



Universidade Federal de Sergipe
Campus do Sertão
Núcleo de Graduação de Agronomia



MONICA ROBERTA SANTOS NASCIMENTO

**DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS NA ESTAÇÃO
EXPERIMENTAL CAMPUS RURAL EM SÃO CRISTOVÃO - SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso

Nossa Senhora da Glória/Sergipe
maio de 21021

MONICA ROBERTA SANTOS NASCIMENTO

**DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS NA ESTAÇÃO
EXPERIMENTAL CAMPUS RURAL EM SÃO CRISTOVÃO - SERGIPE**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação
em Engenharia Agrônômica da Universidade
Federal de Sergipe, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Engenharia
Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Barreto Garcez

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda

Nossa Senhora da Glória/Sergipe

maio de 21021

MONICA ROBERTA SANTOS NASCIMENTO

**DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS NA ESTAÇÃO
EXPERIMENTAL CAMPUS RURAL EM SÃO CRISTOVÃO - SERGIPE**

Este documento foi julgado adequado como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

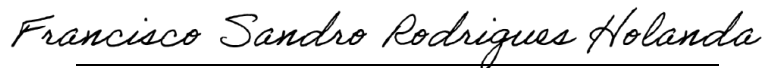
Aprovado em: 17/11/2020

Banca examinadora:



Tiago Barreto Garcez, Professor Adjunto
Universidade Federal de Sergipe

Lucas Resmini Sartor, Professor Adjunto
Universidade Federal de Sergipe



Francisco Sandro Rodrigues Holanda, Professor Titular
Universidade Federal de Sergipe

Thiago Matos Andrade, Professor Adjunto
Universidade Federal de Sergipe

Índice

Lista de figuras	5
Lista de tabelas	6
Resumo	8
Abstract	9
1. Introdução	10
2. Material e métodos	12
2.1 Caracterização da área	12
2.2 Diagnóstico dos processos erosivos	12
2.3 Quantificação das perdas de solo	13
2.3.1 Cálculo do fator R- Erosividade.....	13
2.3.2 Cálculo do fator K- Erodibilidade.....	14
2.3.3 Cálculo do fator LS - Declividade e Comprimento de Rampa.....	15
2.3.4 Cálculo do fator CP - Uso do solo e práticas conservacionistas.....	17
2.3.5 Mapeamento das áreas com processos erosivos.....	17
3. Resultados e Discussão	18
3.1 Diagnóstico dos processos erosivos	Erro! Indicador não definido.
3.2 Quantificação das perdas de solo	Erro! Indicador não definido.
4. Conclusões	23
5. Referências bibliográficas.....	24
6. Agradecimentos	26

Lista de figuras

Figura 1. Croqui da área de estudo com os solos ocorrentes no Campus Rural.....	12
Figura 2. Dados anuais de precipitação anual média, temperaturas máxima e mínima nos anos de 2004 a 2019.....	14
Figura 3. Dados de comprimento de rampa e Declividade	16
Figura 4. Processos erosivos no Plintossolo (A), Argissolo(B) e Neossolo (C).....	17
Figura 5. Porcentagem dos processos erosivos em cada tipo de solo.....	18
Figura 6. Média mensal de precipitação (mm) e Média de erosividade- EI.....	19
Figura 7. Distribuição do Fator K na Área Experimental Campus Rural.....	20
Figura 8. Distribuição fator LS na Área Experimental Campus Rural.....	21
Figura 9. Distribuição da estimativa de perda de solo (t/ha.ano).....	22

Lista de tabelas

Tabela 1. Classificação da erosividade tomando como referencia o fator R.....	Erro! Indicador não definido. 4
Tabela 2. Classificação da erodibilidade dos solos.....	15
Tabela 3. Classes de declive.....	17
Tabela 4. Usos do solo e seus respectivos Fator CP.....	17
Tabela 5. Valores da relação de areia fina, silte e areia grossa (M); diâmetro médio ponderado (DMP); relação entre argila e teor de matéria orgânica (R); erodibilidade (K).....	19
Tabela 6. Valores do Fator LS para cada tipo de solo.....	20
Tabela 7. Fatores da EUPS e perdas (A) da Área Experimental Campus Rural.....	22

DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL CAMPUS RURAL EM SÃO CRISTÓVÃO- SERGIPE

Monica Roberta Santos Nascimento ¹, Tiago Barreto Garcez ², Francisco Sandro Rodrigues Holanda^{3,1}

Resumo

A erosão dos solos é uma manifestação de degradação do solo, entretanto, esse processo em determinados ambientes pode ser acelerado pelas características naturais e/ou pela ação antrópica. No Brasil, são perdidos por ano, milhões de toneladas de solo agrícola devido ao mal manejo do solo, e desta forma áreas antes agricultáveis tornam-se degradadas pelo carreamento das camadas superficiais e mais férteis do solo. Essas perdas causam prejuízos ambientais e econômicos, sendo necessário para melhor dimensionar esses processos de degradação ambiental, caracterizar os processos erosivos. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi diagnosticar e analisar os processos erosivos na Estação Experimental Campus Rural, em São Cristóvão, Sergipe. Para tanto, foi utilizada a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) e adicionalmente uma ficha de avaliação dos processos erosivos presentes na área estudada. Os dados coletados foram trabalhados estaticamente pelo Método de Krigagem. A área de estudo está situada na Estação Experimental Campus Rural, da Universidade Federal de Sergipe, na localidade conhecida como Timbó, no município de São Cristóvão, Sergipe, com área de aproximadamente 182,27 hectares. As perdas de solos variaram de 1,8615 a 24,1718 t/ha.ano, sendo predominante a classe dos Plintossolos. Os fatores que mais influenciaram nos resultados foram o LS - Fator de declividade e comprimento da rampa e CP- Fator cobertura e Fator práticas conservacionistas.

Palavras-chave: Erosão; Conservação do solo; EUPS.

¹ Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Sergipe/ Campus do Sertão, Nossa Senhora da Glória, SE, Brasil. E-mail monica.nascimento94@gmail.com.

² Professor Adjunto, Universidade Federal de Sergipe/ Campus do Sertão, Nossa Senhora da Glória, SE, Brasil. E-mail tbgarcez@academico.ufs.br

³ Professor Titular, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil. E-mail fholanda@infonet.com.br .

