



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

CLAUDIO CANIGIA GOMES GALVÃO

**ESTIMATIVA DA EROSIVIDADE DAS CHUVAS E PERDA DE SOLO
DO MUNICÍPIO DE IPUEIRA - RN**

**SUMÉ - PB
2023**

CLAUDIO CANIGIA GOMES GALVÃO

**ESTIMATIVA DA EROSIVIDADE DAS CHUVAS E PERDA DE SOLO
DO MUNICIPIO DE IPUEIRA - RN**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientador: Professor Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues.

**SUMÉ - PB
2023**



G182e Galvão, Claudio Canigia Gomes.
Estimativa da erosividade das chuvas e perda de solo do município de Ipueiras - RN. / Claudio Canigia Gomes Galvão. - 2023.

29 f.

Orientador: Professor Dr. Rummenigge de Macedo Rodrigues.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia.

1. Degradação ambiental. 2. Ação conservacionista. 3. Precipitação pluviométrica. 4. Erosão hídrica. 5. Erosividade das chuvas. 6. Perdas de solo por chuva. 7. Ipueira - RN - erosividade da chuva. 8. Série histórica de precipitação - 1980-2022. 9. Equação universal de perda de solo. 10. Estimativa de perda de solo. 11. Pedologia. I. Rodrigues, Rummenigge de Macêdo. II. Título.

CDU: 631.4(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

CLAUDIO CANIGIA GOMES GALVÃO

**ESTIMATIVA DA EROSIVIDADE DAS CHUVAS E PERDA DE SOLO
DO MUNICIPIO DE IPUEIRA - RN**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues.
Orientador - UATEC/CDSA/UFCG**

**Eng. Agrônomo Dr. Petrônio Donato dos Santos.
Examinador Externo – Empresa NitroQuímica do Brasil.**

**Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.
Examinador Interno – UATEC/CDSA/UFCG**

Trabalho aprovado em: 19 de junho de 2023.

SUMÉ - PB

Dedico todo meu trabalho a pessoa que eu mais amo na minha vida, que é minha mãe. Hoje ela está no céu festejando a minha vitória, infelizmente não deu tempo de compartilhar esse momento ímpar com ela, só que eu acredito que ela esteja realizada com esse ciclo que está se fechando, valeu mãe. Te amo muito

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois sem ele eu não estaria aqui realizando meu sonho.

A minha família por está muito feliz com essa conquista.

Ao meu orientador, Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues, por toda paciência e todos os aprendizados que me fez ser um ótimo profissional.

Ao meu professor José George por tudo que fez por mim.

Ao meu professor Petrônio Donato que não mediu esforços para participar da minha banca.

Ao professor, Dr. Hugo Morais de Alcântara por tudo que fez por mim na vida acadêmica.

Ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, professores e colegas de curso.

Ao meu grupo “QG” Caio, Catarina, Darlysson, Elder, Felipe, Laura, Mônica e Jéssica por sempre me incentivar a estudar, vocês foram fundamentais.

Aos meus amigos de Ipueira, Dênis, Thayanne, Isa, Raline, Beatriz, Darlange que nunca mediram esforços para me ajudar nessa batalha.

Ao meu amigo Rogeryo Fernandes por sempre me ajudar nos apertos da vida.

Aos meus colegas de trabalho, Matheus, Yanna e Emanuel.

Ao meu amigo Renato Quaresma que mesmo com o distanciamento ele sabe o quanto amo e que um dia a vida vai mostrar que nunca passou de uma mal entendido.

Ao meu amigo Judiêdo Lima, por toda amizade e ajuda necessária na minha graduação

A minha amiga Novinha, por sempre me ajudar e querer o meu melhor.

A todos meus amigos de São João do Cariri e Sumé.

Aos funcionários da Estação Experimental de São João do Cariri.

Ao meu amigo Igã, por tudo que fez e faz por mim e que nossa amizade seja eterna.

A Vanessa Soares e Ludmila por me apoiarem no momento mais difícil que passei em Sumé.

Em especial a minha mãe, que mesmo não estando fisicamente ela está orgulhosa de mi

RESUMO

A erosão hídrica em regiões tropicais tende a ter maior intensidade, justamente pela dinâmica climática, isso agrava-se quando se trata de regiões semiárida. O estudo das perdas de solo pode trazer a luz a ideia do quanto um ambiente se degrada ao longo do tempo pela ação dos fatores climáticos principalmente pela precipitação. A precipitação fundamentalmente o parâmetro erosividade das chuvas que pode ser estimada a partir de uma série histórica. Neste contexto, este trabalho teve o objetivo de determinar a erosividade da chuva do município de Ipueira – RN, bem como estimar as perdas de solo em diferentes condições de uso e ocupação do solo. A série histórica de precipitação foi obtida no site da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte e constou de dados de 1980 a 2022. A estimativa da perda de solo foi realizada através da Equação universal de Perda de Solo ($A = R K L S C P$), Observou-se que a erosividade alcançou o valor de 6.420,1 MJ.mm.ha⁻¹h⁻¹ano⁻¹, enquanto a perda de solo foi estimada em 0,42; 2,08 e 0,02 t.ha⁻¹.ano⁻¹, para os usos e ocupações do solo agricultura, solo exposto e vegetação Caatinga, respectivamente. Portanto, a estimativa das perdas de solo podem auxiliar no planejamento e definição de medidas de mitigação das perdas de solo do município de Ipueira-RN.

Palavras-chave: Degradação Ambiental; Ação Conservacionista; Precipitação Pluviométrica.

GALVÃO, C. C. G. **Estimate of rain erosivity and soil loss in the municipality of Ipueira-RN**. 2023. 29f. (Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia), Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – Paraíba – Brasil, 2023.

