

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
POLO UNIVERSITÁRIO CAMPOS DOS GOYTACAZES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SOCIEDADE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA DE CAMPOS**

GUILHERME ANTÔNIO DE AZEREDO GOMES

**AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE RAVINAS E VOÇOROCAS NA BACIA DO
CÓRREGO CARCANJO (ITALVA E SÃO FIDÉLIS/RJ) A PARTIR DE
CONDICIONANTES LITOLÓGICOS E DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MAIO DE 2021**

GUILHERME ANTÔNIO DE AZEREDO GOMES

**AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE RAVINAS E VOÇOROCAS NA BACIA DO
CÓRREGO CARCANJO (ITALVA E SÃO FIDÉLIS/RJ) A PARTIR DE
CONDICIONANTES LITOLÓGICOS E DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Geografia pela Universidade Federal Fluminense, Polo Universitário Campos dos Goytacazes como um dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia

Orientador:

Professor Dr. Thiago Pinto da Silva

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MAIO DE 2021

GUILHERME ANTÔNIO DE AZEREDO GOMES

**AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE RAVINAS E VOÇOROCAS NA BACIA DO
CÓRREGO CARCANJO (ITALVA E SÃO FIDÉLIS/RJ) A PARTIR DE
CONDICIONANTES LITOLÓGICOS E DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de
graduação em Geografia pela Universidade Federal
Fluminense, Polo Universitário Campos dos Goytacazes
como um dos requisitos necessários para a obtenção do
grau de Bacharel em Geografia

Aprovado em __ de maio de 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thiago Pinto da Silva (Orientador) – UFF

Prof^a. Dra. Sandra Fernandes de Andrade - UFF

Prof^a. Dra. Maria Carla Barreto Santos Martins - UFF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MAIO DE 2021

Para meus eternos mestres: Irene de Fátima e Antônio Carlos

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e mestres Antônio Carlos (mesmo que em outro plano) e Irene de Fátima, por sempre estarem junto comigo, me apoiando em momentos cruciais, de grande reviravolta que este trabalho sofreu, e que eu pensei em desistir de tudo.

À minha querida avó Irene, que sempre me deu o maior amor do mundo e eu não consegui retribuir e ao meu avô Salvador.

Ao Prof. Thiago pela amizade, colaboração profissional, orientação e paciência.

Aos meus tios, Rosane, Rosáuria e Roberto, que em nenhum momento deixaram de acreditar nas minhas capacidades e me ajudaram no que foi possível.

Aos meus primos Renato e Roberto Júnior.

Aos meus amigos, Ronaldo Rodrigues, Higor Pitt Ronzei, Felipe Balboa, Rodrigo Sales, Bruno Balthazar, Gabriel Elias, Lucas Barbosa, Genáina Licassalho, Gustavo Brandão, Luiz Gustavo Arão, Carlos Eduardo Casé, Gabriel Nogueira, entre tantos outros que fiz amizade durante a vida e na minha passagem pela UFF Campos.

A uma pessoa por todo apoio, companheirismo e carinho, que não me deixou desistir do curso quando passei por momentos difíceis.

Aos Professores de toda a trajetória da minha vida.

Às primeiras gestões da Atlética UFF Campos que me deram oportunidade de representar esportivamente este polo universitário tão amado.

Aos funcionários e servidores da UFF Campos.

À UFF Campos.

À Geografia, que eu sempre carregarei em minhas veias.

Ao Guriê pela persistência e ductilidade humana, tentando dar o melhor na pior fase dele.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para que eu tivesse a oportunidade de fazer este trabalho.

Sou eternamente grato!

RESUMO

A caracterização do processo erosivo nos solos se dá pela incidência de remoção e transporte, de sedimentos e outros materiais agregados na composição do solo e encostas. Esse processo de remoção e transporte é ocasionado através do regime pluvial, aliado a condicionantes antrópicas, vegetação, erodibilidade do solo, erosividade das chuvas, uso e ocupação da terra, geomorfologia, geologia, entre outros, resultando em feições erosivas lineares que modelam o ambiente e destroem o solo, do tipo sulcos, ravinas e voçorocas, principais assuntos do presente trabalho. Estas feições, na maioria das vezes, atingem o pequeno produtor rural, a biodiversidade e a preservação dos recursos naturais, havendo a necessidade de um melhor acompanhamento para evitar que o solo chegue aos estágios mais agudos do processo erosivo. De acordo com tais processos, este trabalho tem como objetivo avaliar, mapear e numerar as feições erosivas do tipo ravina/voçoroca (a partir de *softwares* de geoprocessamento como *Google Earth Pro* e *QGis*) e também suas características conjugadas com a litologia e o uso e ocupação da terra, na área de estudo, a Bacia de Drenagem do Córrego Carcanjo, localizada em zonas ruais pertencentes aos municípios de São Fidélis e Italva, situados no Estado do Rio de Janeiro, nas regiões Norte e Noroeste Fluminense. A metodologia baseou-se em delimitar a área de estudo através das cartas topográficas de 1:50.000 (IBGE) de São Fidélis e Italva, para a confecção do mapa de localização da bacia, e posteriormente mapear e identificar as ravinas e voçorocas presentes, para posterior confecção dos mapas de conjugação junto com as unidades litológicas e as classes de uso e ocupação da terra, além da realização de trabalho de campo para corroboração do trabalho de mapeamento. Durante a contabilização de feições, foram enumeradas 290 incisões erosivas na área de estudo, configurando um acentuado processo erosivo ativo. Em relação a conjugação das feições com as unidades litológicas presentes na área de estudo, verificou-se uma concentração maior de ravinas/voçorocas na Unidade São Fidélis Kinzigito (11,18 feições erosivas/km²), apresentando maior suscetibilidade à erosão que as outras unidades pelo seu tipo de rocha predominante. No que tange ao uso e ocupação da terra, a classe de pastagem abriga quase que 100% das incisões, reforçando o quanto um solo exposto e um manejo inadequado da terra pode ser um grande aliado ao processo erosivo. Por fim, conclui-se que o mapeamento e identificação de tais feições erosivas na Bacia de Drenagem do Córrego Carcanjo pode levar a uma compreensão melhor dos processos erosivos atuantes na área, além de contribuir para uma melhor gestão dos recursos naturais e um planejamento ambiental rural, que previna danos aos pequenos produtores rurais e a biodiversidade local. Ademais, pode ser importante para pesquisadores que se interessem em trabalhar na mesma área ou regiões próximas com outras condicionantes de processos erosivos.