DIAGNOSIS AND EVALUATION OF EROSION PROCESSES AT THE CAMPUS RURAL EXPERIMENTAL STATION IN SÃO CRISTÓVÃO- SERGIPE

Monica Roberta Santos Nascimento ¹, Tiago Barreto Garcez ², Francisco Sandro Rodrigues Holanda^{3,2}

Abstract

Soil erosion is a manifestation of soil degradation, however, this process in certain environments can be accelerated by natural characteristics and / or by anthropic action. In Brazil, millions of tons of agricultural soil are lost each year due to poor soil management, and in this way areas that were previously arable become degraded by carrying the top and most fertile soil layers. These losses cause environmental and economic losses, being necessary to better dimension these processes of environmental degradation, to characterize the erosive processes. In this sense, the objective of this work was to diagnose and analyze the erosive processes at the Campus Rural Experimental Station, in São Cristóvão, Sergipe. For this purpose, the Universal Soil Loss Equation (EUPS) was used and, in addition, an assessment form of the erosive processes presents in the studied area. The collected data were worked statically by the Kriging Method. The study area is located at the Campus Rural Experimental Station, of the Federal University of Sergipe, in the locality known as Timbó, in the municipality of São Cristóvão, Sergipe, with an area of approximately 182.27 hectares. Soil losses ranged from 1.8615 to 24.1718 t / ha.year, with the Plinthossols class being predominant. The factors that most influenced the results were the LS - Slope and ramp length factor and CP- Coverage factor and Conservationist practices factor.

Keywords: Erosion; Soil conservation; EUPS.

² Undergraduate em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe/ Campus do Sertão, Nossa Senhora da Glória, SE, Brasil. E-mail monica.nascimento94@gmail.com.

² Professor, Universidade Federal de Sergipe/ Campus do Sertão, Nossa Senhora da Glória, SE, Brasil. E-mail tbgarcez@academico.ufs.br.

³ Professor, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil. E-mail fholanda@infonet.com.br.

1. Introdução

A erosão é o processo natural onde ocorre a desagregação, o arraste e a deposição das partículas constituintes do solo (Faria et al., 2003), sendo considerado um dos maiores problemas ambientais que causam perdas de solos em centros urbanos, sistemas naturais e, principalmente, em áreas agrícolas. Esses problemas ocorrem tanto no seu local de origem, diminuindo a fertilidade do solo, como fora dele, causando problemas ambientais, como assoreamento dos rios ou corpos d'água, diminuição da quantidade e qualidade da água disponível (Marioti et al. 2013).

Dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura- FAO (2015) mostram que 33 % das terras são degradadas devido à erosão, salinização, compactação, acidificação e poluição química dos solos. Mundialmente, estima-se que a degradação dos solos custe US\$ 10,6 trilhões por ano, o que equivale a 17 % do PIB global (Stewart, 2015). No Brasil, os valores médios são de US\$ 242 milhões e US\$ 212 milhões para os Estados do Paraná e São Paulo, respectivamente (Telles et al., 2011).

Os fatores que mais influenciam os processos erosivos são a ação antrópica (práticas agrícolas sem manejo adequado do solo, queimadas, desmatamentos) e elementos naturais (características das chuvas e do solo). Entretanto, as alterações humanas são as que mais contribuem para que os danos se tornem cada vez mais irreversíveis, causando prejuízos ambientais e econômicos (Jardim, 2017). Considera-se que as mudanças climáticas no Brasil alteram os valores e aumentam a variabilidade de precipitação (Nunes et al., 2016), o que resultam em impactos ambientais e favorecem a ocorrência da erosão.

Dentre os tipos de erosão, a que mais se destaca-se é a erosão hídrica, porque possui alta capacidade de remoção e transporte de sedimento (Bertoni; Lombardi Neto, 2014). Para controlar a erosão hídrica é fundamental conhecer os fatores condicionantes do processo, sejam eles relacionados ao solo, clima e topografia, incluindo a duração e intensidade da precipitação, a rugosidade e erodibilidade natural do solo, o comprimento, forma e a declividade da encosta, e o tipo ou a extensão da cobertura vegetal do solo (Michette, 2015).

Nos estudos de erosão do solo no cenário mundial, e no Brasil, destacam-se aqueles relacionados à utilização de modelos preditivos. A maioria dos estudos de erosão do solo considera como modelo a Equação Universal de Perdas de Solo-EUPS (Universal Soil Loss Equation – USLE) proposta por Wischmeier e Smith (1978). Esta é uma metodologia bastante utilizada, pois procura resumir a atuação dos fatores responsáveis pela erosão hídrica (Bertoni;

Lombardi Neto, 2014), além de possuir maior divulgação em estudos, principalmente pela facilidade de manejo de dados e baixo custo.

Em pequenas áreas, o cálculo da EUPS é considerado mais preciso, devido as variações dos parâmetros serem observadas facilmente. Em estudos regionais de erosão, os valores podem ser utilizados para identificar as áreas quanto a maior ou menos suscetibilidade a erosão (Salomão, 2005). Além disso, pode ser empregada em grandes áreas ou em escalas regionais, permitindo avaliar qualitativamente e geograficamente as áreas e seus graus de susceptibilidade à erosão (Farissano et al, 2006).

Considerando que há poucos estudos relacionado à essa temática, à problemática das perdas de solo, e que os processos erosivos estão fortemente presentes no Campus Rural, este estudo diagnosticou e avaliou os processos erosivos na Estação Experimental Campus Rural, em São Cristóvão, Sergipe.

2. Material e métodos

2.1 Caracterização da área

O estudo foi conduzido na Estação Experimental Campus Rural, da Universidade Federal de Sergipe, na localidade conhecida como Timbó, no município de São Cristóvão, estado de Sergipe, Brasil, cujas coordenadas geográficas são 10°19'S de latitude e 36°39'O de longitude, com altitude de 22 m. Possui uma área de 181 hectares, distribuída em benfeitorias, terras ocupadas com ensaios experimentais (ex.: cana-de-açúcar, citros e culturas de ciclo curto) e mata nativa.

A área de estudo localizada no litoral sergipano, segundo a classificação de Koppen, é do tipo As', o clima da região é caracterizado como tropical chuvoso, com verão seco e estação chuvosa, com chuvas distribuídas nos meses de fevereiro a setembro. Quanto à sua formação geológica, destacam-se sedimentos fluviais e argilosos da formação geológica do Grupo Barreiras, de relevo plano, suave ondulado e ondulado. Os tipos de solos predominantes nessa área foram classificados por Nascimento e Pedrotti (2004), como Neossolo Flúvico Psamítico, Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, Plintossolo Háptico Distrófico (Figura 1).

