



www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 20, nº 2 (2019)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v20i2.1414>



ESTIMATIVA E MAPEAMENTO DA EROSÃO BRUTA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERIDÓ, BRASIL

ESTIMATION AND MAPPING OF GROSS EROSION IN THE SERIDÓ RIVER WATERSHED, BRAZIL

Davi Rodrigues Rabelo

*Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará
Av. da Universidade, 2853, Fortaleza, Ceará. CEP: 60020-181. Brasil
ORCID: orcid.org/0000-0002-5449-6326
E-mail: dv_rr@hotmail.com*

José Carlos de Araújo

*Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará
Av. da Universidade, 2853, Fortaleza, Ceará. CEP: 60020-181. Brasil
ORCID: orcid.org/0000-0002-2649-151X
E-mail: jcaraujo@ufc.br*

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
09/03/2018
Aceito (Accepted):
14/03/2019

Palavras-chave:

Erosão. Hidrossedimentologia.
Modelagem sedimentológica.

Keywords:

Erosion. Hydro-sedimentology.
Sedimentological modeling..

Resumo:

Os sertões nordestinos sofrem as consequências da intensificação dos processos morfodinâmicos superficiais através da erosão, causada por uso intensivo e inadequado do solo. Tais problemas geram consequências para a relação entre a Sociedade e a Natureza. De fato, a erosão e o assoreamento, causam, entre outros, impactos sócio-ambientais e econômicos, tais como o desgaste do perfil de solo, a diminuição da produtividade agrícola, a redução da capacidade de armazenamento de rios e reservatórios, assim como a diminuição da disponibilidade hídrica. A presente pesquisa buscou estimar a erosão bruta da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN-PB, 10 mil km²) afim de entender como se distribui espacialmente a erosão em toda extensão da bacia. Foram utilizados dados primários e secundários na produção de mapas temáticos, revisão teórico-metodológica do objeto, utilização de imagens (sensoriamento remoto), métodos geoestatísticos, realização de trabalho de campo e modelagem sedimentológica. Para estimativa da erosão bruta foi utilizada a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) para o recorte temporal de 1992 até 2015. Com isso, foi possível interpolar espacialmente as variáveis da EUPS de interesse para toda a bacia. Foram gerados mapas de erosividade de chuva, erodibilidade do solo, fator topográfico e fator de uso e cobertura do solo. Essas informações permitiram a parametrização da EUPS, que sintetiza a erosão bruta na bacia. A erosão bruta média da bacia (1992-2015) foi de 29 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, porém, em alguns pontos críticos, a erosão bruta superou 100 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. A metodologia aplicada permitiu, portanto, uma avaliação temporal e espacial da erosão bruta na bacia.

Abstract:

The Northeastern backlands are currently subject to environmental damage, an intensifying of surface morphodynamic processes caused by intensive and inadequate (and ultimately erosive) soil use. Such interference results in complications for the socio-environmental relationship. Erosion and silting cause, among other consequences, socio-environmental and economic impacts, such as soil destruction, decrease in agricultural productivity, reduction in capacity for rivers and reservoirs, as well as water availability decrease. The present research sought to evaluate gross erosion of the Seridó River Basin (RN-PB, 10 thousand km²) in order to understand how erosion the basin. Primary and secondary data were applied to elaborate thematic maps, was elaborated a theoretical-methodological review of the object, being also used remote sensing in addition to geostatistical methods and sedimentological modeling. Estimating the gross erosion, the Universal Soil Loss Equation (EUPS) was applied to the 1992-2015 period. With this, it was possible to spatially interpolate the variables of interest for the whole basin. Maps were generated for rain erosivity, soil erodibility, topographic factor, use factor and soil cover. This information allowed the parameterization of the EUPS, which synthesizes the mean gross erosion of the basin. According to the results, the average gross erosion of the basin is 29 ton ha⁻¹.yr⁻¹, but at some critical points, the gross erosion exceeds 100 ton.ha⁻¹.yr⁻¹. The applied methodology allowed, therefore, a temporal and spatial evaluation of the sediment production in the basin.

1. Introdução

A erosão é um fenômeno natural. Entretanto, pode ser acelerada e se transformar em um problema, como consequência dos impactos negativos de ação antrópica inadequada sobre os recursos naturais, como demonstram Almeida *et al.* (2017). A forma como o solo é tratado durante um período histórico gera consequências em longo prazo, que vai interferir na dinâmica ambiental no decorrer dos anos. Em um contexto maior, a degradação ambiental constitui perda ou diminuição de seus recursos, sendo as áreas mais afetadas aquelas relacionadas ao desgaste do solo pela agropecuária; pela contaminação por pesticidas e fertilizantes; pelo lançamento de efluentes nos canais fluviais; e pela emissão de gases tóxicos na atmosfera, entre outros (LIMA e RONCAGLIO, 2001). O conhecimento dos elementos envolvidos na degradação ambiental pode ser empregado para evitar e eventualmente remediar o problema.

Os processos erosivos geram perdas do solo nos períodos chuvosos em que o escoamento superficial, influenciado pelo declive, pelo solo e por seus usos, ocasiona elevada mobilização de partículas (GUERRA, 2001; MEDEIROS *et al.*, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2017). A erosão pode ser induzida ou catalisada pela sociedade. O processo de degradação dos solos é produzido a partir da retirada da cobertura vegetal, com isso afetando diretamente suas características físicas, químicas e biológicas. Essa deterioração provoca a redução da fertilidade das terras, alterando sua capacidade de benefício para a população (SAMPAIO *et al.*, 2005). Com os processos

erosivos e barramento do transporte de sedimento, os açudes da região vêm perdendo a qualidade da água, ocorrendo assoreamento e aumentando a evaporação nos reservatórios (ARAÚJO, 2003), o que afeta a disponibilidade hídrica para o abastecimento humano. De fato, os processos hidrossedimentológicos afetam diretamente os reservatórios, pois esses interrompem o fluxo natural da água e dos sedimentos, ocasionando o assoreamento do corpo hídrico.

Os danos causados pela erosão hídrica têm como consequências as perdas de solo, entre outras. Na fase inicial da erosão, os prejuízos são mais elevados por causa da retirada da camada mais fértil do solo, como o horizonte A. Para estimativa de quanto de solo está sendo erodido, o modelo empírico largamente utilizado nessa predição é a Equação Universal da Perda de Solo (em inglês, USLE), desenvolvida com dados de escoamento superficial e perda de solo em mais de 10.000 parcelas experimentais sob condições de chuva natural e simulada (WISCHMEIER e SMITH, 1978).

A presente pesquisa tem como objetivo geral estimar e analisar espacialmente a erosão bruta na bacia hidrográfica do Rio Seridó, sujeita a intenso uso e ocupação do solo. Além disso, analisar os parâmetros da equação através da interpolação e mapeamento dos mesmos.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

A área de estudo da presente pesquisa é a bacia hidrográfica do Rio Seridó, que é a principal sub-bacia

do Rio Piranhas-Assu (43,7 mil km²) e tem uma área de aproximadamente 10 mil km². Localiza-se entre o Rio Grande do Norte e a Paraíba (Figura 1). A região

do Seridó é dividida em quatro partes: Seridó ocidental potiguar, Seridó oriental potiguar, Seridó ocidental paraibano e Seridó oriental paraibano.