ABSTRACT

Water erosion in tropical regions tends to be more intense, precisely because of the climate dynamics, which is worse when it comes to semi-arid regions. The study of soil losses can shed light on the idea of how much an environment degrades over time due to the action of climatic factors, mainly through precipitation. Precipitation is the basis of the rainfall erosivity parameter, which can be estimated from a historical series. In this context, this work aimed to determine the erosivity of rainfall in the municipality of Ipueira - RN, as well as to estimate soil losses under different conditions of land use and occupation. The historical series of precipitation was obtained from the website of the Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte and consisted of data from 1980 to 2022. The soil loss estimate was performed using the Universal Soil Loss Equation ($A = R K L S C P$), It was observed that the erosivity reached the value of 6,420.1 MJ.mm.ha-1h-1year-1, while the soil loss was estimated at 0.42; 2.08 and 0.02 t.ha-1.year-1, for land use and occupation agriculture, exposed soil and Caatinga vegetation, respectively. Therefore, the estimation of soil losses can help in the planning and definition of measures to mitigate soil losses in the municipality of Ipueira-RN.

Keywords: Environmental Degradation; Conservation Action ; Rainfall.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitação do município de Ipueira-RN com base na série Histórica 1980-2022.....	22
Gráfico 2 - Erosividade da chuva do município de Ipueira-RN com base na série Histórica 1980-2022.....	22
Gráfico 3 - Estimativa da Perda de solo do município de Ipueira-RN com base na estimativa da erosividade da chuva em diferentes condições de uso e ocupação do solo.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Posto pluviométrico, localização, série histórica e média anual de dados de chuvas utilizados para a determinação do fator R.....	17
Tabela 2 - Fator CP associado ao uso da terra.....	18
Tabela 3 - Classificação das perdas de solo.....	19
Tabela 4 - Banco de dados utilizados no cálculo da Erosividade da chuva - Fator R...	20
Tabela 5 - Análise descritiva dos dados.....	21
Tabela 6 - Parâmetros utilizados na determinação do Fator K, erodibilidade do solo.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1	SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	13
3.2	DEGRADAÇÃO DO SOLO.....	13
3.3	EROSÃO HÍDRICA.....	14
3.4	COBERTURA VERDE.....	15
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....	16
4.2	EROSIVIDADE DA CHUVA (FATOR R).....	16
4.3	ERODIBILIDADE DO SOLO (FATOR K).....	17
4.4	FATOR TOPOGRÁFICO (FATOR LS).....	18
4.5	FATOR DE MANEJO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS (FATOR CP)....	18
4.6	EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO – EUPS (A).....	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5.1	EROSIVIDADE.....	20
5.2	ERODIBILIDADE DO SOLO.....	22
5.3	FATOR TOPOGRÁFICO LS.....	23
5.4	FATOR DE MANEJO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS (FATOR CP)....	23
5.5	CÁLCULO DA EUPS E ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO.....	23
6	CONCLUSÃO.....	25
	REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

O semiárido Brasileiro está localizado na porção Nordeste, quase que integralmente nos estados do Rio Grande do Norte, Piauí, Bahia, Sergipe, Alagoas, Ceará, Pernambuco e Paraíba, e no extremo nordeste de Minas Gerais, estendendo-se por 1,03 milhão de km², correspondendo a 12% da área do país (BRASIL, 2019; ARAGÃO, 2020).

O clima apresenta grande variabilidade espaço-temporal das chuvas, tal fenômeno influencia diretamente na paisagem da região, o escoamento superficial tende a ter maior intensidade e conseqüentemente elevada capacidade de remover e transportar os materiais erodidos pela erosão laminar (CORRÊA; SOUZA; CAVALCANTI, 2014; SANTOS et al., 2018), removendo assim parte da cobertura do solo, e podendo ser intensificado pelas atividades humanas sobre o meio (FAO, 2019; MIRZABAEV et al., 2019).

A erosão hídrica em regiões tropicais tende a ter maior intensidade, justamente pela dinâmica climática, isso agrava-se quando se trata de regiões semiárida, onde a pluviosidade é suficiente para afetar, mas não o bastante para subsidiar a existência das vegetações densas e protetoras do solo (LEITE et al., 2018; WANG et al., 2016).

Muitos são os problemas oriundos da atuação acelerada dos processos erosivos, nos quais se destacam a emissão de CO₂ para a atmosfera (LAL, 2018; OLSON et al., 2016); perdas de nutrientes (Carbono e o Nitrogênio), essenciais ao desenvolvimento da fauna e flora (TRAORÉ et al., 2015; WOLKA et al., 2021); a diminuição na capacidade de infiltração e retenção de água nos solos (SANTOS et al., 2016); a destruição de habitats naturais (PRINCE et al., 2018); e a aceleração do processo de desertificação (MIRZABAEV et al., 2019).

As práticas agroecológicas são inovadoras, pois proporcionam uma mudança de comportamento na relação entre o sertanejo e a vegetação (BRASILEIRO, 2009). Porém Barros (2014) ressalta que, as práticas agrícolas inadequadas em regiões semiáridas, têm contribuído para a intensificação dos processos de degradação nas localidades com maiores vulnerabilidades ou com acentuada exploração dos recursos naturais. A agricultura auto sustentável no semiárido consolida-se a partir do conhecimento e da relação dos agricultores com o meio, essa técnica tem se destacado nos últimos anos, no entanto, esta alternativa exige mudanças radicais no atual sistema de agricultura familiar. (SOUZA e MENDES, 2019).

