificação adotada por Irvem *et al.* (2007) e Silva *et al.* (2012), apresentada na Tabela 2.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela 2 – Classificação das perdas de solo em bacias hidrográficas.

Perdas de solo (t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Classificação
<5	Muito baixa
5 – 12	Baixa
12 – 50	Moderada
50 – 100	Forte
100 – 200	Muito forte
>200	Extremamente forte

3 Resultados e discussões

A Figura 2(a) apresenta distribuição espacial do fator R na Bacia do Rio das Fêmeas, que possui valores mínimos de 6.176,2 (MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹), máximos de 8.804,2 (MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹) e um valor médio de 7.269,1 (MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹), considerado muito forte conforme classificação da Eletrobrás (1988), citada por Carvalho (2008).

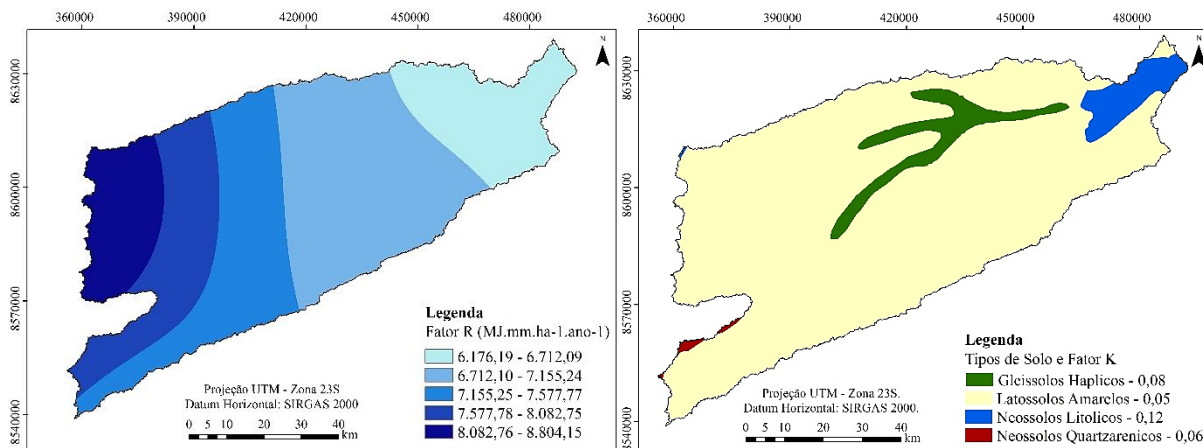


Figura 2(a) – Fator R espacializado na Bacia do Rio das Fêmeas. Figura 2(b) – Fator K espacializado na bacia do Rio das Fêmeas.

Os valores de erosividade da chuva aumentam no sentido de leste para oeste, assim como os índices pluviométricos, ficando a porção oeste da bacia, que concentrada a maior parte da área agrícola, conforme a Figura 1(b), susceptível a uma maior degradação do solo pelo impacto das gotas de chuva.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A Figura 2(b) apresenta os tipos de solo presentes na bacia e seus respectivos valores do fator K , que apresentam valores considerados de fraca erodibilidade de acordo com a classificação proposta pela Eletrobrás (1988), citada por Carvalho (2008).. O solo com menor potencial de erosão é o Latossolo Amarelo, que corresponde a mais de 90% da área da bacia, logo o fator K contribui pouco para a erosão do solo. Já o solo mais suscetível à erosão o Neossolo Litólico, que corresponde a uma porção de apenas 3,97%, e localiza-se na porção leste da bacia, próximo a foz.

A Figura 3(a) representa o fator LS na bacia que apresenta um valor médio de 0,31. A classe predominante varia de 0 até 0,3, seguida da classe 0,4 até 1,0, demonstrando que a topografia é muito plana no interior da bacia, o que indica que o fator LS não é um agravante na perda e erosão do solo em uma porção considerável da bacia. Na porção leste da bacia o valor aumenta de 7,8 até 22,0 e é explicado pela ocorrência das feições geomorfológicas dos Planaltos em Patamares que ocasionam esse aumento no desnível, aumentando assim o potencial de erosão do solo, a partir desse fator, nessa parte da bacia.