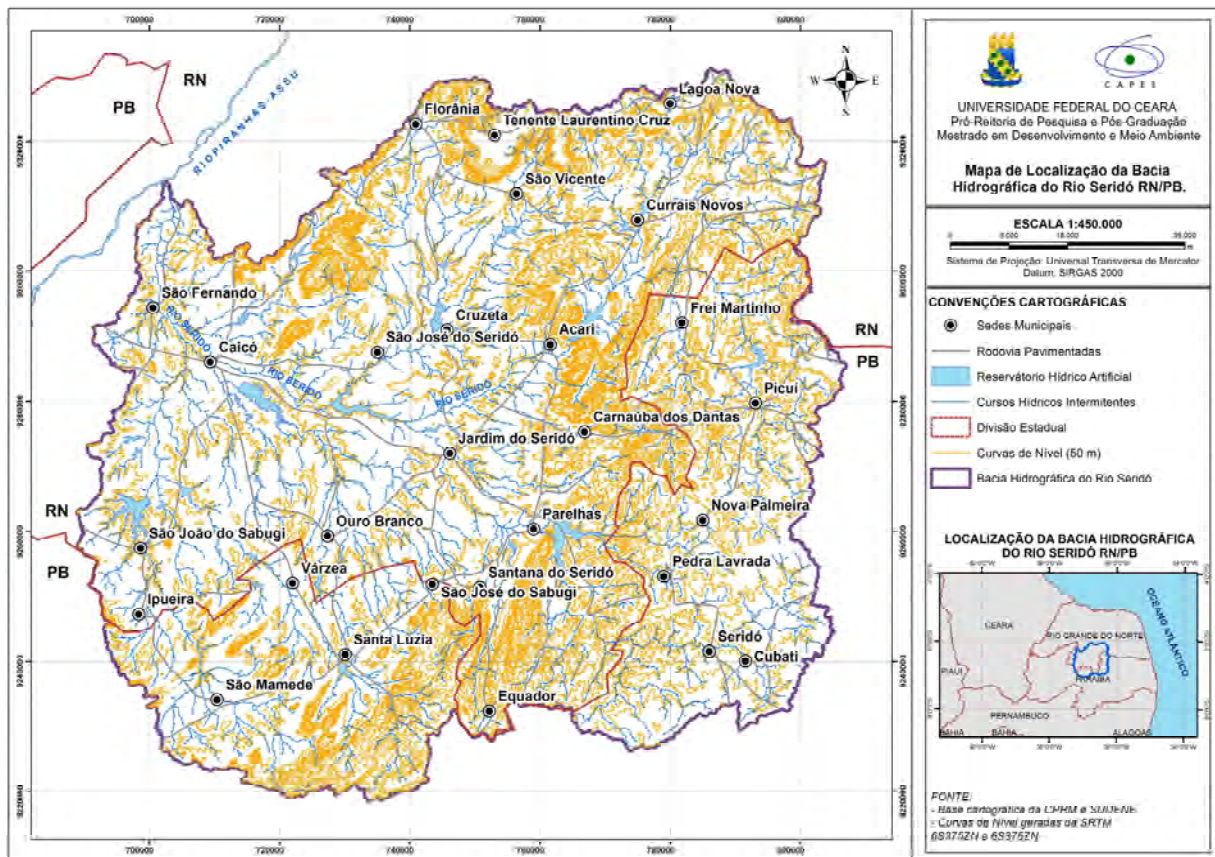


Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Seridó RN/PB. Fonte: Autor, 2017.

A área tem como classificação climática de Köppen, o tipo Semiárido quente e seco (Bwsh). Apresenta-se um regime pluviométrico marcado por irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço (PINHEIRO *et al.*, 2016). O padrão do clima na região Nordeste mantém estreita relação com o deslocamento Zona de Convergência inter-Tropical (ZCiT), do Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) e das ondas de leste (FERREIRA; MELLO, 2005). A característica do embasamento cristalino e da semiaridez causam características de drenagens típicas dessa região, rios intermitentes e de drenagens exorréica dentritica.

As condições geológicas da bacia do rio Seridó são bastante distintas na sua litologia, com ocorrência de rochas metamórficas relacionadas ao pré-cambriano superior, que tem influência direta sobre as formas de relevo como a depressão sertaneja e tipos de solo na região. A localização na porção central da província es-

trutural da Borborema diz respeito ao sistema de dobramentos Seridó, no qual zonas de cisalhamento, fraturas e dobras constituem os principais indícios dos esforços tectônicos desencadeados para a formação crustal que representa o planalto da Borborema (PIRES, 2006).

As diferentes feições geomorfológicas encontradas na bacia hidrográfica tiveram como principal dinâmica a erosão diferencial, evidenciadas através de maciços residuais em plena depressão sertaneja e em vales dissecados no planalto da Borborema. São identificadas nove feições: superfície de deposição; platô tabuliforme; escarpa dissecada; inselberg; morros residuais; serrotes e cristas residuais; superfície aplainada; platô, cristas e vales encaixados; baixas cristas e superfície dissecada (RABELO; SANTOS, 2016). O planalto sedimentar tem características de que sofreu processo de inversão do relevo. Isso ocorre quando há um alçamento de superfície por ação tectônica ou erosão diferencial (MAIA *et al.*, 2016). Podem-se identificar

essas feições por causa de sua característica geomorfológica em forma de chapada (topo plano).

A bacia do Rio Seridó tem características ambientais abrangendo um mosaico heterogêneo de feições pe-

dológicas identificadas em Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico, Neossolo Flúvico, Planossolo, Luvisolos, Argissolos, Cambissolos e Latossolos (EMBRAPA, 2009), conforme Figura 2.