Estudando os processos hidro erosivos em diferentes classes de solo no semiárido Brasileiro, Borges Neto (2021), aponta que as intervenções antrópicas causadas pela agricultura e pecuária na grande maioria das vezes não obedecem ou não seguem normas conservacionistas

do solo, no qual parte está ligado aos interesses do proprietário da terra, em preservar e/ou utilizar de forma sustentável o solo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Determinar a erosividade das chuvas do município de Ipueira-RN e estimar a perda de solos utilizando a equação universal de perda de solo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a erosividade da chuva a partir de série histórica de dados;
- Determinar os fatores K, LS e CP da Equação Universal de Perda de Solo;
- Estimar a perda de solos com base na erosividade das chuvas e três fatores CP, Agricultura, solo exposto e Vegetação Caatinga.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O Semiárido brasileiro possui uma extensão territorial de 1,03 milhões de km², e encontra-se situado entre os paralelos de 3, 08° e 17, 66° de latitude sul e entre os meridianos de 35, 25° e 46,12° de longitude a oeste do meridiano de Greenwich (SANTOS et al., 2017), composto pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, Sudeste do Piauí, Oeste de Alagoas e Sergipe, região central da Bahia e uma faixa que se estende no norte de Minas Gerais e do Espírito Santo (AGUIAR et al., 2019).

Devido às irregularidades das chuvas, a região Semiárida caracteriza-se por apresentar um clima com aspectos diferentes de outras regiões, apresentando duas estações, sendo a chuvosa e a seca (TRAVASSOS et al., 2013). O Bioma Caatinga é predominante nessa região, ocupando cerca de 11% do país, sendo um bioma rico em biodiversidade e endemismos, com um potencial único de conservação de serviços ambientais associado ao uso sustentável de seus recursos (PEREIRA; CARVALHO, 2008).

3.2 DEGRADAÇÃO DO SOLO

Entende-se por degradação do solo a perda de uma ou mais de suas qualidades (seja de natureza física, química ou biológica) que garantem sua capacidade produtiva, por meio de diferentes processos (TAVARES FILHO, 2013), como erosão eólica, desertificação, salinização, degradação física, química e biológica, erosão hídrica (LIMA e SILVA et al. 2002), para esta pesquisa aprofundaremos mais o entendimento sobre como ocorre os processos de erosão, e abordaremos a erosão hídrica.

A erosão é um dos fenômenos naturais que agem constantemente na superfície terrestre, como eventualidade natural do processo de remodelação do relevo, e estabelecendo um processo positivo para a formação do próprio solo (OZSAHIN et al., 2018), esse processo tem o objetivo de preservar o equilíbrio entre as diversas funções do ecossistema; este fenômeno é influenciado por fatores-chave, aos quais incluem mudanças no uso do solo, precipitação e inclinação da encosta (ABDULKAREEM et al., 2019).

POESEN (2018), descreve que, a erosão consiste no desgaste do solo, por meio da desagregação, transporte e remoção do material desagregado e deposição, em processos erosivos naturais, ocorrem por meio das chuvas, escoamento, avalanches de neve, vento e

gravidade, nos processos biológicos, queda de árvores, pisoteio de animais, animais escavadores, e até mesmo induzida pelo homem os quais incluem o preparo do solo, colheita, nivelamento do solo, pedreiras, mineração, escavações para infraestrutura e construção civil, crateras de explosão e escavação de valas.

Existem diferentes tipos de erosão, que pode ser classificada pelo fator que dá origem ao processo erosivo (SOUZA, 2021), os mais notáveis estão classificados em quatro grandes grupos de acordo com seu agente causador: erosão hídrica (provocada pela ação da água); erosão eólica (provocada pelos ventos); erosão glacial (provocada pelas geleiras) e a erosão organogênica (provocada pela ação dos organismos), quer seja vegetal ou animal (CARVALHO et al., 2006). Entretanto, a (SOUZA, 2021) , aponta que no Brasil, a erosão hídrica é a mais importante.

3.3 EROSÃO HÍDRICA

De acordo com SILVA et al. (2019), o processo de erosão hídrica começa a partir do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, sendo que, após a desagregação, o escoamento superficial carrega as partículas de solo soltas e as deposita em outros locais. CANTALICE et al. (2016), descreve que a erosão hídrica é um dos principais problemas ambientais, pois, além de causar assoreamento dos corpos hídricos, provoca danos irreversíveis nos locais de origem, dessa forma ocorre a diminuição da fertilidade do solo, por redução ou até mesmo da remoção da camada arável, alterando a atividade microbiológica do solo, influenciando diretamente no potencial produtivo do solo, e conseqüentemente acarretando em maior custo de produção para manutenção da produtividade.

Os impactos resultantes do contato das gotas de chuva quebram os agregados das partículas do solo em partes menores, principalmente quando o solo não tem cobertura vegetal, o que o torna mais suscetível ao impacto das gotas de chuva comparado aos solos que apresentam cobertura vegetal (ZIA-UR-REHMAN et al., 2016), BERTONI, LOMBARDI e NETO (1990), descreveram que esse processo é um pouco complexo, que é influenciado por características do evento de chuva: quantidade, intensidade e duração da chuva, e por características da superfície: natureza do solo, presença ou ausência de cobertura vegetal e declividade do terreno, assim, a força erosiva da água depende da interação ou balanço dos fatores mencionados anteriormente, em que algumas vezes acabam. Outro fator que influencia nesse processo de erosão hídrica é a inclinação do relevo, quanto maior for a declividade do terreno, menores serão as áreas que

podem acumular água e mais uniforme será o escoamento do fluxo de água. (CARVALHO, 2006).

Souza (2021), descreveram que a erosão hídrica consiste em três fases: desagregação, transporte e deposição; a desagregação ocorre, pelo impacto da gota de chuva contra o solo e pelo escoamento superficial da água (PES; GIACOMINI, 2017); o transporte está ligado ao agente erosivo (no caso da erosão hídrica, é a água), ele só ocorre quando a intensidade da precipitação é maior do que a capacidade do solo em infiltrar a água precipitada (BRITO, 2012); e por último a deposição ou sedimentação, é quando a energia necessária para o transporte das partículas de solo desagregadas não está mais disponível (MORGAN, 2005).