Palavras-chave: Processo erosivo. Geologia. Geoprocessamento. Mapeamento. Kinzigito.

ABSTRACT

The characterization of the erosion process in soils is due to the incidence of removal and transport, of sediments and other aggregated materials in the composition of the soil and slopes. This process of removal and transport is caused by the rainfall regime, combined with anthropic actions, vegetation, soil erodibility, rainfall erosion, land use and occupation, geomorphology, geology, among others, ending up in linear erosive features that shapes the environment and destroy the soil, of the type furrows, ravines and gullies, main subjects of the present work. These features, in most cases, affect the small rural producer, biodiversity and the preservation of natural resources, with the need for better monitoring to prevent the soil from reaching the most acute stages of the erosion process. According to such processes, this work aims to evaluate, map and number erosive features of the ravine/gully type (using geoprocessing software such as Google Earth Pro and QGis) and also their characteristics combined with lithology and the use and land occupation, in the study area, the Drainage Basin of the Carcanjo Stream, located in rural areas belonging to the cities of São Fidélis and Italva, located in the State of Rio de Janeiro, in the north and northwest regions of Rio de Janeiro. The methodology was based on delimiting the study area through the topographic maps of 1: 50,000 (IBGE) of São Fidélis and Italva, for the preparation of the basin location map, and later mapping and identifying the ravines and gullies presents, for subsequent preparation of the conjugation maps together with the lithological units and the classes of use and occupation of the land, in addition to conducting fieldwork to corroborate the mapping. During the counting of features, 290 erosive incisions has been enumerated in the study area, configuring a marked active erosive process. Regarding the combination of the features with the lithological units present in the study area, there was a higher concentration of gullies / gullies in the São Fidélis Kinzigito Unit (11.18 erosive features / km²), showing greater susceptibility to erosion than the other units by its predominant rock type. In reference of the use and occupation of land, the pastage class shelters almost 100% of the incisions, reinforcing the extent to which exposed soil and inadequate land management can be a great ally to the erosion process. Finally, it is concluded that the mapping and identification of such erosive features in the Drainage Basin of the Carcanjo Steam can lead to a better understanding of the erosive processes acting in the area, in addition to contributing to a better management of natural resources and a rural environmental planning that prevents damage to small rural producers and local biodiversity. Furthermore, it can be important for researchers who are interested in working in the same area or nearby regions with other conditioning of erosion processes.

Keywords: Erosive process. Geology. Geoprocessing. Mapping. Kinzigito

Empenhar-se ativamente para alcançar determinado objetivo dá à vida significado e substância. Quem quiser vencer, deve aprender a lutar, perseverar e sofrer.

Bruce Lee

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fig. 1 Mapa de localização da Bacia de Drenagem do Córrego Carcanjo, f. 16
- Fig. 2 Mapa de localização do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Muriaé, f. 17
- Quadro 1 Quadro de Unidades de mapeamento da carta litológica de São Fidélis, f. 19
- Fig. 3 Mapa Geomorfológico do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé, f. 21
- Fig. 4 Presença de relevo com sequência de morros baixos situados na Unidade São Fidélis Kinzigito, f. 22
- Fig. 5 Gráfico comparativo de temperatura máxima média na região da área de estudo entre os anos de 1961 e 1990, f. 24
- Fig. 6 Gráfico comparativo mensal de precipitação acumulada em mm, nos intervalos de 1931 a 1960 e 1961 a 1990, f. 25
- Fig. 7 Mapa de uso e ocupação da terra do baixo curso da bacia de drenagem do Rio Muriaé, f. 26
- Fig. 8 Fluxograma das atividades antrópicas e consequências no processo de degradação do solo, f. 28
- Fig. 9 Voçoroca ativa desconectada da bacia drenagem, com a presença de dutos (seta preta), caneluras (seta verde) e alcova de regressão (seta vermelha), f. 32
- Fig. 10 Identificação das feições erosivas em uma encosta da bacia de drenagem do Córrego Carcanjo. Na imagem 10(a) consegue-se observar feições presentes na encosta, através de sombreamento de forma retilínea, e; na imagem 10(b) com a ferramenta “adicionar caminho” no *Google Earth Pro* é possível demarcar a presença de tais feições lineares para posterior confecção de mapas de feições erosivas no QGis, f. 34
- Fig. 11 Modelo de evolução de voçorocas. 11(a) voçoroca conectada à rede hidrográfica; 11(b) voçoroca desconectada à rede de drenagem, f. 35
- Fig. 12 Função “adicionar polígono” na Bacia do Córrego Carcanjo no *Google Earth Pro*. Figura 8(a): observa-se uma área florestal ou mata secundária no satélite. Figura 8(b) cria-se um polígono na área de determinada classe de uso da terra e posteriormente nas demais, f. 36
- Fig. 13 Mapa das feições erosivas lineares da bacia de drenagem do Córrego Carcanjo, f. 37
- Fig. 14 Ravina com deposição de sedimentos à jusante na encosta, f. 39