Considerando os dados pluviométricos e climáticos dos últimos 15 anos, a maior precipitação anual registrada em 2019 foi de 1.390 mm/ano e a menor em 2015 de 670,2 mm/ano, e essas chuvas ocorrem principalmente nos meses de abril a julho.

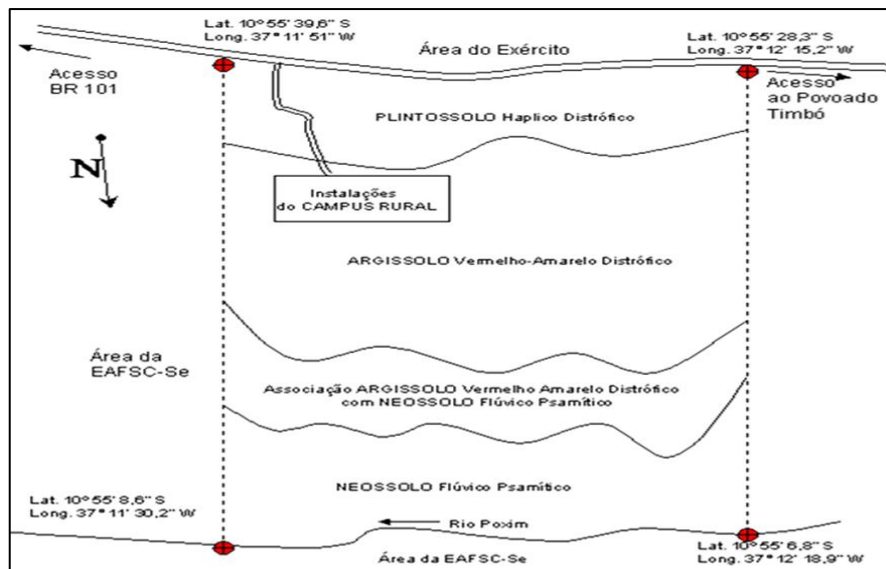


Figura 1. Croqui da área de estudo com os solos ocorrentes no Campus Rural.
Fonte: Moreira (2017).

2.2 Diagnóstico dos processos erosivos

O diagnóstico foi realizado em duas etapas, perfazendo um total de 14 expedições para coleta de dados. As duas primeiras foram realizadas para o reconhecimento e observação das áreas com presença de erosão, e nas demais foram realizados levantamentos com o check-up “*in loco*”, com o auxílio da ficha de avaliação dos solos para preenchimento de informações como: identificação do ponto avaliado, coordenadas (utilizando um GPS) e referências do local, tipo do solo, tipo de erosão identificada e comprimento, largura e profundidade da erosão.

2.3 Mapeamento das áreas com processos erosivos

O mapeamento da área de estudo foi produzido a partir da localização das coordenadas dos pontos de erosão com auxílio do software ArcMap 10.5 (ArcGIS) (ESRI, 2015), utilizado para análise e interpolação de dados e criação de mapas.

2.4 Quantificação das perdas de solo

Para calcular a quantidade de perdas de solo, foi utilizada a Equação Universal das Perdas de Solo – USLE (*Universal Soil Loss Equation*), proposta e revisada por Wischmeier e Smith (1978), pela facilidade de manejo de dados e de baixo custo. Os dados de perdas de solos foram obtidos a partir da equação 1:

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

Onde: A = Perdas de solo (t/ha ano);

R = Erosividade das chuvas (Mj.mm/ha h ano);

K = Erodibilidade do solo (t h /Mj mm);

LS = Fator de declividade e comprimento da rampa (Adimensional);

C = Fator cobertura (Adimensional);

P = Fator práticas conservacionistas (Adimensional).

2.4.1 Cálculo do fator R – Erosividade das chuvas

Para o cálculo desse fator foi utilizada a Equação 2, proposta por Sudene (1985), utilizada para a região Nordeste para determinação de um valor médio do índice de erosividade por meio da relação entre a média mensal e a média anual de precipitação:

$$EI = 89.823 \times \left(\frac{r^2}{P} \right)^{0,759} \quad (2)$$

Onde: EI = média mensal do índice de erosividade (Mj mm/ ha h);

r = média mensal de precipitação (mm);

P = média anual de precipitação (mm).

Foram coletados dados climáticos como pluviosidade e temperaturas média, máxima e mínima (Figura 2) para a região de estudo nos anos de 2004 a 2019. Todos esses dados foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Inicialmente foi calculado o EI com a utilização da Equação 2, onde a média mensal dos meses de janeiro a dezembro, foi definida a partir do somatório da precipitação de cada mês dividido por quinze anos. A média anual foi definida a partir do somatório da precipitação total nos anos de 2004 a 2019, dividido por quinze.

A partir do cálculo da EI, calculou-se o somatório do EI dos doze meses para ser obtido o fator R (erosividade) do local para cada mês, como mostra a Equação 3:

$$R = \sum EI \quad (3)$$

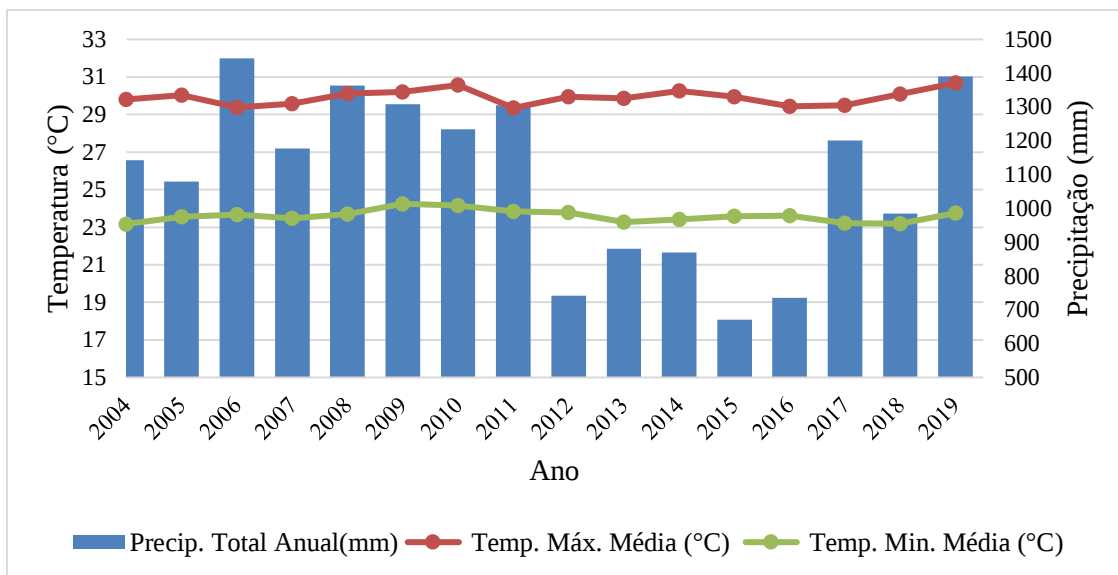


Figura 2. Dados de precipitação total anual, temperaturas máxima e mínima nos anos de 2004 a 2019. Fonte: INMET.