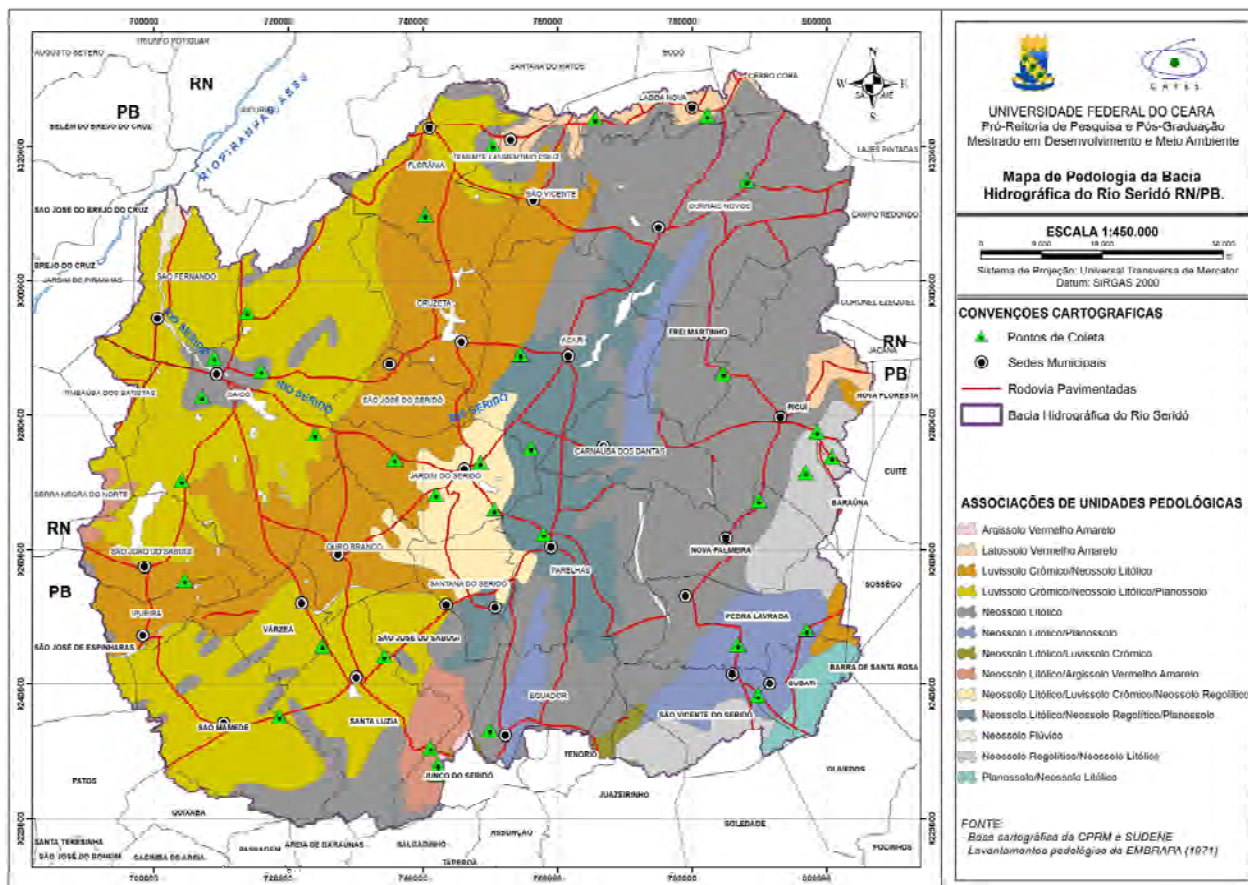


Figura 2 - Mapa de solos e amostragem da bacia hidrográfica do Rio Seridó (PB/RN) com base nos levantamentos pedológicos de EMBRAPA (1971). Fonte: Autor, 2017.

A vegetação típica é o Bioma da Caatinga. Apesar de o bioma Caatinga não ter características uniformes, distribuem-se de tal maneira que é possível identificar diversos níveis de conservação e degradação da vegetação, assim como áreas de solos mais profundos ou formação de brejos.

O semiárido brasileiro teve processo histórico muito caracterizado pela produção agrícola. No século XXI, a pecuária (extensiva e intensiva) ainda é muito marcante, sendo praticada nessas áreas mais abertas da Caatinga. Além disso, o extrativismo vegetal é muito presente, degradando a cobertura vegetal e expondo o solo aos processos erosivos. Os reservatórios hídricos são intervenções frequentemente usadas para fins de abastecimento público para diversas cidades da bacia e estão associados a política de convivência com a seca.

2.2 Coleta de dados

Foram consultados diversos órgãos institucionais para serem obtidos dados da presente área de pesquisa, entre eles, a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), no que tange aos dados pluviométricos; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/Solos), no que diz respeito as informações de solo; e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no qual foram obtidos dados *raster* do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) das cenas 06S375SA e 07S375SA. Além das imagens do satélite LandSat 8 do sensor *Operational Earth Imager* (OLI), disponível para área na data de três de junho de 2013.

Os dados primários foram obtidos através de levantamento de campo, coleta e análise laboratorial. O primeiro consistiu em identificar áreas de uso e cobertura vegetal da paisagem, barrancos de solo, verificação de áreas degradadas, vertentes dissecadas e os limites da bacia hidrográfica. Foram coletadas três amostras deformadas e indeformadas por associação de solo através do trado *Uhland* (trato utilizado para retirada de amostra indeformada), somando-se 33 amostras de solo ao longo da bacia hidrográfica do rio Seridó. Depois da coleta de solo (Figura 2), as amostras foram submetidas a análise granulométrica, de matéria orgânica e de permeabilidade.

Foram realizados ensaios geotécnicos: análise granulométrica, índice de infiltração e teor de matéria orgânica. Através desses ensaios, com base nas normas do ABNT como NBR 6457 (1984), NBR 7181 (1986) e NBR 13600 (1996), encontraram-se parâmetros da erodibilidade dos solos.

2.3 Equação Universal de Perda de Solo (EUPS)

A equação de perda de solo – USLE (*Universal Soil Loss Equation*), proposta e revisada por Wischmeier e Smith (1978), que representa uma mensuração de quanto de sedimento está sendo erodido localmente (erosão bruta) é representado pela Equação 1:

$$\varepsilon = R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

na Equação 1: ε = perda de solo por erosão ($\text{ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); R = erosividade da chuva ($\text{MJ.mm. ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); K = erodibilidade do solo ($\text{ton.h.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$); LS = fator topográfico (adimensional); e CP = fator de cobertura vegetal multiplicado pelo fator de uso e ocupação do solo (adimensionais).

Pode-se calcular o fator R usando-se uma abordagem empírica, que tem como base as precipitações mensais e anuais, expressa pela Equação 2, de Lombardi Neto e Moldenhauer (1992):

$$R = 68,730.(r^2/H)^{0,841} \quad (2)$$

em que r = Precipitação mensal, em mm; e H = Precipitação média anual, em mm. A Equação 2 foi usada na presente pesquisa. Foram utilizados os dados pluviométricos mensais e anuais de 30 estações pluviométricas na região do Seridó com uma série histórica de 23 anos (1992 – 2015).

Para avaliação do fator K, usou-se a metodologia de Wischmeier e Smith (1978), representada de forma algébrica pelo nomograma. Para se calcular a erodibilidade do solo, fazem-se necessários os seguintes: fração de areia, silte e areia muito fina; fração de matéria orgânica; estrutura do solo e permeabilidade.

Para determinação do fator LS, o presente trabalho utilizou a Equação 3, citada por Carvalho (1995), cuja formulação é dada por:

$$LS = 0,00984.Lr^{0,63}.D^{1,18} \quad (3)$$

na Equação 3, Lr é o comprimento médio de rampa (m); e D o grau de declividade (%). Fernandes (2000) propôs a Equação 4 para calcular o comprimento médio de rampa em uma bacia ou em uma quadrícula:

$$Lr = A_q / (4. \Sigma L_{\text{dren}}) \quad (4)$$

na Equação 4, ΣL_{dren} a soma dos comprimentos de drenagem em uma célula; e A_q a área da célula. Além de rios e riachos, são considerados, para efeito de drenagem, as estradas e os contornos de lagos. Esta equação foi feita a partir da concepção do retângulo equivalente.