- Fig. 15 Voçoroca desconectada ativa com presença de dutos no horizonte A e alcovas de regressão mais abaixo, f. 39
- Fig. 16 Voçoroca desconectada estabilizada à jusante na encosta (VDE), sendo interrompida por um afloramento rochoso, f. 40
- Fig. 17 Processos erosivos iniciais, com sulcos/ravinas em base de encosta, f. 41
- Fig. 18 Encosta com manejo inadequado da terra apresentando “marcas de pisoteio de gado”, f. 41
- Fig. 19 Manejo inadequado com solo desprotegido em encosta com processo erosivo acentuado e culturas à jusante na encosta, f. 42
- Fig. 20 Voçorocas e ravinas se formando em taludes de corte, f. 43
- Fig. 21 Detalhe da porção esquerda da fotografia anterior destacando uma voçoroca desconectada ativa presente em talude, f. 43
- Fig. 22 Visão interna de erosão em talude presente na bacia em dois níveis de aproximação: 22(a) e 22(b) e presença de material erodido friável, f. 44
- Fig. 23 Mapa de conjugação entre unidades litológicas e feições erosivas, f. 45
- Fig. 24 Parte da Unidade São Fidélis Kinzigito, com a Unidade Angelim ao fundo (Sentido NW - SE), f. 46
- Fig. 25 Trecho da Unidade Angelim, com acentuada vegetação e afloramento rochoso, f. 46
- Fig. 26 A Unidade de Depósito Colúvio-Aluvinar com o Rio Muriaé ao fundo, demarcando um dos limites da área de estudo, f. 47
- Fig. 27 Mapa de uso e ocupação do solo conjugado com erosão (Córrego Carcanjo), f. 50
- Fig. 28 Cultivo de cana de açúcar em propriedade privada e voçoroca ao fundo, na encosta, f. 52
- Fig. 29 Cultivo de bananeiras e canais de processo erosivo acentuado à montante, f. 52
- Fig. 30 Viticultura. 30a: Viticultura em estufa em propriedade privada, com estufa ao fundo. 30b: Placa de identificação do local, f. 53
- Fig. 31 Bovinos em áreas de pastagem com sulcos e ravinas/voçorocas se desenvolvendo à montante da vertente, f. 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Feições erosivas detectadas no mapeamento da Bacia do Córrego Carcanjo, f. 38

Tabela 2 - Frequência absoluta e frequência relativa de área de cada unidade litológica, f. 47

Tabela 3 - Feições erosivas na Unidade São Fidélis Kinzigito (**NPsfkz**), f. 48

Tabela 4 - Feições erosivas na Unidade Angelim (**NP3y2ang**), f. 48

Tabela 5 - Frequência absoluta e frequência relativa de cada classe de uso da terra, f. 51

Tabela 6 - Feições erosivas presentes em cada classe de uso do solo, f. 51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 ÁREA DE ESTUDO.....	16
3.1 Bacia do Córrego Carcanjo.....	16
3.2 Geologia	18
3.3 Geomorfologia.....	20
3.4 Clima e Precipitação	23
3.5 Uso e ocupação da terra.....	25
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: o processo erosivo.....	27
4.1 A cadeia evolutiva da erosão linear	27
4.2 Ravinas e Voçorocas	30
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6.1 Feições Erosivas Lineares	36
6.2 Litologia	44
6.3 Uso e Ocupação da Terra.....	49
7 CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O processo erosivo nos solos é caracterizado pela incidência de remoção e transporte, de sedimentos e outros materiais presentes na composição do solo e encostas. Esse processo de remoção e transporte é ocasionado através do regime pluvial, resultando em feições erosivas lineares do tipo sulcos, ravinas e voçorocas, principais assuntos do presente trabalho. Há de se ressaltar que não só a incidência de chuvas é considerada como principal condicionante para a ocorrência de tais feições erosivas. Segundo Guerra (2007) propriedades do solo, cobertura vegetal e características de declividade de encostas e litologia da região, atuam como mecanismo de erosão.

Algumas condicionantes do solo podem promover a ocorrência das feições erosivas. Conforme destaca Guerra (2007), várias são as propriedades que afetam a erosão dos solos. Entre elas destacam-se: textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e o pH do solo. Leva-se em consideração as atividades humanas locais, onde a prática destas afetam o solo. Para Oliveira (2007) “o processo erosivo é resultado dos desequilíbrios naturais ou induzidos pelo homem”, que ocorrem a partir das transformações naturais e antrópicas no sistema. Uma das principais condicionantes que faz o solo ser suscetível à erosão é o uso da terra (MINELLA *et al.*, 2007). A ocupação desenfreada do solo em bacias de drenagem e proximidades agrava sérios desequilíbrio ambientais. Algumas atividades que causam degradação são as práticas agrícolas, desmatamento, mineração, pecuária e urbanização. Este uso por essas atividades desestabilizam as encostas, provocando ravinas, voçorocas e movimentos de massa (GUERRA, 2007). Guerra e Botelho (1996) também alertam para a condição de erosão dos solos brasileiros, e conseqüentemente perda de fertilidade destes, além do empobrecimento, especialmente de cultivo em áreas que não são respeitadas as inclinações das encostas e características química e físicas dos solos, além do regime pluviométrico. Segundo Guerra e Jorge (2013), os problemas resultantes da erosão do solo são situados da seguinte forma: “remoção dos nutrientes existentes no topo dos solos; redução da penetração das raízes e do armazenamento de água; diminuição das áreas a serem utilizadas para agricultura e pecuária; aumento do assoreamento de rios, lagos, reservatórios e açudes, levando muitas vezes a grandes enchentes” entre outras conseqüências. Por isso, é necessário este estudo para a região da bacia de drenagem do Córrego Carcanjo, uma área rural, onde há a presença de pequenos produtores rurais que são os maiores prejudicados com os malefícios