A partir dos resultados do fator R, foi realizada a classificação da Erosividade das chuvas (Tabela 1), de acordo com Carvalho (2008).

Tabela 1 - Classificação da erosividade tomando como referência o fator R (CARVALHO, 2008).

Erosividade	Fator R (Mj.mm/ ha h ano)
Fraca	$R < 250$
Moderada	$250 < R < 500$
Moderada a forte	$500 < R < 750$
Forte	$750 < R < 1000$
Muito forte	$R > 1000$

2.4.2 Cálculo do fator K – Erodibilidade do solo

A erodibilidade do solo (K) representa a suscetibilidade do solo aos processos erosivos, ou seja, é a relação entre a erosividade da chuva e a resistência ao desprendimento e transporte de partículas do solo. O fator K foi estimado pela análise dos perfis representativos da área de estudo, em uma profundidade de 0-20 cm do solo, baseado na equação 4 (Xavier et al., 2019). Para determinar cada um dos fatores da equação, foram coletadas três amostras de solos em cada tipo de solo para análise granulométrica, realizadas em laboratório.

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

Onde,

K: é a erodibilidade do solo ($t\ ha\ h\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$).

M (%): são as proporções (%) entre areia fina (Af), silte (S) areia grossa (Ag), calculado pela equação 5:

$$M = (Af + S) \times [(Af + S) + Ag] \quad (5)$$

P: é a permeabilidade do perfil do solo, estimada a partir dos valores: 1= muito baixa, 2= baixa, 3= baixa a moderada, 4=moderada, 5=moderada a rápida, 6=rápida.

Os valores de permeabilidade do solo foram definidos com base no estudo dos solos do Campus Rural (Moreira, 2017)

DMP é o diâmetro médio ponderado das partículas do solo (mm), dado pela equação 6:

$$DMP = \frac{(0,65 \times Ag) + (0,15 \times Af) + (0,0117 \times S) + (0,00024 \times Ar)}{100} \quad (6)$$

Sendo Af (areia fina), Ag (areia grossa) e Ar (argila) (%).

R: é a relação entre a matéria orgânica e argila, dada pela equação 7:

$$R = Ag \times \left(\frac{TMO}{100} \right) \quad (7)$$

Onde, Ag(areia grossa) e TMO (teor de matéria orgânica em %).

Com os resultados, a erodibilidade do solo foi classificada (Tabela 2).

Tabela 02- Classificação da erodibilidade dos solos.

Classificação	Fator K
Extremamente Alta	> 0,0600
Muito Alta	0,0459 -0,0600
Alta	0,0300 -0,0450
Média	0,0150 - 0,0300
Baixa	0,0090 - 0,0150
Muito Baixa	< 0,0090

Fonte: Pereira (2014); Org. Nascimento (2020).

2.4.3- Cálculo do fator LS – Declividade e comprimento da rampa

Os valores dos fatores topográficos (LS), por sua vez, foram calculados com base na equação 8, proposta por Wischmeier & Smith (1978):

$$LS = \left(\frac{\sqrt{L}}{100} \right) (1,36 + 0,97s + 0,138s^2) \quad (8)$$

Onde: L= comprimento da rampa em m

s= declividade expressa em %.

Para a determinação da declividade do terreno, utilizou-se o nível de mangueira, que tem como principal vantagem a fácil confecção e uso, além de ser de baixo custo.

A declividade foi determinada partindo-se do ponto mais alto do terreno, onde é colocada uma das barras na posição vertical e deslocando-se a outra barra no sentido do declive, tomando-se o cuidado de não perder água da mangueira. A diferença de leitura entre as fitas graduadas das barras corresponde ao espaçamento vertical (EV) entre os dois pontos. O espaçamento horizontal (EH) é medido com uma trena. Em seguida, procede-se com o cálculo da declividade com a equação 9. Os dados do levantamento foram submetidos à média, divididos por tipo de solo e dispostos na Figura 3. Os valores de comprimento de rampa (L) foi determinado a partir do somatório EH. Após os resultados obtidos da declividade de cada área, os valores foram submetidos à classificação (Tabela 3).

$$s = \frac{EV}{EH} * 100 \quad (9)$$

Tabela 3- Classes de declive.

Classes	Declividade	Interpretação
A	< 3	Declividade fraca
B	3 – 6	Declividade moderada
C	6 – 12	Declividade de moderada a forte
D	12 – 20	Declividade forte
E	20 – 40	Declividade muito forte
F	>40	Declividade extremamente forte

Fonte: Mazuchowski (1981). Adaptada por Nascimento (2020).

2.4.4 Cálculo do fator CP – Uso do solo e práticas conservacionistas

Para obtenção do fator CP foi necessário verificar os usos do solo na Área Experimental Campus Rural. Para atribuição de valores de cada classe de uso da terra, foram atribuídos valores segundo Paranhas Filho et al. (2003), apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Usos do solo e seus respectivos Fator CP.

Usos do solo	Fator CP
Área Degradada	0,1
Área Antropizada/ Pastagem	0,01
Floresta Nativa	0,001

3. Resultados e discussão

3.1 Diagnóstico dos processos erosivos

O levantamento de campo diagnosticou a presença de variadas manifestações de processos erosivos nos três tipos de solo, com predominância de erosão laminar e em sulcos (Figura 3). Não foi identificada erosão do tipo voçorocas, embora identificado início de processo de ravinamento.

Foram catalogados aproximadamente 81 processos erosivos. A maior frequente de processos erosivos foi observada nos Plintossolos, representando 50 % das observações, estando em seguida os Argissolos, com 28,75%, e por último os Neossolos Flúvicos, com 21,25% (Figura 4). Foi possível verificar que em todos tipos de solos, o processo erosivo mais frequente foi a erosão em sulco.