Araújo (2003) propôs um fator de correção de escala (λ), pois grande parte dos drenos não são visíveis, dependendo da escala de trabalho. Através de regressão, os valores para a escala 1:450.000 foi de: para áreas íngremes $\lambda = 5,6$; para áreas de declividade moderada; e para áreas planas $\lambda = 4,0$.

A partir da classificação do uso e cobertura da paisagem através da imagem de satélite, foram atribuídos os valores para se obter o fator de uso e manejo do solo (C) a partir da literatura recomendada. O fator P é obtido normalmente segundo a literatura de Wischmeier e Smith (1978), mas no caso da bacia hidrográfica estudada, este valor foi considerado unitário ($P = 1$), pois se observa que não há na área práticas agrícolas conservacionistas.

Foram utilizados para compor a base cartográfica e geoprocessamento os software AutoCAD e ArcGIS 10.5, ambos com licença educacional.

3. Resultados e Discussão

3.1 Erosividade (R)

O valor da erosividade na bacia variou entre 2.208 a 4.802 MJ.mm. ha⁻¹. h⁻¹. ano⁻¹ (Figura 3). Essa variação é decorrente da distribuição espaço-temporal irregular do clima semiárido. A área a oeste da bacia teve maior erosividade na região do Seridó potiguar. As maiores manchas de erosividade na Paraíba tiveram como influência a interpolação dos municípios de Serra Negra do Norte (serra úmida situada fora da área da bacia) e o município de São Mamede (maior média pluviométrica do Seridó paraibano). No contexto da bacia hidrográfica do rio Seridó, os dados pluviométricos das sedes municipais do Rio Grande do Norte, que ficam ao norte da bacia, possuem valores maiores de erosividade que os municípios paraibanos ao sul da bacia hidrográfica. Esse fenômeno pode ser entendido a partir da característica da ZCiT (principal agente climático) em seu movimento no hemisfério sul, variando sua latitude na

região de estudo entre 6° e 7° (latitudes em que a bacia está inserida), ocorrendo nas áreas de menor latitude as maiores precipitações.

Ressalte-se que, para que ocorra a produção e a transferência de sedimentos, é necessário que haja escoamento com potência de corrente suficiente para promover seu transporte. Entretanto, nas bacias semiáridas, é frequente a ausência de correntes com potencial elevado de transporte, o que favorece à deposição dos sedimentos antes de atingir o exutório das bacias. Com isso, o sedimento se deposita nos espaços intermediários, alterando as formas de relevo. Medeiros *et al.* (2014) mediram esse efeito em uma bacia de meso-escala (10³ km²), aninhada à bacia do Rio Jaguaribe, Ceará. De modo análogo, Queiroz *et al.* (2018) demonstraram que, na região do baixo curso do Rio Jaguaribe, a ocorrência de barras e ilhas fluviais – decorrentes do aporte elevado de sedimentos, seguido de sua deposição – segue uma tendência sazonal, fortemente influenciada pelo regime hidrológico do semiárido brasileiro.

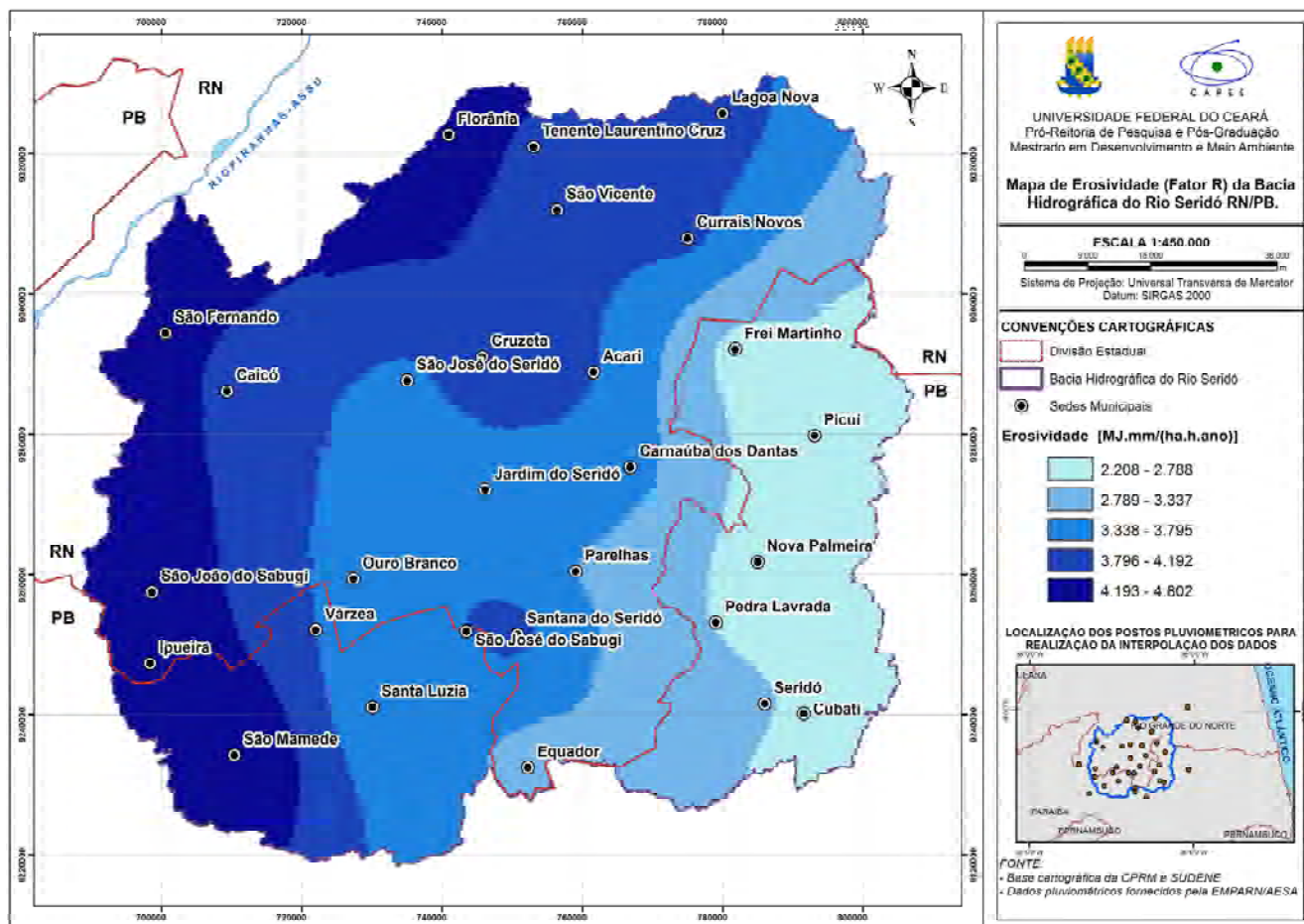


Figura 3 - Mapa de Erosividade da bacia do Rio Seridó. Fonte: Autor, 2017.