citados anteriormente, além das perdas ecológicas, como perda de biodiversidade e alteração do equilíbrio da fauna e da flora.

Ao monitorar a Região Norte e Noroeste fluminense e municípios inseridos por ferramentas de processamento digital de imagens por satélite, como o *Google Earth Pro*, com imagens de 2018 (devido a uma melhor qualidade de imagem nesse ano) verifica-se uma vasta quantidade de feições erosivas lineares como ravinas e voçorocas ao longo de determinados locais, conectados a uma drenagem ou rede de drenagem, ativas ou estabilizadas. De acordo com Lima (2008) *apud* Loureiro e Ferreira (2013), o desenvolvimento do imageamento por satélites e crescimento do geoprocessamento e sensoriamento remoto vêm ajudando cada vez mais nos trabalhos acadêmicos e suas técnicas se aperfeiçoando e sendo aplicadas em diferentes campos das Geociências. Com a classificação digital de imagens, é possível detectar de forma automática ou semiautomática, feições erosivas e/ou cicatrizes de grandes movimentos de massa em vastas extensões de terra, com um gasto de tempo bastante inferior à identificação manual (LOUREIRO E FERREIRA, 2013). De acordo com os mesmos autores, o lançamento do *software Google Earth* em 2005, permitiu a muitos pesquisadores e a comunidade global em geral, o acesso às diferentes características de organização espacial, trazendo novos horizontes para estudos com diversos propósitos. Porém, mesmo com toda a tecnologia, a identificação visual é sempre importante para a corroboração destas imagens espectrais, como a ida a campo para a área da bacia de drenagem que será discutida nesse trabalho.

Este trabalho foi motivado pela investigação e análise de acordo com a litologia e uso do solo para justificativa da quantidade de feições erosivas lineares que ainda não foram catalogadas por muitos pesquisadores na região, além disso, estas incisões erosivas lineares prejudicam os solos agricultáveis e o sustento de pequenos produtores rurais destas áreas, gerando um questionamento sobre um melhor aproveitamento do solo e planejamento ambiental rural da bacia de drenagem estudada.

Segundo Oliveira (2007) ao delimitar-se redes e bacias de drenagem de diferentes ordens, há a possibilidade de uma primeira abordagem para a identificação de áreas de risco de erosão por voçorocas ou incidências destas. Por isso, neste trabalho, uma bacia de drenagem foi delimitada entre o Norte e Noroeste Fluminense através da combinação de cartas topográficas de São Fidélis e Italva (na escala de 1:50.000 fornecidas pelo *site* do IBGE) e ferramentas digitais como o *QGis (QuantumGis)* e *Google Earth Pro*.

2 OBJETIVOS

A partir dos estudos mencionados em relação a erosão linear, surge a intenção ou objetivo principal de analisar se os componentes litológicos e o uso da terra na região contribuem ou se relacionam para o surgimento de ravinas e voçorocas, e como objetivo secundário, o mapeamento da quantidade destas feições nas áreas estudadas, além de suas características como: evolução (conexão ou desconexão com o corpo hídrico da bacia de drenagem) e nível de atividade (ativas ou estabilizadas). Tal pesquisa se enquadra como explicativa, observando se uma ou mais variáveis (litologia e uso da terra) se relacionam e condicionam um acontecimento (as feições erosivas lineares como ravinas e voçorocas).

Em suma, o trabalho busca mostrar ser relevante para o estudo das questões e impactos socioambientais na região das bacias, motivados pela ação antrópica em conjunto ou não com as ações de caráter natural, que causam quadros erosivos danosos e de difícil recuperação.

2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é analisar se os componentes litológicos e o uso da terra na região contribuem ou se relacionam para o surgimento de ravinas e voçorocas para melhor entendimento da dinâmica erosiva na área de estudo em questão.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