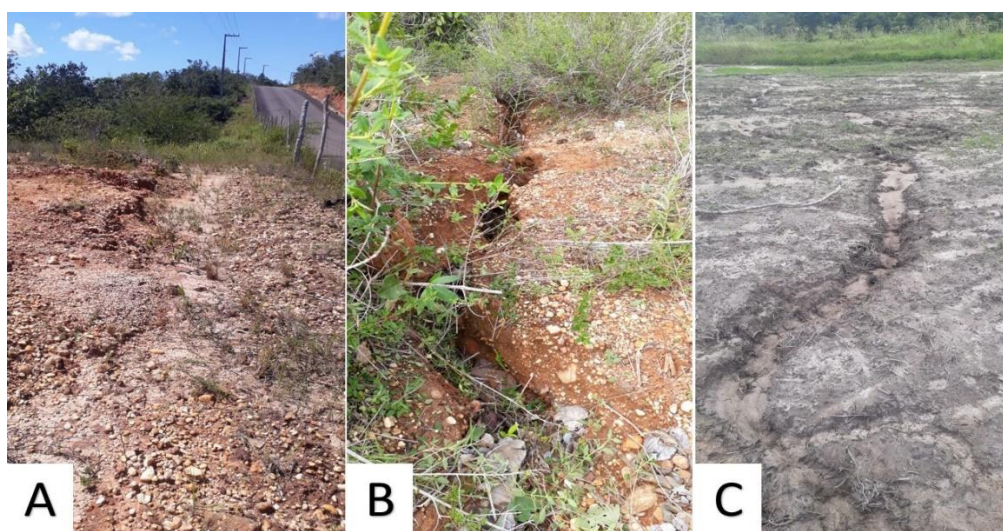


Figura 3. Processos erosivos no Plintossolo (A), Argissolo (B) e Neossolo Flúvico(C).

3.2 Quantificação das perdas de solos

Para a quantificação das perdas de solos na Área Experimental do Campus Rural foram determinados e apresentados individualmente cada um dos fatores que compõe a EUPS, a partir de dados coletados.

3.2.1 Fator R (erosividade da chuva)

A partir dos dados obtidos, foi determinada a média anual de precipitação de 1.095,44 mm/ano entre os anos de 2004 a 2019 (Figura 2), assim como a média mensal de 68,53 mm/ano.

Foram calculados a média mensal do EI (Equação 2), e o somatório de todas as EI (Figura 5) totalizou o Fator R no valor de 6.018,41 Mj mm/ha h ano.

A classificação deste fator foi considerada muito forte (Tabela 1), pois seu resultado foi superior a 1.000 Mj mm/ ha h ano. A área de estudo está localizada na região do litoral com índices pluviométricos mais elevados (Figura 2). Alguns autores afirmaram que em situações de alta pluviosidade são registrados maiores valores do fator R e que baixos índices pluviométricos geram valores baixos de R (Moura et al., 2017). Desta forma, apenas os dados da erosividade não são suficientes para determinar a vulnerabilidade da área aos processos erosivos.

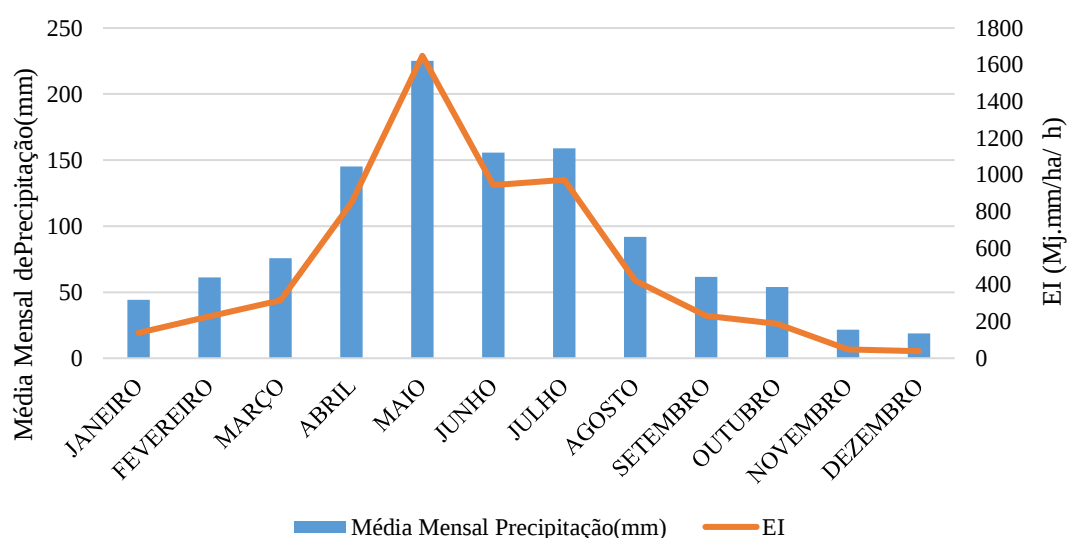


Figura 5. Média mensal de precipitação (mm) e Média de erosividade- EI.

3.2.2- Fator K (erodibilidade do solo)

Os resultados foram subdivididos para cada tipo de solo (Tabela 5). É possível verificar que houve diferenças nas variáveis que compõem esse fator, em que a relação entre areia fina, silte e areia grossa (M) é maior no Neossolo Flúvico e menor no Plintossolo. A relação entre o teor de argila e de matéria orgânica (R) tem maior porcentagem no Plintossolo e menor no Neossolo Flúvico. Em relação a permeabilidade do solo é considerada moderada a baixa para o Argissolo e Neossolo Fluvico e baixa para o Plintossolo.

Tabela 5. Valores da relação de areia fina, silte e areia grossa (M); diâmetro médio ponderado (DMP); relação entre argila e teor de matéria orgânica (R); permeabilidade (P), erodibilidade (K).

Classe do solo	M	Dmp (mm)	R (%)	P	Fator K
Argissolo	3184,8	0,18869	0,15134	5	0,03588
Neossolo Flúvico	4865,41	0,32692	0,178596	5	0,04002
Plintossolo	1939,78	0,14800	0,180894	2	0,01601

Fonte: Nascimento (2020).

De acordo com os resultados, o fator K do Argissolo e Neossolo Flúvico são respectivamente 0.03655 e 0.03848 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹, classificados como de alta resistência a erosão (Tabela 2), e o Plintossolo com valor de 0.01997 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹, apresenta resistência média a erosão, como mostra a distribuição da superfície do Fator K na área (Figura 6).