3.2 Erodibilidade (K)

De acordo com as curvas granulométricas obtidas através dos resultados de laboratório, foram constatados que todos os solos têm o predomínio de sedimentos arenosos com frações entre 2,0 – 0,1 mm de diâmetro

de grão e índice de infiltração geralmente de lenta a moderada (de acordo com a Figura 4). A porcentagem de matéria orgânica teve uma média de 2,5% dos solos coletados. De acordo com o Nomograma de Wischmeier e Smith (1978), as variáveis para se obter o valor de K foram as seguintes, Tabela 1.

Tabela 1: Avaliação da erodibilidade do solo (ton.h.MJ⁻¹. mm⁻¹) pelo nomograma de Wischmeier.

Amostra	Textura (%) - (0,002 a 0,1 mm)	Textura (%) - (0,1 a 2 mm)	M.O (%)	Estrutura	Classificação da Permeabilidade	Fator K	Classificação da Erodibilidade
LT	0	79	2,427	1	2	0,008	baixa
LVNL	20	31	2,593	1	5	0,021	média
LVNLPL	24	26	3,713	1	6	0,026	média
LVNLPL 2	21	40	3,213	1	6	0,028	média
NL	23	33	2,408	1	4	0,017	baixa
NL 2	30	55	2,575	1	5	0,029	média
NLAG	19	45	3,563	1	5	0,021	média
NLLVNR	8	32	2,248	1	4	0,016	média
NLNRPL	18	66	1,245	1	3	0,020	média
NLPL	18	66	1,577	1	4	0,018	baixa
NRNL	22	63	1,99	1	4	0,021	média

LVNL: Luvissole / Neossolo lítolico; **LVNLPL:** Luvissole / Neossolo lítolico / Planossolo; **NL:** Neossolo lítolico; **NLLVNR:** Neossolo lítolico / Luvissole / Neossolo regolítico; **NLNRPL:** Neossolo lítolico / Neossolo regolítico / Planossolo; **LVNLPL2:** Luvissole / Neossolo lítolico / Planossolo; **LT:** Latossolo; **NLPL:** Neossolo lítolico / Planossolo; **NL2:** Neossolo lítolico; **NLAG:** Neossolo lítolico / Argissolo; **NRNL:** Neossolo regolítico / Neossolo lítolico. Fonte: Autor, 2017.

Diante disso, os valores de K foram espacializados através de interpolação (Kringagem) resultando no mapa de erodibilidade da bacia hidrográfica do Rio Seridó, conforme Figura 4. A distribuição espacial do valor de K no mapa mostrou que alguns pontos do alto curso dos rios são mais erodíveis que em outros, podendo causar maior transporte dos sedimentos por ter maior força de incisão de drenagem. No entanto, a bacia do Rio Seridó tem valores de erodibilidade médios e bem distribuídos espacialmente nos seus compartimentos geomorfológicos.

3.3.Fator topográfico (LS)

A área de estudo tem uma relevância geomorfológica grande no que concernem tempos geológicos distintos, do pré-cambriano ao cenozoico, representadas por rochas metamórficas da Depressão Sertaneja e coberturas sedimentares da Formação Serra dos Martins nos planaltos.

De acordo com os dados da SRTM, a média de declividade média da bacia é de 8%, sendo assim classificada como relevo ondulado. No entanto, de acordo com o mapa de declividade, são mostradas as áreas mais íngremes, de 20% a 45% (fortemente ondulada) conforme EMBRAPA (1979). Essas áreas têm inclinação que favorecem os processos erosivos de serem mais incisivos.

Os valores do comprimento de rampa variaram entre 30 metros, em área próxima ao exutório, e 80 metros em áreas de alto curso. A variação dos valores se deu através da inserção da drenagem na área da quadrícula. Quanto maior o comprimento da rede de drenagem em uma determinada área, menor é o comprimento de rampa.

Com os valores de declividade e comprimento de rampa, foi possível calcular o fator topográfico (LS) da EUPS de acordo com a Equação 3. O fator foi representado para cada quadrícula variando os valores de 0,83 a 1,52, conforme a Figura 5.

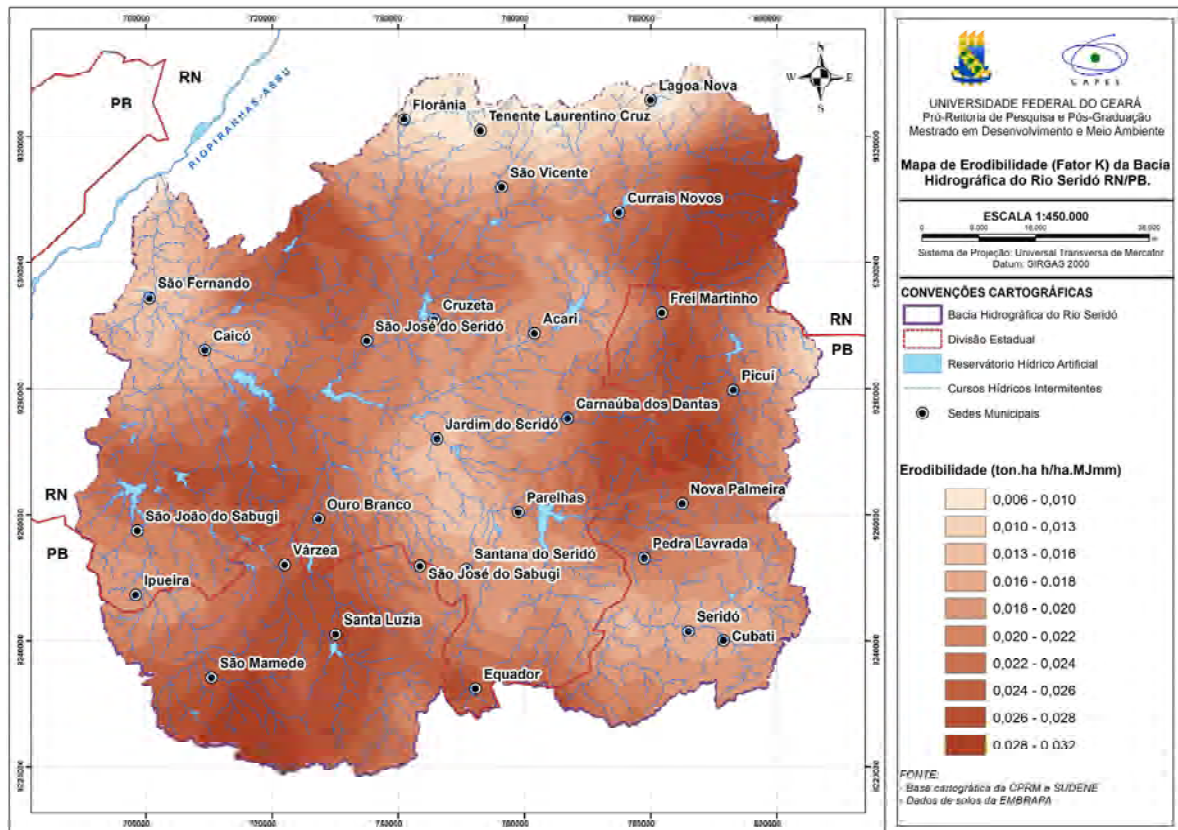


Figura 4 - Mapa de Erodibilidade (Fator K) da bacia hidrográfica do rio Seridó. Fonte: Autor, 2017.