3.4 COBERTURA VERDE

A cobertura vegetal, em geral, funciona como barreiras ao transporte de sedimentos, o que favorece a infiltração da água no solo, dessa forma, a vegetação se torna um importante dispositivo no escoamento superficial, permitindo maior tempo do processo de infiltração (BRACKEN e CROKE, 2007; RODRIGUES et al., 2015). Segundo FRYIRS et al. (2007), o escoamento superficial e a conectividade de sedimentos ao longo das encostas e na bacia hidrográfica diminuem com o aumento da cobertura vegetal.

Em geral, a remoção da vegetação nativa, associada à elevada sazonalidade das chuvas, promove condições favoráveis que possibilitam o aumento do escoamento superficial (SILVA et al., 2019), essas mudanças na cobertura do solo, como aponta WESTRER et al. (2014), com o exemplo das queimadas, causando fortes impactos não só no ambiente, mas também influencia na geração de escoamento, na disponibilidade e na capacidade de transporte de sedimentos.

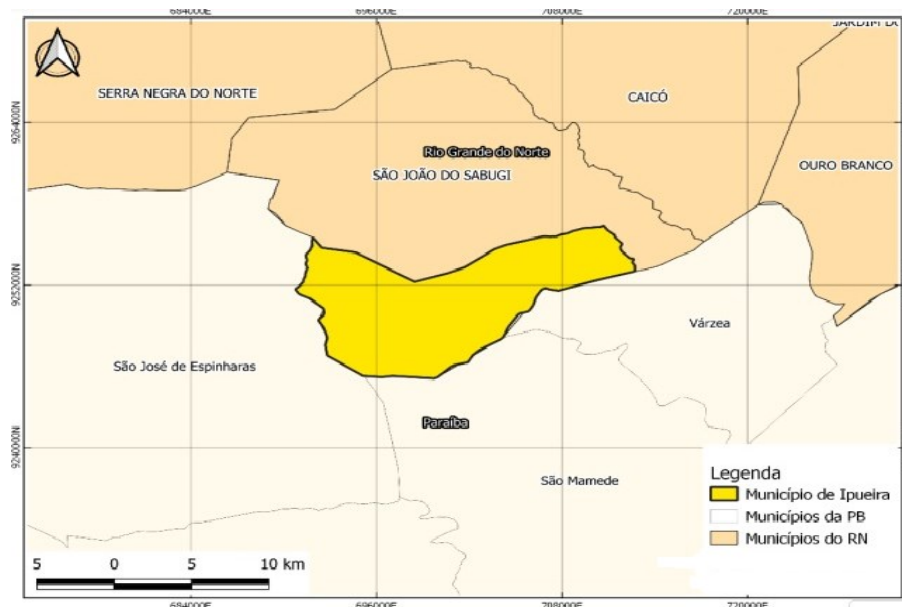
Estudando a atenuação da erosão hídrica pela vegetação no semiárido Brasisleiro, Santos et al. (2017), observaram que em escala anuais e por eventos, a cobertura vegetal funcionou como barreira, atuando na dissipação de energia cinética das gotas de chuva e como a energia do fluxo de escoamento, o mesmo ressalta que a vegetação tem um papel maior na atenuação das perdas de solo do que na redução do escoamento superficial.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

O local escolhido para a realização do estudo foi o município de Ipueira, situada a 37°11'56,4" de longitude (oeste) e 06°48'50,4" de latitude (sul), na microrregião do Seridó Ocidental e na mesorregião Central Potiguar, no interior do Rio Grande do Norte, com população estimada de 2.264 habitantes, ocupa uma extensão territorial de 171 km², limitando-se com os municípios de São José de Espinharas, São Mamede e Várzea, no estado da Paraíba, e São João do Sabugi no Rio Grande do Norte (IBGE, 2021).

Figura 1- Localização do município de Ipueira - RN. Fonte: Adaptado de Medeiros (2022).



4.2 EROSIVIDADE DA CHUVA (FATOR R)

O fator de erosividade da chuva (Fator R) foi obtido utilizando-se o método de Wischmeier e Smith (1978). A equação original para o fator R da EUPS utiliza a somatória da média mensal do índice de erosividade (EI30) descrita na Equação abaixo.

$$R = \sum EI30 = 67,355 * \left(\frac{r^2}{P} \right)^{0,85}$$

Onde, R é a erosividade das chuvas (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹); EI30 é a média mensal do índice de erosividade das chuvas, em MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; r a precipitação pluviométrica média mensal (mm) e; P a precipitação pluviométrica média anual (mm).

Tabela 1 - Posto pluviométrico, localização, série histórica e média anual de dados de chuvas utilizados para a determinação do fator R.

Fonte	Município	Série histórica	Média anual de chuva (mm)
TELEPLU	IPUEIRA	1980-2022	615,1

4.3 ERODIBILIDADE DO SOLO (FATOR K)

O fator K ou erodibilidade do solo representa no modelo a suscetibilidade do solo ao processo erosivo (Silva et al., 2016). O fator K foi estimado pela análise de perfil representativo n° 29 do levantamento exploratório- reconhecimento de solos de Rio Grande do Norte (JACOMINE et al., 1971) e calculado conforme Denardin (1990).

$$K = (7,48 \cdot 10^{-6} \cdot M) + (4,48 \cdot 10^{-3} \cdot P) - (6,31 \cdot 10^{-2} \cdot DMP) + (1,04 \cdot 10^{-2} \cdot R)$$

Onde, K é a erodibilidade do solo (t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹); M (%) é calculado pela expressão (equação 5): $M = (Af + S) \cdot [(Af + S) + Ag]$ (5); Sendo proporções (%), de Af (areia fina), S (silte) e Ag (areia grossa). P é a permeabilidade do perfil do solo, estimada a partir desses valores: 1 = muito baixa, 2 = baixa, 3 = baixa a moderada, 4 = moderada, 5 = moderada a rápida, 6 = rápida (Wischmeier, Johnson e Cross, 1971).