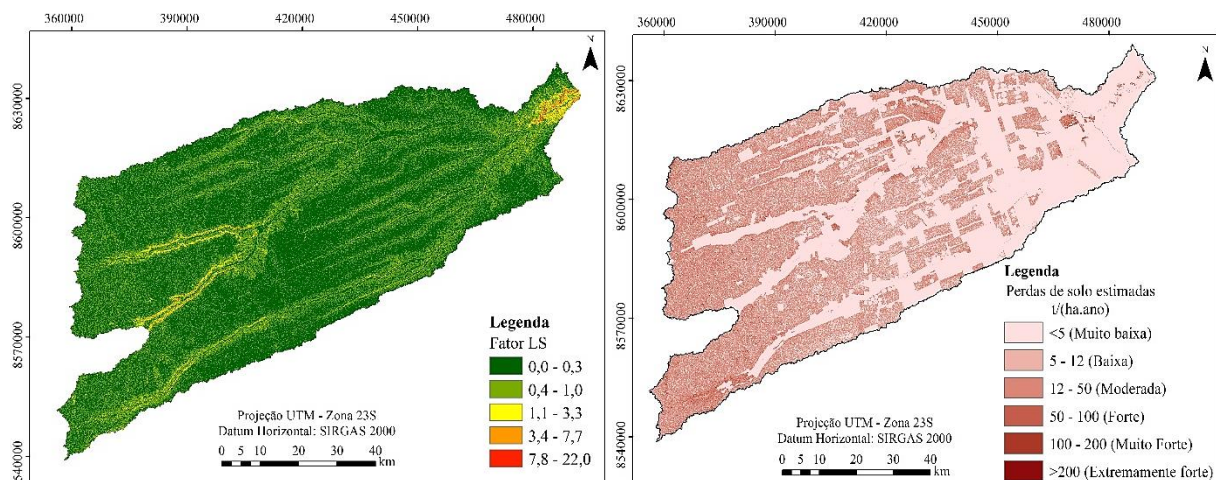


Figura 3(a) – Mapa de distribuição do Fator LS na Bacia do Rio das Fêmeas. Figura 3(b) – Mapa de perda de solo para a Bacia do Rio das Fêmeas.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Em relação ao fator *C* (Tabela 1), a classe agricultura de sequeiro (Figura 1(b)), que possui uma área de 58,59%, é a mais vulnerável aos processos erosivos do solo devido sua maior exposição aos impactos das gotas de chuva, além do fluxo laminar intenso, contribuindo assim para uma maior desagregação e transporte de sedimentos. A classe cerrado (Figura 1(b)), abrange uma área de 37,33% de área e possui o menor valor para o fator *C* (Tabela 1), devido a cobertura vegetal ser um bom atenuante aos processos erosivos, já que protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, além das raízes contribuírem para uma maior estabilidade do solo, infiltração e diminuição da quantidade de solo transportado pela erosão laminar.

A classe agricultura irrigada (Figura 1(b)), possui o valor de fator *C* inferior a agricultura de sequeiro (0,018), já que apresenta uma cobertura do solo mais constante ao longo do ano quando comparado a agricultura de sequeiro, o que diminuiu assim a sua susceptibilidade aos processos erosivos, quando comparado com a agricultura de sequeiro.

A Figura 3(b) apresenta a estimativa de perda de solo para a Bacia do Rio das Fêmeas, no período e nas condições analisadas. As perdas de solo na bacia variaram de 0 a 380 t.ha⁻¹.ano⁻¹, com valores médios de 10,85 t.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo considerada baixa de acordo com a classificação adotada por Irvem *et al.* (2007) e Silva *et al.* (2012).

A Tabela 3 apresenta a distribuição qualitativa das perdas de solo na Bacia do Rio das Fêmeas.

Tabela 3 – Distribuição qualitativa das perdas de solo.

Perdas de solo (t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Classificação	Área (%)
<5	Muito baixa	53,85%
5 – 12	Baixa	14,21%
12 – 50	Moderada	29,08%
50 – 100	Forte	2,65%
100 – 200	Muito Forte	0,20%
>200	Extremamente Forte	0,01%

Observa-se que 53,85% da bacia apresenta perdas de solo consideradas muito baixas (Tabela 3). Isso decorre do consórcio de fatores com baixa susceptibilidade a processos erosivos



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

em parte considerável da bacia, como o fator K do Latossolo Amarelo, o fator LS e o fator C das áreas de vegetação nativa.

Por outro lado, as áreas que apresentaram uma perda de solo mais intensas foram aquelas que tiveram o consórcio de fatores com um potencial erosivo mais intenso, como o fator R da porção oeste e o fator C da agricultura de sequeiro.

A Tabela 4 apresenta as perdas de solo de acordo com o uso e ocupação do solo, o que corrobora essa análise.

Tabela 4 – Classificação das perdas de solo de acordo com uso e ocupação.