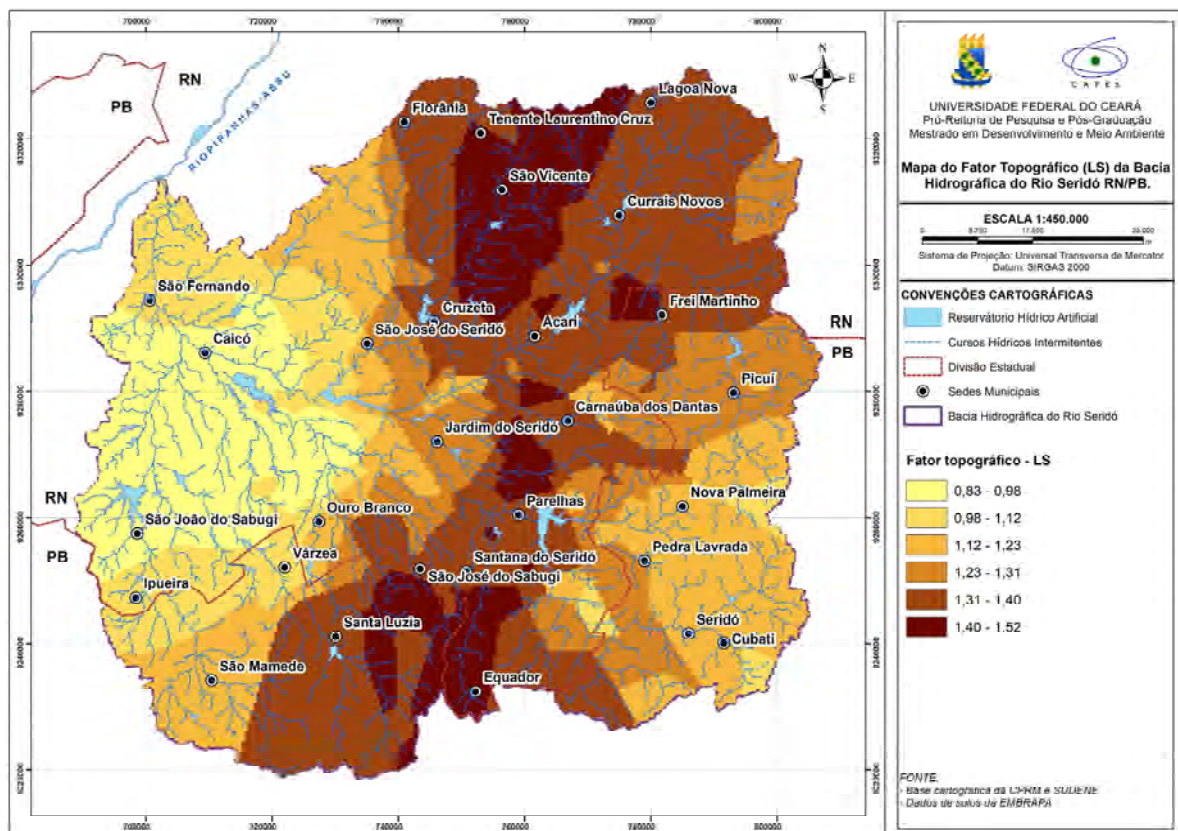


Figura 5 - Mapa do Fator Topográfico (LS) da bacia do rio Seridó. Fonte: Autor, 2017.

3.3 Fator uso e manejo do solo (CP)

O estado atual do uso e cobertura da paisagem é resultado de um período histórico marcante na região do Seridó. Marcas de solo exposto, erosão e exposição da rocha são indícios de uma degradação ambiental pretérita, mas que a morfodinâmica ainda continua atuando nas áreas em que não há conservação do solo.

Através do mapeamento do uso e cobertura da bacia hidrográfica do Rio Seridó (Figura 6) é possível distinguir quatro tipos de fisiografia na imagem de satélite: vegetação arbóreo-arbustiva de Caatinga, vegetação arbustivo-arbórea de Caatinga, sem cobertura vegetal ou sem atividade fotossintética e reservatórios hídricos.