DMP é o diâmetro médio ponderado das partículas de solo (mm) dado pela relação da equação:

$$DMP = (0,65 \cdot Ag) + (0,15 \cdot Af) + (0,0117 \cdot S) + (0,00024 \cdot Ar) / 100$$

Sendo Ag (areia grossa), Af (areia fina), S (silte) e Ar (argila) (%); ER é a relação entre matéria orgânica e argila (equação 7): $R = Ag \cdot (TMO / 100)$; Onde, Ag é areia grossa e TMO é o teor de matéria orgânica (%).

4.4 FATOR TOPOGRÁFICO (FATOR LS)

Para o Fator LS foi considerado os valores unitário de comprimento (L) e declividade (1%). Aplicados na equação de Baptista (1997).

$$L S = 0,00984 * L 0,63 * S 1,18$$

Onde: LS é o fator topográfico; L comprimento de rampa (m); e S declividade em porcentagem (%).

4.5 FATOR DE MANEJO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS (FATOR CP)

O fator manejo e práticas conservacionistas foi definido conforme Stein et al. (1987). Sendo definidos os valores de CP para agricultura, solos exposto e Caatinga conforme tabela 2.

Tabela 2 - Fator CP associado ao uso da terra.

Classe	CP
Agricultura	0,2
Agricultura irrigada	0,25
Lâmina d'água	0
Área urbana	0
Caatinga	0,01
Mata serrana	0,00004
Pastagem	0,1
Solo exposto	1

Fonte: adaptado de Stein et al. (1987)

4.6 EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO – EUPS (A)

A Equação universal de perda de solo (EUPS) foi calculada de acordo com a equação definida por Wischmeier e Smith (1978).

$$A = R * K * L S * C P$$

Onde, A é a perda de solo (t há⁻¹ ano⁻¹); R é o fator de erosividade da chuva (MJ mm há⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹); K é o fator de erodibilidade do solo (t há h há⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹); LS é o fator topográfico

(comprimento de rampa e declividade -adimensional); C é o fator de uso e manejo do solo (adimensional); e P é o fator de práticas conservacionistas (adimensional).

Tabela 3 - Classificação das perdas de solo.

Perda de solo (t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Classificação
<10	Sem erosão
10-50	Erosão moderada
50-200	Erosão alta
>200	Erosão muito alta

Fonte: FAO (1980)

ANO	MÊS											
	jan	fev	ma	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2013	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	88,0	0,0
2014	1,5	112,0	217,0	252,0	63,0	10,0	8,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	11,0	134,0	165,0	82,0	32,0	0,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	180,5	55,0	167,5	77,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	59,0	353,0	117,0	127,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	51,0	148,0	98,0	204,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0
2019	0,0	0,0	98,0	0,0	69,0	0,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0
2020	158,0	94,0	224,0	252,0	173,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2021	24,0	292,0	74,0	199,0	46,0	10,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0
2022	171,0	105,0	351,0	224,0	62,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0

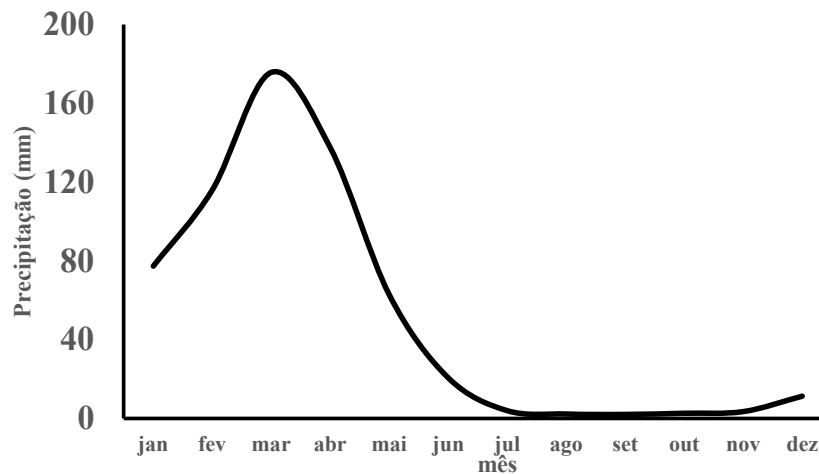
Observa-se que a maior chuva foi registrada no mês de abril, 528 mm, sendo a menor, 35 mm, no mês de julho. Em termos médios, o mês mais chuvoso é o mês de março, com uma precipitação de 175,7 mm. Por outro lado, setembro é o mês com média de precipitação mais baixa, registrando 2 mm apenas (Tabela 5).

Tabela 5 - Análise descritiva dos dados.

Mês	Média	Erro padrão	Mediana	Moda	Desvio padrão	Variância da amostra	Intervalo	Mínimo	Máximo
Jan	77,3	14,3	51,0	0,0	93,5	8745,3	500,5	0,0	500,5
Fev	116,0	17,1	94,0	0,0	112,3	12621,5	488,5	0,0	488,5
Mar	175,7	18,3	143,0	140,0	119,8	14356,7	514,5	0,0	514,5
Abr	137,4	19,5	95,5	0,0	127,7	16295,8	528,0	0,0	528,0
Mai	62,7	12,3	40,0	0,0	80,6	6489,9	421,0	0,0	421,0
Jun	20,6	6,4	0,0	0,0	41,7	1739,1	182,5	0,0	182,5
Jul	3,9	1,2	0,0	0,0	8,1	66,4	35,0	0,0	35,0
Ago	2,2	1,5	0,0	0,0	10,1	102,2	65,0	0,0	65,0
Set	2,0	1,3	0,0	0,0	8,7	75,0	43,5	0,0	43,5
Out	2,6	2,1	0,0	0,0	13,8	189,1	90,0	0,0	90,0
Nov	3,4	2,1	0,0	0,0	14,1	197,7	88,0	0,0	88,0
Dez	11,3	4,7	0,0	0,0	30,8	949,2	174,0	0,0	174,0