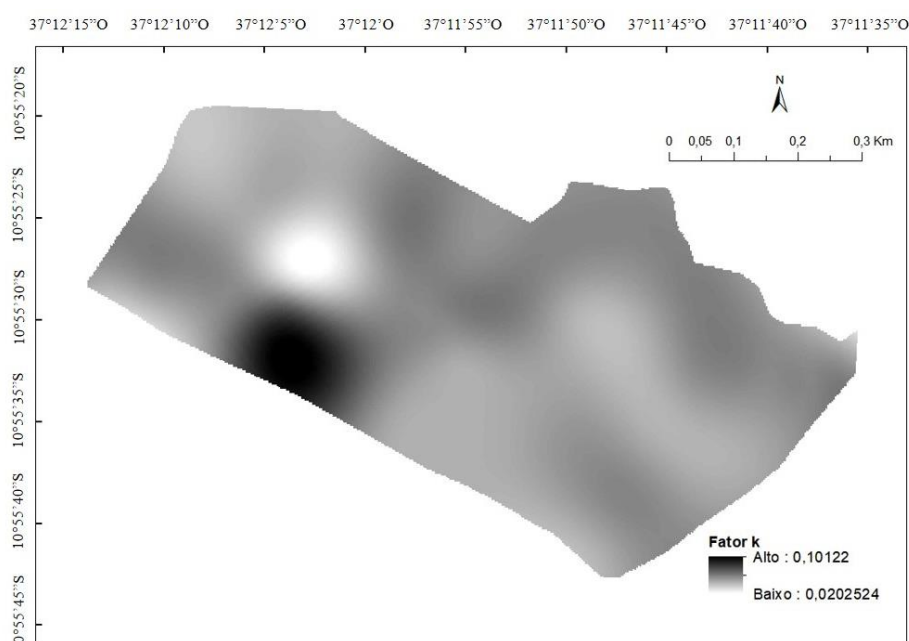


Figura 6- Distribuição do Fator K na Área Experimental Campus Rural

Considerando que a erodibilidade do solo representa a suscetibilidade do solo aos processos erosivos (Eduardo et al., 2013), esse fator tem despertado maior interesse em pesquisas relacionadas à erosão, por ser definido por atributos característicos do solo, as quais variam a depender da classe do solo e do tipo de manejo (Silva et al., 2000). As classes de solos identificadas foram Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, Neossolo Flúvico Distrófico e Plintossolo Háplico Distrófico. Neste fator, os valores tendem a ser maiores em solos com altos

teores de silte e areia e menor nos solos argilosos, isso devido à maior erodibilidade e a baixa agregação dessas partículas, que são facilmente dispersadas e transportadas (Santos et al. 2002).

O Neossolo Flúvico Psamítico é um solo arenoso com dificuldade de retenção de umidade, pouco evoluído, constituído por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, não apresenta o horizonte B diagnóstico. O Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico é bem desenvolvido e profundo, com argila de atividade baixa. São susceptíveis as erosões hídricas, pois apresentam um gradiente de textura em profundidade, o que permite ao solo, diferentes classes de drenagem interna. O Plintossolo Háplico Distrófico apresenta horizonte com manchas avermelhadas, geralmente um aspecto compacto, realçando as mais avermelhadas formadas pela plintita. São muito argilosos, imperfeitamente ou mal drenados, fortemente ácidos, com saturação por bases baixa e atividade da fração argila baixa. Além de apresentar erodibilidade alta (Santos et al., 2018).

3.2.3- Fator LS (declividade e comprimento da rampa)

O fator LS depende de duas variáveis do relevo, que causam mudanças na ação erosiva produzida pela água sobre os solos: o comprimento da rampa (L) e a declividade (s). O comprimento de rampa e a declividade foram, respectivamente, de 75,75 m e d 4,93 % para o Neossolo Flúvico, 69,05 m e 5,22 % para o Argissolo e 55,81 m e 10,54 % para o Plintossolo. O aumento do comprimento das encostas acelera a erosão, pois aumenta o volume de água que escoar na sua superfície, aumentando a capacidade de remover partículas de solo (Paranhas Filho, 2003). Terrenos com maiores declividades apresentam maiores velocidades de escoamento e maior capacidade erosiva. Além disso, variações do relevo também interagem para a maior ou menor erodibilidade do solo (Bertoni e Lombardi Neto, 2005).

Tabela 6. Valores de comprimento de rampa (L), declividade (s) e Fator LS para cada tipo de solo.

Tipo de solo	L (m)	s (%)	Fator LS
Plintossolo	55,81	10,54	2,0106
Argissolo	69,05	5,22	0,8462
Neossolo Flúvico	75,75	4,93	0,8291

Fonte: Nascimento (2020).

A classificação para Plintossolo é declividade moderada a forte, para Argissolo e para o Neossolo é declividade moderada (Tabela 3). Os valores do Fator LS foi de 2,0106 para

Plintossolo, 0,8462 para Argissolo e 0,8291 para o Neossolo Flúvico (Tabela 6). O fator LS na sua distribuição na área apresentou maiores valores na área do Plintossolo como mostra a Figura 8, onde apresenta maior declividade.

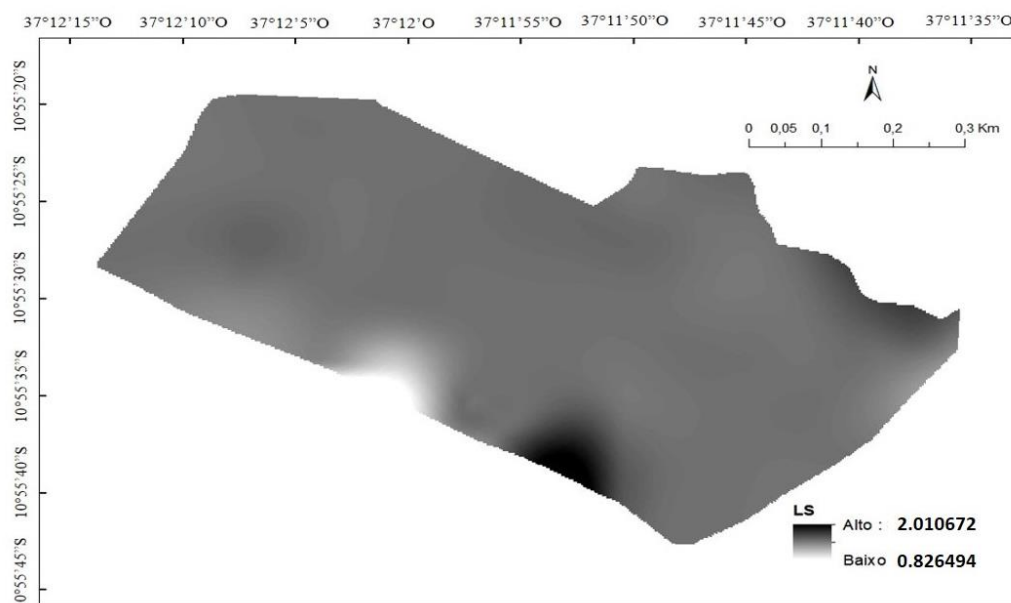


Figura 8 - Distribuição fator LS na Área Experimental Campus Rural.