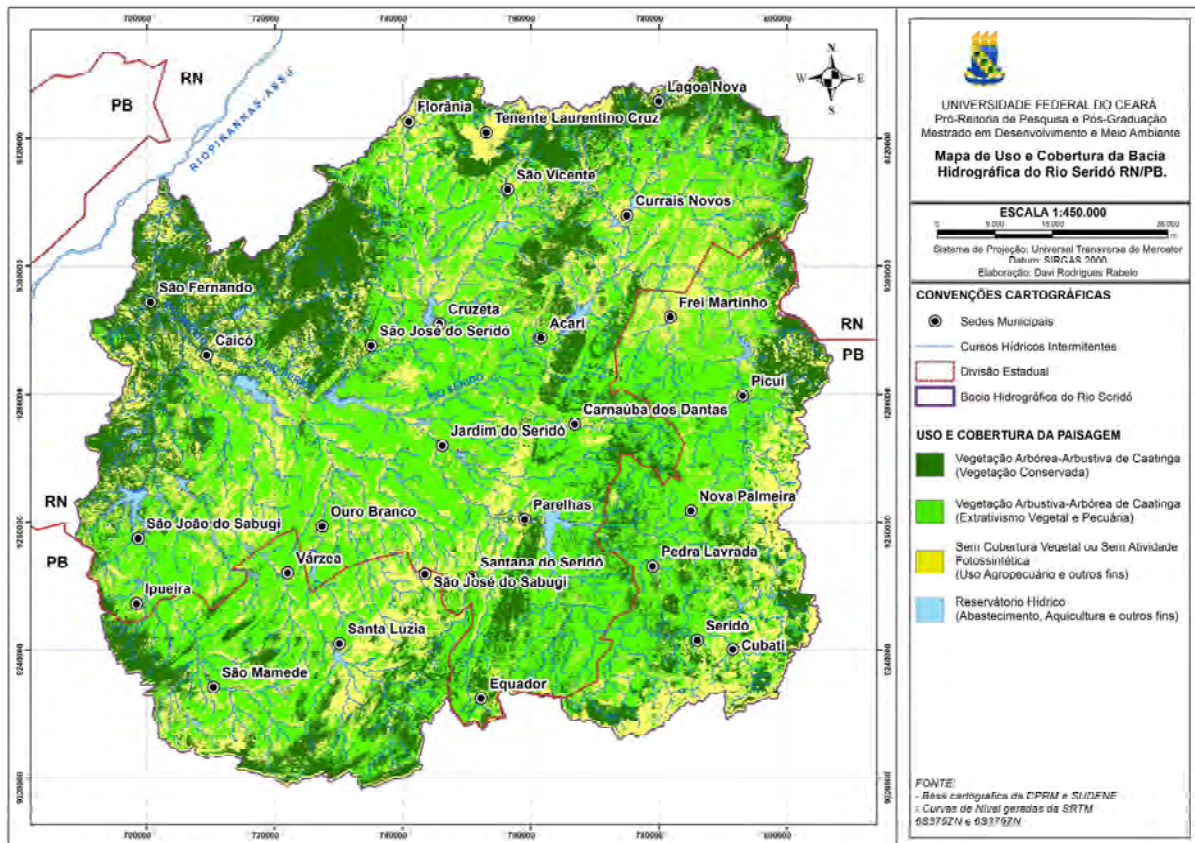


Figura 6 - Mapa de uso e cobertura da paisagem da bacia hidrográfica do rio Seridó. Fonte: Autor, 2017.

A vegetação de Caatinga arbóreo-arbustiva densa, caracterizada pela maior intensificação do dossel na composição da imagem de satélite, compreende a absorção da faixa do visível e do infravermelho próximo. Nesta área a conservação da vegetação é maior que nas demais áreas, ocorrendo principalmente nos planaltos e maciços residuais com maiores dificuldades de acesso e algumas áreas da Depressão Sertaneja. Nesses espaços, a utilização do solo é reduzida, com pouca atividade econômica (como em alguns casos de gado solto próxima da área) e vegetação mais conservada ou em processo de regeneração avançado. O valor do fator C para este uso é o menor, entre os usos encontrados na bacia: 0,02. (CREUTZFELDT, 2006). A capacidade protetora da ve-

getação reduz os impactos diretos da erosividade sobre o solo, reduzindo também o transporte de sedimentos.

As áreas de vegetação de Caatinga arbustivo-arbórea caracterizam-se por vegetação mais esparsa e de porte médio com intercalações de porte arbóreo em alguns casos. Na composição da imagem de satélite é identificada essa classe de mapeamento na cor marrom, caracterizando-se, assim, uma perda da folhagem pela caducifolia do bioma. A pecuária (extensiva e intensiva) ainda é muito marcante, sendo praticada nessas áreas mais abertas da Caatinga (popularmente conhecidas como “mangas”, “tabuleiros” ou “carrasco”), que correspondem às colinas de vegetação espaçadas da Depressão Sertaneja. Além disso, o extrativismo vegetal é muito

presente nessas áreas, degradando a cobertura vegetal e expondo o solo aos processos erosivos. Diante do exposto, Creutzfeldt (2006) avaliou valor de 0,06 para o fator C da EUPS para esse uso e ocupação do solo.

Delimitam-se novas áreas de uso como áreas de mineração, novas áreas de extrativismo vegetal, agricultura e novas áreas de pecuária extensiva, com maiores intervenções em áreas próximas aos leitos de rios. O valor atribuído para essa classe é o valor máximo de 1,0 estabelecido por Albuquerque *et al* (2005) para solos expostos.

3.3 Erosão Bruta

A síntese de todas as variáveis da EUPS (erosividade, erodibilidade, fator topográfico, uso e cobertura da paisagem e práticas conservacionista) é a estimativa de erosão bruta local em toda a bacia hidrográfica do rio Seridó. Diante disso, o presente mapa de erosão bruta da bacia é de suma importância para identificar áreas em que degradação ambiental esteja mais evidente, conforme Figura 7.

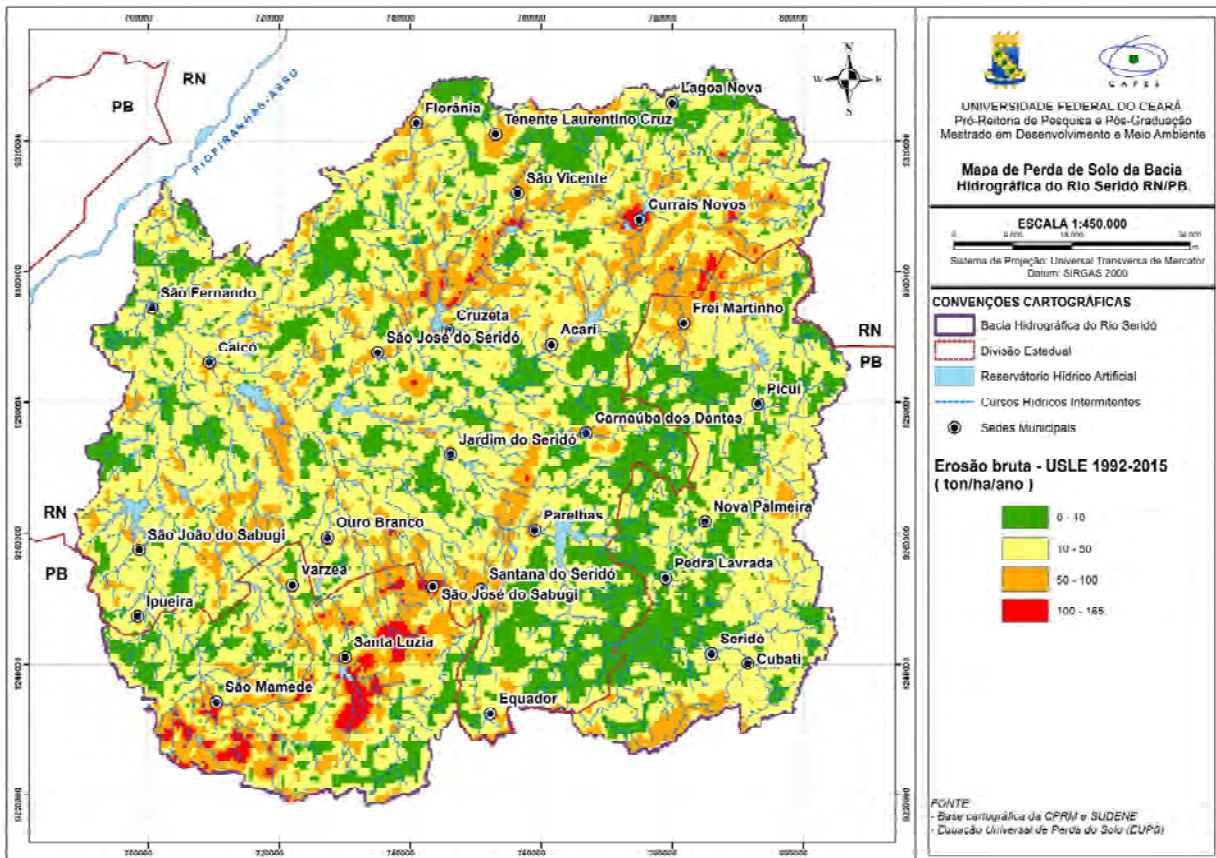


Figura 7- Mapa de erosão bruta da bacia do rio Seridó. Fonte: Autor, 2017.