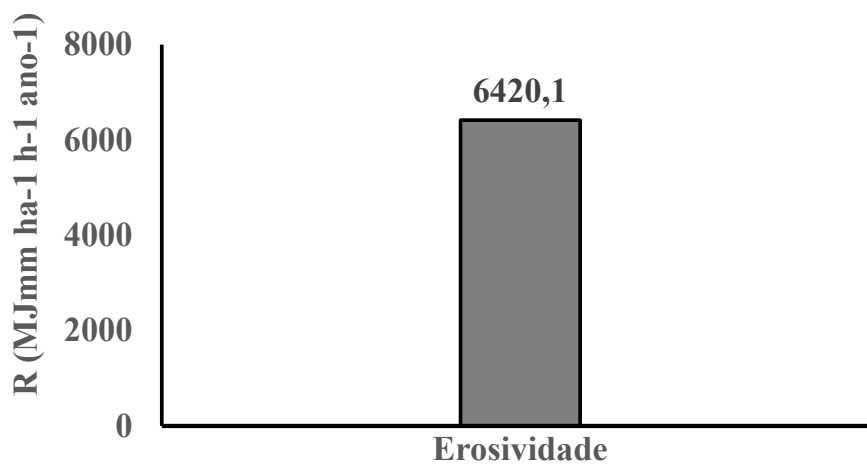
No Gráfico 1 é possível observar a variação da precipitação média mensal ao longo do ano. Nota-se que há um aumento na precipitação a partir de dezembro, alcançando o máximo em meados do mês de março, quando inicia-se o decréscimo até atingir os menores valores a partir do final de julho a o final de novembro.

Gráfico 1 - Precipitação do município de Ipueira-RN com base na série Histórica 1980-2022.



Com bases nos valores da série histórica de precipitação foi obtido o valor de erosividade da chuva igual a 6.420,1 MJ mm hectare⁻¹ h⁻¹ para o município de Ipueira no Rio Grande do Norte, conforme pode ser observado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Erosividade da chuva do município de Ipueira-RN com base na série Histórica 1980-2022.



5.2 ERODIBILIDADE DO SOLO

Para o cálculo da erodibilidade do solo, fator K, as equações dos parâmetro foram alimentados com dados obtidos no perfil 29 descrito no Levantamento Exploratório – Reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte (JACOMINE et al,1971),

conforme tabela 6. Constata-se que a erodibilidade do solo alcançou o valor de 22,75 ($\text{Mg ha h ha}^{-1}\text{MJ}^{-1}\text{mm}^{-1}$).

Tabela 6 - Parâmetros utilizados na determinação do Fator K, erodibilidade do solo.

Parâmetros	Valores médios do perfil
Areia fina (%)	22,75
Silte (%)	24,5
Areia grossa (%)	27
Argila	28,5
Teor de matéria orgânica	0,8
Valor M	3508,3
Permeabilidade do solo	4,0
Diâmetro média ponderado das partículas do solo	0,2
Relação matéria orgânica/argila	0,2
Erodibilidade ($\text{Mg ha h ha}^{-1}\text{MJ}^{-1}\text{mm}^{-1}$)	22,75

Jacomine et al. (1971)

5.3 FATOR TOPOGRÁFICO LS

O fator topográfico LS foi determinado conforme a equação sugerida porr Baptista (1997), considerando-se o comprimento de 1 m e a a declividade de 1%, resultando no valor de 0,00984.

5.4 FATOR DE MANEJO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS (FATOR CP)

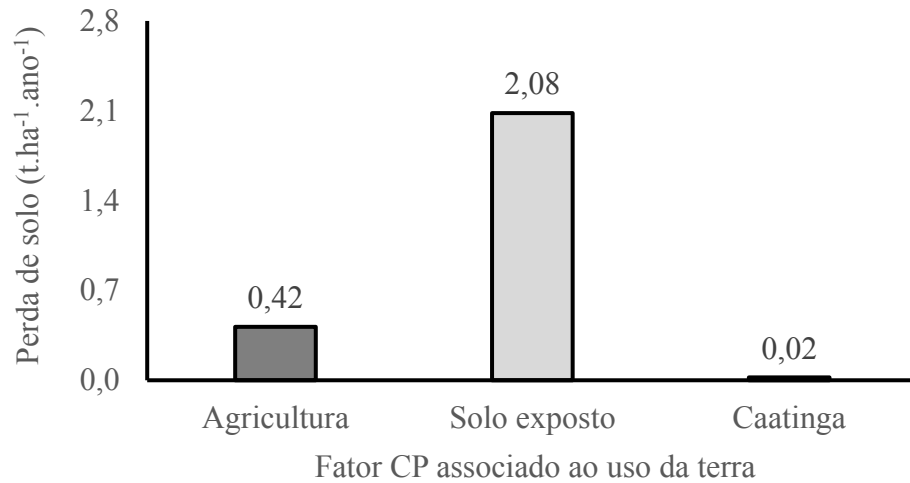
Quanto a o Fator Manejo e Práticas Conservacionistas (Fator CP) foram consideradas três índices sugeridos por Stein et al. (1987) de acordo com o uso e ocupação do solo. Os quais são 0,2 para terras utilizadas na agricultura, 1,0 para solos expostos sem cobertura e, 0,01 para terras sob a vegetação de Caatinga.