Uso do solo	Área (ha)	(%)	Perda de solo (t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)		Classificação
			Média	Desvio Padrão	
Agricultura de sequeiro	376.19	58,59%	18,25	17,02	Moderada
Cerrado	239.70	37,33%	0,13	0,32	Muito baixa
Agricultura irrigada	12.640,1	1,97%	1,91	1,74	Muito baixa
Vereda	12.651,9	1,97%	3,46	11,55	Muito baixa
Água	567,63	0,09%	0	0	Muito baixa
Queimada	335,21	0,05%	1,32	2,33	Muito baixa

A agricultura de sequeiro, que ocupa 58,59% da área total da bacia (Tabela 4) e que apresenta um valor do fator C mais elevado, apresentou uma perda de solo média de 18,25 (t.ha⁻¹.ano⁻¹), sendo classificada como moderada. Já a classe cerrado, que possui a segunda maior representatividade de área da bacia, com 37,33%, mas um valor inferior do fator C , apresentou uma média de perda de solo de apenas 0,13 (t.ha⁻¹.ano⁻¹), sendo classificada como muito baixa.

As demais classes de uso e ocupação do solo como agricultura irrigada, vereda, água, queimada, possuem uma área de cobertura bem inferior e foram classificadas como perda de solo nula ou pequena (Tabela 4).

As perdas de solo estimadas para a Bacia do Rio das Fêmeas foram inferiores as estimadas para a Bacia do Rio de Ondas por Fistarol *et al.* (2016), que estimou uma perda de



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

solo média considerada moderada (média de $13,36 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e valores superiores de perdas na classe de agricultura de sequeiro (média de $32,69 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$).

Embora ambas as bacias possuam as características físicas e de ocupação semelhante, os maiores valores estimados de perdas de solo para a Bacia do Rio de Ondas, quando comparado a Bacia do Rio das Fêmeas, deve-se ao fato da Bacia do Rio das Fêmeas apresentar mais áreas com valores elevados do fator *LS*.

4. Considerações finais

A perda de solo média da Bacia do Rio de Ondas, para o atual uso e ocupação do solo, foi estimada em $10,85 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, sendo considerada baixa.

Os fatores principais para a contribuição dos processos erosivos foram o *LS* e *C*, com maior destaque para o fator *C*. A região com maior potencial para perda de solo foi a região oeste da bacia, onde se concentra a maior parte das áreas de agricultura de sequeiro, o que evidencia que esse uso, sem a adoção de práticas conservacionistas adequadas, contribui em grande quantidade para a perda de solo. Por outro lado, a região leste da bacia, onde predomina a vegetação nativa do cerrado, apresentou uma perda de solo muito baixa, demonstrando assim a eficiência da cobertura vegetal na atenuação de processos erosivos.

Deve ser estimulado o uso de práticas conservacionistas que diminuam as perdas de solo em áreas agrícolas, bem como a preservação da vegetação nativa da região.

Para um maior entendimento, essas estimativas de perdas de solo aqui apresentadas, devem ser corroboradas a partir de cálculos de taxa de transferência de sedimentos e dados sedimentométricos coletados em campo.

Agradecimentos

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq em parceria com a UFOB pela bolsa de iniciação científica do primeiro autor.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Referências Bibliográficas

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

FARINASSO, M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; RAMOS, V. M. Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da EUPS – Equação Universal de Perdas de Solo utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba – PI-MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, p. 73-85, 2006.

FISTAROL, P. H. B.; SANTOS, J. Y. G.; NAKAMURA, T. C. Estimativas das perdas de solo na Bacia do Rio de Ondas, Estado da Bahia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS. 12., 2016, Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: ABRH.

IRVEM, A.; TOPALOGLU, F.; UYGUR, V. Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan River Basin in Turkey. **Journal of Hydrology**. v. 336, n. 1, p. 30 – 37, 2007.

NASCIMENTO, R. Q.; SANTOS, J. Y. G. Análise das alterações ocorridas no uso e ocupação do solo da Bacia do Rio das Fêmeas, Estado da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 19., 2019, Santos. **Anais...** Santos: SELPER Brasil.

PARANHAS FILHO, A. C.; FIORI, A. P.; DISPERATI, L.; LUCCHESI, C.; CIALI, A.; LASTORIA, G. Avaliação multitemporal das perdas de solo na Bacia do Rio Taguarizinho – MS. **Boletim Paranaense de Geociências**. v. 52, p. 49 – 59, 2003.

SILVA, R. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L., SANTOS, C. A. G.; Integration of GIS and remote sensing for estimation of soil loss and prioritization of critical sub-catchments: a case of study of Tapacurá catchment. **Natural Hazards**. v. 62, n. 3, p. 953 – 970, 2012.

WILLIAMS, J. R. Sediment routing for agricultural watersheds. **Journal of the American Water Resources Association**. v. 11, p. 965 – 974, 1975.

WISCHMEIER, W. R.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: Guide to conservation farming**. US Department of Agricultural Handbook, 1978, n. 537, p. 58.

ZHANG, Y.; DEGROOTE, J.; WOLTER, C.; SUGUMARAN, R. Integration of Modified Universal Soil Loss Equation (MEUPS) into a GIS framework to asses of soil erosion risk. **Land Degradation & Development**. v. 20, n. 1, p. 84 – 91, 2009.