3.2.3- Fator CP (uso do solo e práticas conservacionistas)

As áreas onde foram identificados os maiores valores de CP estão associados aos solos degradados com fator CP de 0,1, seguido de solos antropizados ou com pastagem com 0,01, e os menores valores estão associados às floresta nativa com valor de 0,001.

As áreas do Argissolo e Neossolo Flúvico são trabalhadas práticas conservacionistas e apresentam cobertura vegetal. Solo com cobertura vegetal são importantes para a proteção contra a remoção de partículas do solo no processo de escoamento superficial (Valentin, 2008), além de evitar o levantamento das partículas pelo efeito de salpicamento. Os maiores valores do fator CP estão associados às áreas que apresentam pouca ou nenhuma cobertura de solo, apresentando alta susceptibilidade à erosão (Barbosa, et al., 2015).

3.2.4- Perda de solo (A)

As perda de solo foram menores para o Argissolo e para Neossolo, com 1,82728 e 1.99044 t/ha.ano, respectivamente, visto que essas áreas possuem práticas conservacionistas. Para as menores perdas, consideram-se as áreas que possuem práticas conservacionistas como

curva de nível e terraceamento. Tais práticas reduzem a velocidade do escoamento superficial (Albuquerque et al., 2002) ou interceptam as enxurradas quando a intensidade da chuva for maior que capacidade de infiltração do solo (Carvalho, 2009).

Tabela 7. Dados dos fatores da EUPS e perda de solo da Área Experimental Campus Rural.

Tipo de solo	R	K	LS	CP	Perdas (a) t/ha Ano
Argissolo	6018,41	0,03588	0,8462	0,01	1,82728
Neossolo Flúvico	6018,41	0,04002	0,8264	0,01	1,99044
Plintossolo	6018,41	0,01601	2,0106	0.1	19,37308

Em contrapartida, o Plintossolo, área com a presença de solo degradado, apresentou maiores perdas, atingindo um total de 19,37308 t/ha.ano (Tabela 7). A distribuição das perdas na área estudada está representada na Figura 9. Os maiores valores de perdas de solo são registrados para áreas com solos expostos, degradados, e áreas com maiores comprimentos de rampa e declividades, estas estão associados às maiores perdas de solo (Valladares et al., 2012).

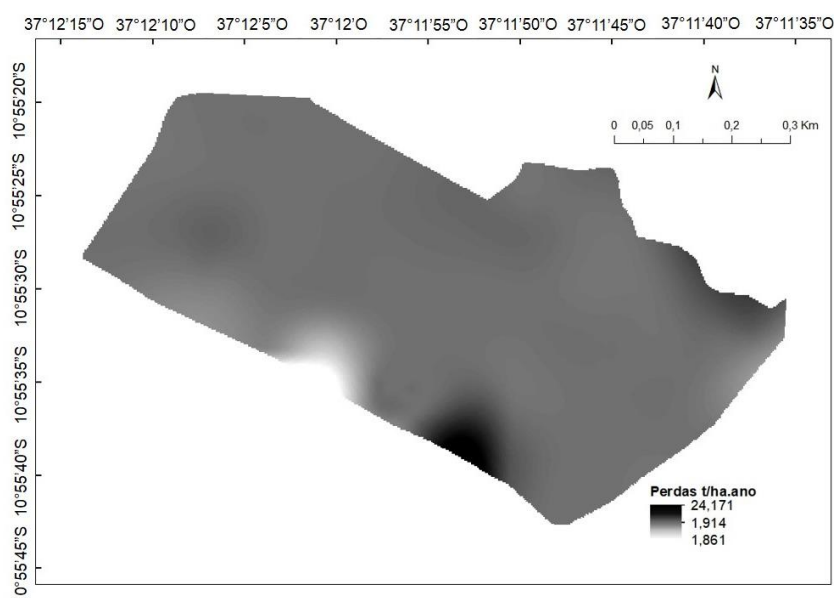


Figura 9 - Distribuição da estimativa de perda de solo (t/ha ano).

4. Conclusões

O fator R (erosividade da chuva) na área é considerado muito forte, analisando o período de 2004 a 2019.

Na área do com Plintossolos contém maior número de feições erosivas e perda da solo do que as demais áreas, tendo grande presença de erosão em sulcos. Além disso, obteve o mais elevado fator LS devido a sua declividade acentuada.

A erodibilidade do solo para o Argissolo e Neossolo Flúvico, foi considerada de alta resistência a erosão, enquanto para Plintossolo de média resistência.

O Fator CP (uso do solo e práticas conservacionistas) apresentou valor mais elevado para o Plintossolo devido baixa cobertura vegetal, sendo um dos fatores que mais influenciaram nos resultados do estudo.

5. Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, A. W. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol.6, Campina Grande, 2002.

ARAGÃO, R. et al. Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.17, n. 3, p.243–252, 2013.

BARBOSA, A. F., et al. Aplicação da Equação Universal de Perda do Solo (USLE) em Softwares Livres e Gratuitos. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 38, p. 170-179, 2015.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 5. ed. Ícone Editora, São Paulo. 2005.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 9. ed. São Paulo: Ícone, 355 p. 2014

CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia Prática. 2. ed. rev. e ampliada, Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CARVALHO, M. A. R. Efeito da cobertura do solo e de práticas de controle de erosão nas perdas de água e solo por escoamento superficial. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.

EDUARDO, E. N. et al. Erodibilidade, fatores cobertura e manejo e práticas conservacionistas em argissolo vermelho-amarelo, sob condições de chuva natural. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 37, p. 796-803, 2013.

FARIA, A. L. L.; SILVA, J. X.; GOES, M. H. B. Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com susceptibilidade à erosão do solo na bacia hidrográfica do ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG). Caminhos de Geografia, vol. 4, n.9, p. 50-65, 2003.

FARINASSO, M. et al. Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da EUPS – Equação Universal de Perdas de Solos utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do alto Parnaíba – PI-MA. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 7, n. 2, 2006.