5.5 CÁLCULO DA EUPS E ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO

O Gráfico 3 mostra os valores de perda de solo para cada um dos tipos de uso e ocupação do solo conforme Stein et al. (1987). Observação a supremacia de perda de solos desprotegidos estimada na ordem de $2,08 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. No uso da Agricultura estimou-se valores de $0,42 \text{ t.ha}^{-1}$

1 .ano $^{-1}$, enquanto em área de vegetação de Caatinga registra-se os valores mais baixos, 0,02 t.ha $^{-1}$.ano $^{-1}$.

Gráfico 3 - Estimativa da Perda de solo do município de Ipueira-RN com base na estimativa da erosividade da chuva em diferentes condições de uso e ocupação do solo.



Apesar da grande diferença entre os tipos de uso e ocupação do solo os valores são menores que 10 t.ha $^{-1}$.ano $^{-1}$ e, portanto, classificados como sem erosão.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que as perdas de solos podem ser estimadas conforme metodologia utilizada, apesar de serem estimativas trazem um referencial para o planejamento de uso medidas conservacionistas do solo que evitem a degradação acelerada dos solos.

REFERÊNCIAS

- ABDULKAREEM, J.H.; PRADHAN, B.; SULAIMAN, W.N.A, JAMIL, N.R. Prediction of spatial soil loss impacted by long-term land-use/land-cover change in a tropical watershed. *Geoscience Frontiers*, v. 10, n. 2, p. 389-403, 2019.
- AGUIAR, Luane da Conceição; GROSSI, Mauro Del; OLIVEIRA, Luiz Guilherme de; ÁVILA, Mário Lúcio de. As políticas públicas no semiárido Brasileiro: Uma revisão de literatura. *Rev. Econ. NE, Fortaleza*, v. 50, n. 2, p. 9-22, junho. 2019.
- ARAGÃO, Jéssica. Modelagem matemática de erosão e assoreamento de barragem em bacia hidrográfica semiárida : o caso do Açude Benguê – CE. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2020.
- BARROS, J. D. de S. Estoques de carbono e nitrogênio em vertissolo e condições socioeconômicas e ambientais na microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso (PB). 2014. 152 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2014.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.
- BRACKEN, L. J.; CROKE, J. The concept of hydrological connectivity and its contribution to understanding runoff-dominated geomorphic systems. *Hydrological Processes*, v. 21, n. 13, p. 1749–1763, 2007.
- BRASIL. Portal do Governo Brasileiro, Ministério do Desenvolvimento Regional. Semiárido Brasileiro, publicado em 13 de março de 2019.
- BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. *Scientia Plena*, v.5, n.5, p. 1-12, maio. 2009.
- BRITO, A. de O. Estudos da Erosão no Ambiente Urbano, Visando Planejamento e Controle Ambiental no Distrito Federal. 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília.
- CANTALICE, J.R.B.; SILVEIRA, F.P.M. ; SINGH, V.P. ; SILVA, Y.J.A.B. ; CAVALCANTE, D.M; SANTOS, C. G. Interrill erosion and roughness parameters of vegetation in rangelands. *Catena*, Cremlingen, v. 16, p.1-7, 2016.
- CARVALHO, J. C. de; SALES, M. M.; MORTARI, D.; FÁZIO, J. A.; MOTTA, N. O. da, FRANCISCO, R. A. Processos erosivos. In: __;__; SOUZA, N. M. de; MELO, M. T. da S. (orgs.). *Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro*. Brasília: FINATEC, Universidade de Brasília, 2006. 464 p.
- BORGES NETO, I. de O. Processos hidro-erosivos em distintas classes de solo sob diferentes tipos de uso em zona semiárida / Inocencio de Oliveira Borges Neto. - João Pessoa, 2021.

CORRÊA, A. C. B.; SOUZA, J. O. P.; CAVALCANTI, L. C. S. Solos do ambiente semiárido: Erosão e degradação a partir de uma visão geomorfológica. In: Degradação dos Solos no Brasil. (Orgs.) GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, p. 127-166.

FAO. Trees, forests and land use in drylands: the first global assessment - Full report. FAO Forestry Paper N. 184. Rome, 2019.

FRYIRS, K. A.; BRIERLEY, G. J.; PRETON, N. J.; KASAI, M. Buffers, barriers and blankets: the (dis) connectivity of catchment-scale sediment cascades. *Catena*, v. 70, p. 49- 68, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. 2021. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/ipueira/panorama> >, acessado em: 19 de maio de 2023.

LAL, R. Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. *Wiley One Library, Global Change Biology*, v. 24. n. 8, 2018, p. 3285-3301.

LEITE P. A. M.; SOUZA, E. S.; SANTOS, E. S.; GOMES R. J.; CANTALICE, J. R.; WILCOX, B. P. The influence of forest regrowth on soil hydraulic properties and erosion in a semiarid region of Brazil. *Ecohydrology*, v. 11, 2018, p. 12.

LIMA-e-Silva, S. P. P. et al. Dicionário brasileiro de ciências ambientais. 2. Ed. Rio de Janeiro: Thep Ed., 2002.

MEDEIROS, Valdeir Carlos Araújo de. Geotecnologias Aplicadas à Avaliação do Potencial Energético Solar no Município de Ipueira-RN. 2022.

MORGAN, R. P. C. Soil erosion and conservation. 3. ed. Blackwell Publishing Ltd. 2005. p. 304.

MIRZABAEV, A.; WU, J.; EVANS, J.; GARCÍA-OLIVA, F.; HUSSEIN, I. A. G.; IQBAL, M. H.; KIMUTAI, J.; KNOWLES, T.; MEZA, F.; NEDJRAOUI, D.; TENA, F.; TÜRKEŞ, M.; VÁZQUEZR, J.; WELTZ, M. Chapter 3: Desertification. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. 2019, p. 249-343.

OLSON, K. R.; AL-KAISI, M.; LAL, R.; CIHACEK, L. Impact of soil erosion on soil organic carbon stocks. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 71, n. 3, 2016, p. 61A-67A.