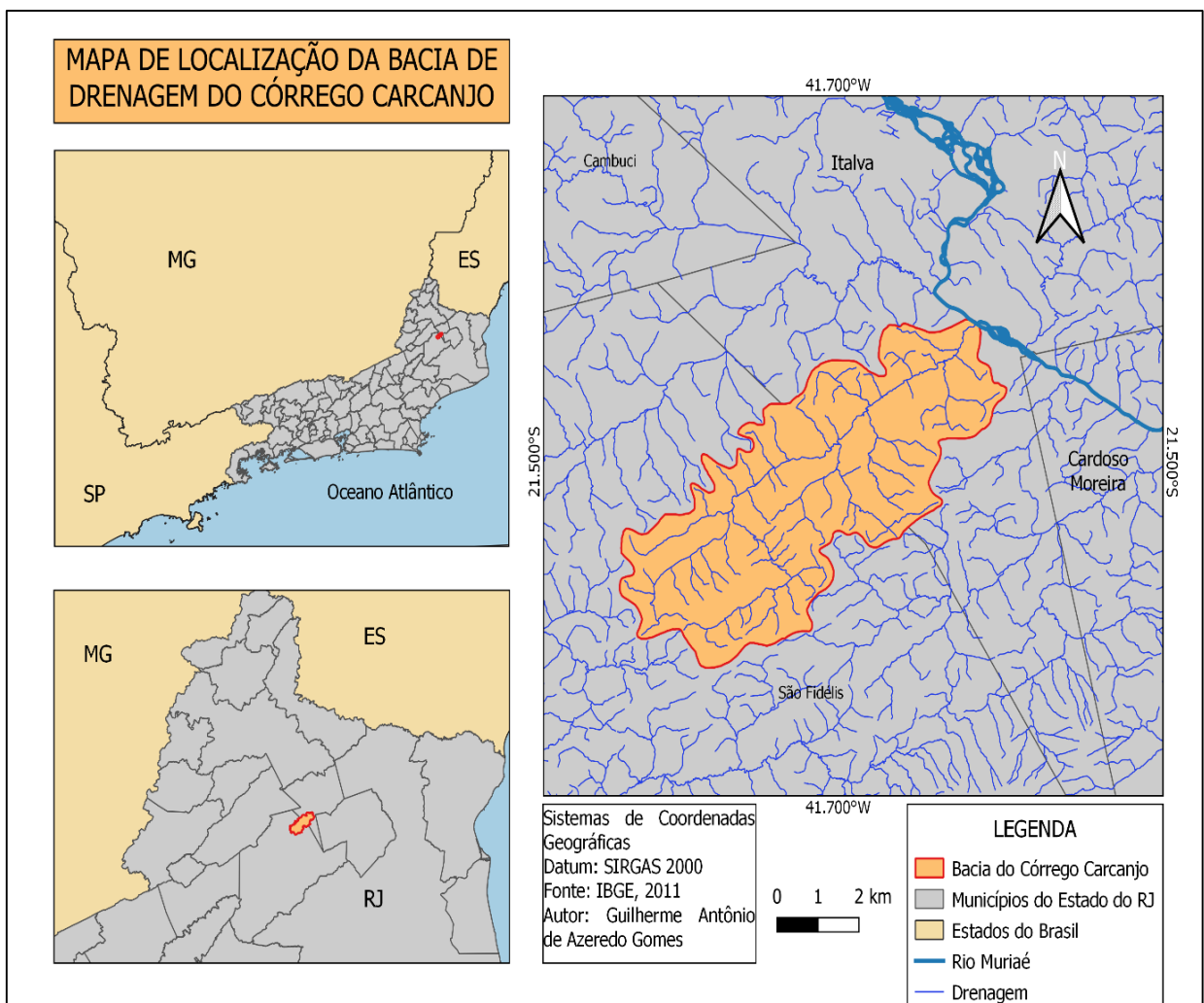
- Confeccionar o mapa da bacia delimitada da área de estudo
- Classificar as feições erosivas em: i) voçorocas conectadas ou voçorocas/ravinas desconectadas da rede de drenagem, levando em consideração sua posição na encosta, e; ii) estágio de evolução: ravina/voçoroca ativa ou voçoroca estabilizada;
- Contabilizar as feições erosivas;
- Confeccionar os mapas da litologia e uso da terra, conjugados com as feições erosivas lineares contabilizadas.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 Bacia do Córrego Carcanjo

A área de estudo é delimitada na Bacia do Córrego Carcanjo, que engloba dois municípios do Norte e Noroeste Fluminense: São Fidélis e Italva, respectivamente (Figura 1), totalizando 36,4 km². Tal bacia foi identificada e delimitada através das cartas topográficas de Italva e São Fidélis na escala de 1:50.000, disponíveis no endereço eletrônico do IBGE. A bacia foi delimitada entre o território pertencente a São Fidélis até a foz do Córrego Carcanjo (tributário do Rio Muriaé), no Rio Muriaé, em um trecho pertencente ao território do município de Italva. As coordenadas UTM do exutório (trecho de captação da água de precipitação) da bacia são 223557,61 E e 762314,85 S.