FAO. Status of the World’s Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy, 650p. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal>.

JARDIM, A. M. R. F. et al. Estimativa de perda de solo por erosão hídrica para o município de Serra Talhada, PE. *Journal of Environmental Analysis and Progress* vol. 02, n.03, p. 186-193, 2017.

MARIOTI, J. et al. Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, p. 1361-1371, 2013.

MAZUCHOWSKI, J.Z. Planejamento Conservacionista. Curitiba: EMATER-PR/ACARPA, 39 p. 1981.

MICHETTE, J.F. Modelos de previsão de erosão fluvial utilizando SIG: estudo na bacia hidrográfica da Represa do Lobo. Dissertação mestrado. São Carlos, SP. 2015.

MOREIRA, J. T. O. Diagnóstico Edafo-Ambiental Para Fins De Planejamento Conservacionista Do Campus Rural. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 76p., 2017.

NASCIMENTO, C. F. B.; PEDROTTI, A. Levantamento Detalhado Dos Solos Ocorrentes No Campus Rural – UFS, Povoado De Timbó, Município De São Cristóvão – Porção Centro- Litorânea Do Estado De Sergipe. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 28p., 2004.

NUNES, C. R. P. Mudanças climáticas e seus impactos na Região Nordeste: um panorama geral. In: ARAÚJO, A. R. et al. (Org.). Os impactos das mudanças climáticas no Nordeste brasileiro. 1.ed. Fortaleza, CE: Fundação Sintaf; São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 382p. 2016.

PARANHAS FILHO, A.C.; FIORI, A. P.; DISPERATI L.; LUCCHESI, C.; CIALI, A.; LASTÓRIA, G. Avaliação multitemporal das perdas de solos na bacia do rio Taquarizinho-MS. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 52, p. 49-59, 2003.

PEREIRA, J. S. Avaliação das perdas de solos laminar na área de influência da UHE. Dissertação mestrado. Uberlândia, MG. 2014.

SANTOS, A. C. et al. Relação ente o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vaca Brava, PB. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 54, 2002.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed., ver. e ampl., Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção de processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 229–267, 2005.

SILVA, M. L. N. et al. Avaliação de métodos indiretos de determinação da erodibilidade de Latossolos brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 6, p.1207-1220, 2000.

STEWART, N. (Ed.). The value of land: Prosperous lands and positive rewards through sustainable land management. Bonn: The Economics of Land Degradation, 165p. 2015.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Mapa de erosividade do Nordeste. Recife: SUDENE, 50 p. 1985.

TELLES, T.S.; GUIMARÃES, M. de F.; DECHEN, S.C.F. The costs of soil erosion. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.287-298, 2011. DOI: 10.1590/S0100-06832011000200001.

VALENTIN, E.F.D. Modelagem dinâmica de perdas de solo: o caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto-DF/GO. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 149p. 2008.

VALLADARES, G. S. et al. Modelo multicritério aditivo na geração de mapas de suscetibilidade à erosão em área rural. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n. 9, p. 1376-138, 2012.

WISCHMEIER, W.H; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Washington: USDA, 58p. Agricultural Handbook, 1978.

XAVIER, J. P.S. et al. Estimativa da erosividade da chuva por diferentes métodos e seu impacto na equação universal de perdas de solo, no semiárido pernambucano. Revista Brasileira de Geografia Física, v.12, n.03, p. 859-875, 2019.

6. Agradecimentos

Primeiramente agradecer a Deus pelo dom da vida e por nunca ter permitido eu desistir nos dias mais difíceis e diante das dificuldades. Senhor a ti, toda honra e glória.

Aos meus pais Ana e Marcos, tenho muito orgulho de vocês! Obrigada por todo apoio, amor e carinho e por todos os esforços em meio a tantas dificuldades para eu conseguir chegar até aqui, amo muito vocês!

A meu irmão Renaldo, obrigado por esta sempre do meu lado e por cuidar do nossos pais enquanto fui em busca dos meus objetivos. Essa vitória é nossa!

Ao meu amor Itamar, meu parceiro e amigo de todas as horas, você sempre me apoiou e esteve comigo em todos os momentos, principalmente quando pensava em desistir, obrigada pelo incentivo, compreensão, amor, carinho, TE AMO MUITO!

A toda minha família, que diretamente ou indiretamente estiveram comigo, me apoiaram e incentivaram por todos esses anos (Não vou citar nomes, porque ficaria extenso), reconheço tudo que fizeram por mim e todos vocês minha eterna gratidão.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela convivência todos esses anos de aprendizado, muito obrigada por todos vocês fazerem parte dessa etapa da minha vida. Em especial Andresa, Eugenio e Darvina, o que seria de mim nos dias de lutas da Ufs sem as três espias e jerry, conseguimos um dia de glória finalmente!

Aos sobreviventes iniciais do NUSOS, Vanessa e Mayk parceiros de projetos de iniciação científica, de alguns estresses (só os fortes entendem) e idas a campo, muito obrigada!

A todos meus amigos (as) por momentos de descontração, alegrias e parcerias. A cada um que as vezes sem saber me deu uma palavra de conforto, meu muito obrigada, vocês são incríveis!

A todos meus professores desde o maternal até o ensino médio. Obrigada por todo ensinamento e dedicação, vocês serviram de base para eu chegar até aqui.

A todos professores do Núcleo de Agronomia do Campus do Sertão por todos os conhecimentos passados e ensinamentos de vida. Em especial, o meu orientador Tiago Garcez, por todo conhecimento, paciência, “puxões de orelha”, você me mostrou que sou capaz de vencer todos os obstáculos.

Ao LABES, na pessoa do Prof. Sandro Holanda, obrigada pela oportunidade de realizar parte do meu estágio e todo apoio e contribuição nesse trabalho. Obrigada também a todos que fazem parte dessa família, em especial a Louise, Jeangela, Leandro, Jeferson, Bruno e Diego, vocês foram essenciais para o desenvolvimento desse trabalho.

A Empresa Campo Verde, na pessoa de Sr. Geraldo, o meu muito obrigada pela oportunidade de obter uma nova experiência nessa fase acadêmica e profissional; Marcus e Everton obrigada pelos ensinamentos e parceria, Neide obrigada por sempre me receber tão bem todos os dias.

Aos que me criticaram negativamente, obrigada! Suas críticas serviram para me lembrar sempre que sou capaz e que jamais poderia desistir.

Finalmente ENGENHEIRA AGRÔNOMA!