Ozsahin, E.; Duru, U.; Eroglu, I., 2018. Land use and land cover changes (lulcc), a key to understand soil erosion intensities in the maritsa basin. *Water*, 10, 335. Disponível: <https://doi.org/10.3390/w10030335> . Acesso: 19 de abr. 2021.

PEREIRA, I. R; CARVALHO, M. Geoprocessamento como ferramenta de identificação de áreas suscetíveis à desertificação no Rio Grande do Norte. Natal: Impe, 2008.

PES, L. Z.; GIACOMINI, D. A. Conservação do solo. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2017. 69 p.

POESEN, J. Soil erosion in the Anthropocene: Research needs. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 43, n. 1, p. 64-84, 2018.

PRINCE, S.; VON MALTITZ, G.; ZHANG, F.; BYRNE, K.; DRISCOLL, C.; ESHEL, G.; KUST, G.; MARTÍNEZ-GARZA C.; METZGER, J. P.; MIDGLEY, G.; MORENO-MATEOS, D.; SGHAIER, M.; THWIN, S. Chapter 4: Status and trends of land degradation and restoration and associated changes in biodiversity and ecosystem functions. In: *IPBES: Assessment Report on Land Degradation and Restoration*. (Eds.) MONTANARELLA, L.; SCHOLLES, R.; BRAINICH, A. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, 2018, p. 221–338.

RODRIGUES, V.A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R.M.; TARJUELO, J.M.; SARTORI, M.M.P.; CANALES, A.R. Avaliação do escoamento e interceptação da água das chuvas. *Revista Irriga, Botucatu*, v. especial, p.1-13, 2015.

SANTOS, Júlio César Neves dos; ANDRADE, Eunice Maia de; PALÁCIO, Helba Araújo de Queiroz; NETO, José Ribeiro de Araújo; SILVA, Wederson Gutemberg Teotonio. Atenuação da erosão hídrica pela vegetação no semiárido Brasileiro. III Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. Fortaleza - Ceará, Brasil. 2017.

SANTOS, W. M.; SOUZA, R. M. S.; DE SOUZA, E. S.; DE ALMEIDA, A. Q.; & ANTONINO, A. C. D. Variabilidade espacial da sazonalidade da chuva no semiárido brasileiro. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, p. 368-376, 2017.

SANTOS, J. C. N.; ANDRADE, E. M.; GUERREIRO, M. J. S.; MEDEIROS, P. H. A.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO NETO, J. R. Effect of dry spells and soil cracking on runoff generation in a semiarid micro watershed under land use change. *Journal of Hydrology, Amsterdam*, v. 541, n. 4, 2016, p. 1057-1066.

SANTOS, J. C. N.; ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO NETO, J. R.; RIBEIRO FILHO, J. C. Erosive process control in the Brazilian semiarid region. *Revista Caatinga, Mossoró*, v. 31, n. 3, 2018, p. 695-703.

SILVA, José Ralison Inácio; SOUZA, Eduardo Soares de; SOUZA, Rodolfo; SANTOS, Eduardo Silva dos & ANTONIO, Antonio Celso Dantas. Efeitos de diferentes usos do solo na erosão hídrica em regiões semiárida. *Revista Engenharia na Agricultura* V.27, n.3, p.272-283, 2019.

SOUZA, Alan Rafael Coineth de. Aplicação da Equação Universal de Perdas de Solos Revisada (RUSLE) na quantificação da erosão laminar na bacia hidrográfica do Rio Verde - Região Oeste do Paraná. Francisco Beltrão, 2021.

SOUZA, Juscelma Sodrê Macêdo; MENDES, Anderson Kleber Vasconcelos. Secas no Sertão: Reflexões sobre o cenário das longas estiagens no semiárido nordestino através de tecnologias de convivência. *Id on Line Rev. Mult. Psic.* V.13, N. 45, p. 1069-1078, 2019 - ISSN 1981-1179

TAVARES FILHO, J. Física e conservação do solo e água. Londrina: Eduel, 2013.

TRAORÉ, S.; OUATTARA K.; ILSTEDT, U.; SCHMIDT, M.; THIOMBIANO, A.; MALMER, A.; NYBERG, G. Effect of land degradation on carbon and nitrogen pools in two soil types of a semi-arid landscape in West Africa. *Geoderma*, v. 241-242, 2015, p. 330-338.

TRAVASSOS, I. S., SOUZA, B. I., SILVA, A. B. Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino brasileiro. *Revista Okara: Geografia em Debate*, v. 7, n. 1, p. 147-164, João Pessoa, 2013.

WANG, X.; ZHAO, X.; ZHANG, Z.; YI, L.; ZUO, L.; WEN, Q.; LIU, F.; XU, J.; HU, S.; LIU, B. Assessment of soil erosion change and its relationships with land use/cover change in China from the end of the 1980s to 2010. *Catena*, Amsterdam, v. 137, n. 3, 2016, p. 256-268.

WESTER, T.; WASKLEWICZ, T.; STALEY, D. Functional and structural connectivity within a recently burned drainage basin. *Geomorphology*, v.206, p.362–373, 2014.

WOLKA, K.; BIAZIN, B.; MARTINSEN, V.; MULDER J. Soil and water conservation management on hill slopes in southwest Ethiopia. I. Effects of soil bunds on surface runoff, erosion and loss of nutrients. *Science of the Total Environment*, v. 757, Stoten: 142877, 2021, p. 41.

ZIA-UR-REHMAN, M.; MURTAZA, G.; QAYYUM, M. F.; SAIFULLAH, RIZWAN, M.; ALI, S.; AKMAL, F.; KHALID, H. Degraded Soils: Origin, Types and Management. In: HAKEEM, K. R.; AKHTAR, J.; SABIR, M. (ed.). *Soil Science: Agricultural and Environmental Prospectives*. Springer, 2016. p 23-65.