Figura 1: Mapa de localização da Bacia de Drenagem do Córrego Carcanjo

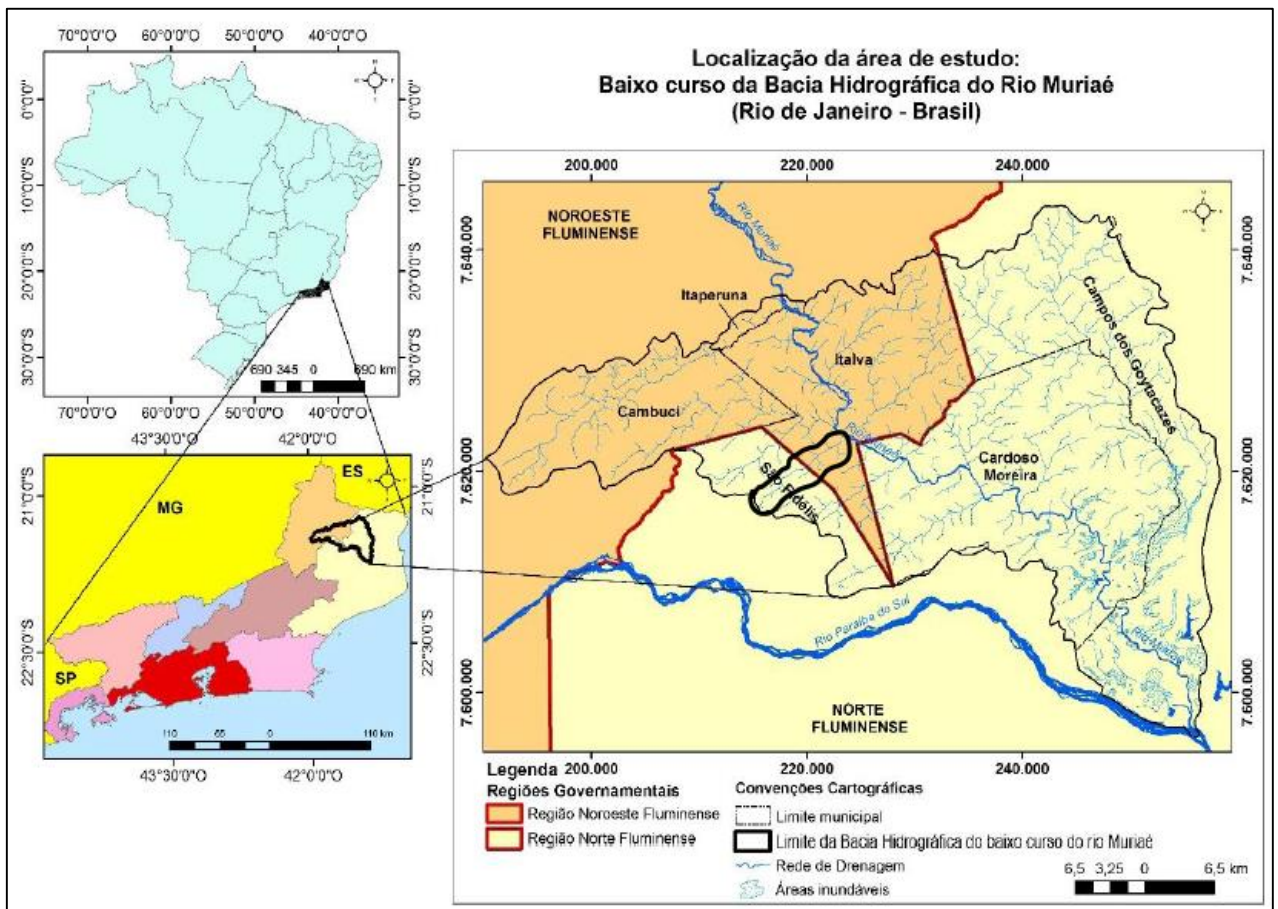


Fonte: Arquivo do autor, adaptado Qgis, 2021

A região em que se encontra a área de estudo é localizada em um trecho do baixo curso da bacia de drenagem do rio Muriaé (figura 2), que se encontra na região norte/noroeste fluminense. Segundo estudos de Amorim *et al.* (2017), a área de drenagem do baixo curso do rio Muriaé corresponde a aproximadamente 1.500 km² (520,28 km² na Região Noroeste Fluminense, e; 979 km² na Região Norte Fluminense).

O baixo curso do rio Muriaé apresenta dois centros regionais (um do norte fluminense e outro do noroeste fluminense) em parte de seu território: Campos dos Goytacazes e Itaperuna. De acordo com Amorim *et al.* (2017) “o primeiro apresenta cerca de 11% seu território no baixo curso do Rio Muriaé, enquanto Itaperuna tem apenas aproximadamente 2%. Os demais municípios (Cambuci, Cardoso Moreira, Italva e São Fidélis) são pequenos núcleos populacionais e predominam as atividades ligadas à pecuária para o dinamismo da sua economia”.

Figura 2: Mapa de localização do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé.



Fonte: Amorim *et al.* (2017). Modificado.

3.2 Geologia

De acordo com dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2001) e Franco (2017), o arcabouço geológico do baixo curso do rio Muriaé é composto de várias unidades geológicas datadas dos períodos Meso/Neoproterozóico, Cambriano, Terciário e Quaternário.

A Bacia de Drenagem do Córrego Carcanjo se encontra em três unidades, como a Unidade Angelim e a Unidade São Fidélis, a primeira do Neoproterozóico/Cambriano e a segunda do Mesoproterozóico, de acordo com os estudos e mapeamentos das fontes citadas, além de uma terceira em menor proporção (depósito colúvio-aluvionar)

O grupo São Fidélis se abrange na maior parte da área de ocorrência do Complexo Paraíba do Sul e é constituído majoritariamente por metassedimentos detríticos como: granada-biotita, quartzo-feldspáticos (metagrauvascas), com ocorrência generalizada de bolsões e veios de leucossomas graníticos derivados de fusão parcial *in situ* e injeções. Além disso, “apresentam Variedades portadoras de cordierita e sillimanita (kinzigitos) comumente apresentando horizontes de xistos grafitosos, exibem contatos transicionais com os granada-biotita gnaisses” (CPRM, 2001). De acordo com a CPRM (2012), No Quadro 1, o grupo São Fidélis é dividido em três unidades, porém, neste trabalho, se abordará apenas a que está inserida na bacia, Kinzigito (NPsfkz), que como dito anteriormente conta com rochas gnáissicas, observando-se também textura migmática, com granulação variando de fina a média.