A erosão bruta na bacia chegou ao máximo de 165 $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ no recorte de 23 anos de monitoramento de eventos pluviométricos, com uma média para toda bacia de 29 $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$. Na bacia existem alguns pontos mais críticos de erosão bruta alta como é o caso da região sudoeste e nordeste da bacia.

As áreas com maior erosão bruta estão localizadas em áreas com declividade mais acentuadas e com solos expostos e próximos a reservatórios hídricos, uma das explicações possíveis seria o uso intensivo do solo pela

proximidade da utilização da água e sua degradação para práticas agrícolas e extrativismo vegetal.

De acordo com o mapa, a perda de solo está diretamente relacionado aos tipos de uso e cobertura da paisagem, na qual áreas sem cobertura vegetal e com determinados valores de erodibilidade estão sujeitos aos processos morfodinâmicos atuantes através da erosividade e as condições de relevo (fator LS), demonstrando assim, a importância do uso do solo como das outras variáveis para a gestão e planejamento de bacias hidrográficas.

A taxa de erosão está dentro dos limites de tolerância quando não for superior à taxa de formação e renovação dos solos. Wischmeier e Smith (1978) encontraram nos Estados Unidos os valores de tolerância de perda de solo de 4,5 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ a 11,5 ton/ha/ano. No Brasil, em solos tropicais de horizonte B textural e latossólico, Lombardi Neto e Bertoni (1975) encontraram valores de tolerância de perda de solo de 4,5 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ a 13,4 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (solos com B textural) e 9,6 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ a 15,0 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (solos com B latossólico). Na região de estudo, Oliveira *et al.* (2008) encontraram valores médios de perda de solo para alguns tipos de solo no Estado da Paraíba. Os valores de tolerância variaram entre 4,8 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ e 12,3 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, dependendo do tipo de solo. Logo, a perda de solo bruta da presente pesquisa apresentou-se superior à reposição. Esse fato ocorre principalmente em áreas críticas de erosão bruta, onde se estima mais de 100 ton.ha⁻¹.ano⁻¹.

4. Conclusão

A máxima erosão bruta calculada na bacia do Rio Seridó foi de 165 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. Entretanto, a erosão bruta média na bacia foi de 29 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. Verificou-se o potencial de aplicação da EUPS como ferramenta para indicar locais preferenciais de preservação, onde as políticas públicas podem aplicar educação ambiental através de práticas de conservação do solo para diminuir os processos de degradação do mesmo.

Portanto, o nível de erosão bruta na bacia do Seridó supera a capacidade de reposição do solo, o que pode causar problemas localizados. No entanto, essa erosão é apenas a massa de sedimento deslocada da área, ou seja, os processos de deposição do sedimento não são considerados pela equação. Então, a razão de aporte de sedimento é de suma relevância, já que a produção de sedimento traz resultados melhores para análise da sustentabilidade dos solos rurais, visto que, é o que realmente de sedimento foi perdido. O impacto desse sedimento em reservatórios hídricos na região é outra temática de grande interesse, pois o assoreamento é real e pode ser mitigado. O mais apropriado é comparar os níveis de produção de sedimentos da bacia com a recuperação dos solos.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1984). **NBR 7181: Solo: análise granulométrica:**

Procedimento. Rio de Janeiro, RJ, 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1986). **NBR 6457: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.** Rio de Janeiro, RJ, 09 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1996). **NBR 13600: Solo: Determinação do teor de matéria orgânica por queima a 440° C: Procedimento.** Rio de Janeiro, RJ, 02 p.

ALMEIDA, C.L.; ARAÚJO, J.C., COSTA, M.C.; ALMEIDA, A.M.; ANDRADE, E.M. Fallow reduces soil losses and increases carbon stock in Caatinga. **Floresta e Ambiente**, v.24, n. 20, p.160-175. 2017.

ARAÚJO, J.C. Assoreamento em reservatórios do semiárido: modelagem e validação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 39-52, 2003.

CARVALHO, N. Erosão Crescente na Bacia do São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia**, v. 13, n. 2, p. 5-19, 1995.

CREUTZFELDT, B. N. A. **Remote sensing based characterization of land cover and terrain properties for hydrological modelling in the semi-arid Northeast of Brazil.** Dissertação (Mestrado). Universidade de Potsdam, Potsdam. 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1971.

FERNANDES, L. **Processo hidrossedimentológico na bacia do açude Acarape do Meio, Ceará.** 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2000. 93p.

FERREIRA, A. G. e MELLO, N. G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, Presidente Prudente, 2005.

GUERRA, A.J.T (2001). Processos erosivos nas encostas. In Guerra, A.J.T.; CUNHA, S.B. (org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.

LIMA. M. D. V; RONCAGLIO, C. Degradação socioambiental urbana, políticas públicas e cidadania. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 3, p. 56-63, 2001.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. **Tolerância de perdas de terras para solos do Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto

- Agrônomo, 1975.
- LOMBARDI NETO, F; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia, Campinas**, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.
- MAIA, R.P; FRANÇOIS, B.; BEZERRA, F.H.R. Geomorfologia dos maciços de Porto Alegre e Martins – NE do Brasil: Inversão do relevo em análise. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.17, p. 273-285, 2016.
- MEDEIROS, P.H.A.; ARAÚJO, J.C. de; MAMEDE, G.M.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, n. 12, p. 1938-1948. 2014. DOI 10.1007/s11368-014-0988-z
- OLIVEIRA, F.P.; SANTOS, D.; SILVA, I de F; SILVA, M. L. N. Tolerância de perda de solo por Erosão para o Estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.8, n. 2, 2008.
- PINHEIRO, E.A.R.; METSELAAR, K.; DE JONG VAN LIER, Q.; ARAÚJO, J.C. de. Importance of soil-water to the Caatinga biome, Brazil. **Ecohydrology**. v. 9, p. 1313–1327, 2016.
- PIRES, F. R. M. Arcabouço Geológico. In: CUNHA, S. B., GUERRA, A. J. T. (org). **Geomorfologia do Brasil**. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2006.
- QUEIROZ, P.H.B.; PINHEIRO, L.S.; CAVALCANTE, A.A.; TRINDADE, J.M. Caracterização multitemporal de barras e ilhas fluviais no baixo curso do Rio Jaguaribe, Ceará-Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 1, 2018. DOI: 10.20502/rbg.v19i1.1282
- RABELO, D.R; SANTOS, N.S. Proposta Preliminar de Mapeamento Geomorfológico da Bacia do Rio Seridó RN/PB. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 262-270, 2016.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, M.S.B., SAMPAIO, Y.S.B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no nordeste do Brasil. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: Solos, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental, 2005, Recife. **Anais**. 2005
- WISCHMEIER, W.H. e SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning**. Washington, D.C. U.S. Department of Agriculture, 1978.