A Suíte Angelim (NP3_gamma_2ag), segundo a CPRM (2012) “é composta por hornblenda-biotita gnaisse tonalítico homogêneo, mesocrático foliado, com granada milimétrica a centimétrica ocorrendo de forma local e fenocristais de plagioclásio orientado segundo a foliação principal. Possui textura granoblástica inequigranular interlobulada e granulação média a grossa”

Por último, o Depósito Colúvio-Aluvionar (Qca) é formado por depósitos aluvionares crescentes, como areia com intercalações de argila, cascalho e restos de matéria orgânica (CPRM, 2012)

Quadro 1: Unidades de mapeamento da carta litológica de São Fidélis

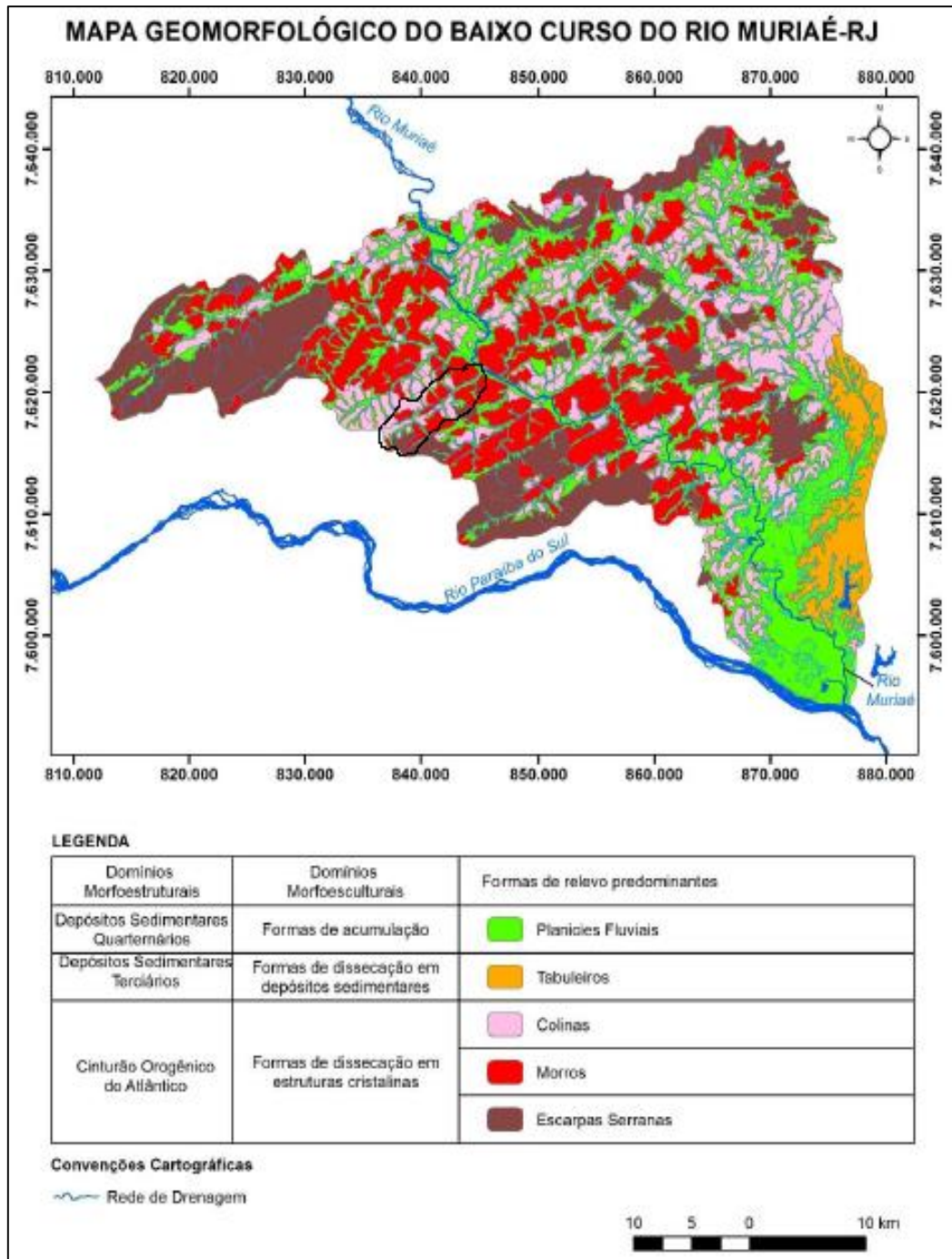
SIGLA UNIDADE	NOME DA UNIDADE	DESCRIÇÃO DA UNIDADE
Qca	Depósito Colúvio-Aluvionar	depósitos aluvionares recentes: areia com intercalações de argila, cascalho e restos de matéria orgânica
ENb	Barreiras	arenitos, conglomerados, diamictitos, siltitos e argilitos
NP3_gamma_2bj	Bela Joana	charnockito e granito porfirítico foliado
NP3_gamma_2ag	Angelim	(granada)-hornblenda granito a tonalito foliado
NP3_gamma_2pe	Serra de São Pedro	Enderbitos a charnockitos, ora protomiloníticos a miloníticos
NP3_gamma_2ds	Desengano	Ortognaisses porfiríticos
NP3_gamma_2cksp	São João do Paraíso	charnockito a leucogranito com enclaves de granada gnaisses
NP3_gamma_2lgnco	Leucognaisses do Domínio Costeiro	(granada)-(muscovita)-biotita leucogranito, foliado a isotrópico
NP_gamma_12im	Imbé	biotita gnaisse porfirítico, composição granítica
NP3_gamma_1sb	Serra da Bolívia	ortognaisse diorítico a tonalítico ou quartzodiorítico a quartzo-sienítico; gabros e noritos
NP3_gamma_1tm	Trajano de Moraes	hornblenda ortognaisses, meta-dioritos, meta-granitóides porfiríticos
NP23_gamma_1rn	Rio Negro	hornblenda-biotita gnaisse migmatítico tonalítico a granítico
NP3itma	Macuco	anfíblio-biotita gnaisse a biotita gnaisse leucocrático
NP3itsj	São Joaquim	mármore calcítico a dolomítico ricos em grafita, com intercalações de anfibólitos e rochas meta-ultramáficas
NPaaa	Arcádia Areal	(granada)-biotita gnaisses bandados, com muitas intercalações de quartzitos,
NPcagn	Cambuci	granada-biotita gnaisse, anfíblio-biotita gnaisse, anfibólito, gondito, olivina-diopsídio mármore
NPcam	Mármore	mármore dolomíticos predominantes
NPsfbgn	São Fidélis - (sillimanita)-biotita gnaisse	(sillimanita)-biotita gnaisse bandado ou homogêneo com intercalações de quartzitos e rochas calcissicáticas
NPsfan	São Fidélis- anfibólito	hiperstênio anfibólitos maciços, talcohornblenda fels e serpentinito, gnaisse anfibolítico
NPsfkz	São Fidélis - kinzigito	(cordierita)-(grafita)-(sillimanita)-granadabiotita gnaisse kinzigítico; (cordierita)- (sillimanita)-biotita gnaisse bandado, com intercalações de quartzito, rochas calcissilicáticas e anfibólitos

Fonte: CPRM (2012). Modificado

3.3 Geomorfologia

Nas regiões Norte e Noroeste Fluminense onde se localiza a bacia do Córrego Carcanjo inserido no baixo curso do rio Muriaé - RJ, há o predomínio de um relevo marcado por uma grande área colinosa intercalada com alinhamentos serranos, de direção predominante WSW-ENE. Estes alinhamentos serranos apresentam semelhanças morfológicas e estrutural com os alinhamentos identificados no médio vale do rio Paraíba do Sul (CPRM, 2001). Nessa unidade, o relevo é formado por colinas, morros e escarpas serranas conforme mostra a figura 3. É marcante o controle dos lineamentos de direção WSW-ENE, tanto sobre a rede de drenagem das sub-bacias até os canais principais, como também no alinhamento das cristas serranas (CPRM, 2001; FRANCO, 2017).

Figura 3: Mapa Geomorfológico do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé



Fonte: Franco (2017). Modificado

De acordo com a localização no mapa acima, elaborado por Franco (2017), a área da Bacia do Córrego Carcanjo é composta em sua maior parte por morros e colinas, além de uma parcela menor de escarpas serranas no Domínio do Cinturão Orogênico do Atlântico (fig. 4). Segundo a CPRM (2001) o relevo de colinas e morros baixos tem alturas entre 100 a 200 metros. O Córrego São Luís, tributário do rio Muriaé, situado ao sul do Córrego Carcanjo se

prevalece como um vale estrutural de direção WSW-ENE encaixado entre esses alinhamentos de relevo. Ainda situado próximo a área de estudo, indo em direção a leste, “apresentam-se ainda os últimos possíveis remanescentes isolados da Serra do Mar no Norte Fluminense, tais como as serras de São Joaquim (340m) e do Onça (457m) em meio a um domínio colinoso” de acordo com a CPRM (2001).

Figura 4: Presença de relevo com sequência de morros baixos situados na unidade São Fidélis Kinzigito



Fonte: Arquivo do autor (14 de março de 2021)

Os alinhamentos serranos, morros e domínios colinosos apresentam grande suscetibilidade à erosão devido às elevadas amplitudes de relevo e às vertentes íngremes associadas à retirada da cobertura vegetal. Tal região também foi ocupada no início do século XX pelo avanço do café na época, ocorrendo um estado de visível degradação ambiental. Nos dias atuais é ocupada por grandes pastagens de pecuária extensiva (CPRM, 2001)

Segundo Dantas *et. al* (2001), a região que engloba o Norte e o Noroeste Fluminense é situada numa depressão interplanáltica de grande vastidão, alternada com alinhamentos serranos escalonados, delimitada ao sul pelo Planalto da Região Serrana e Serra dos Órgãos e, a norte, pelo Planalto do Alto Itabapoana, estendendo-se a oeste pela Zona da Mata Mineira,

com características similares. A leste é limitado pela Baixada Campista e pelos tabuleiros da Formação Barreiras

Segundo AGEVAP (2013), os alinhamentos serranos escalonados do baixo curso da Bacia do rio Muriaé constituem grandes relevos montanhosos e delimitam-se de forma abrupta com os baixos terrenos colinosos circundantes, apresentando amplitudes de relevo sempre superiores a 300 metros, e chegando a atingir até 700 metros como limite. “Vertentes retilíneas muito íngremes com ocorrência frequente de paredões rochosos subverticais e deposição de depósitos de tálus nas baixas vertentes convexadas caracterizam este tipo de relevo”. Além disso, a AGEVAP (2013) também descreve o domínio das colinas como “convertidas em pastagens subaproveitadas” encontrando-se, em grande parte, desflorestado. Tal desflorestamento desenfreado de vertentes mais íngremes provocam maiores taxas de erosão e movimentos de massa rasos, incluindo queda de blocos.

Ainda de acordo com AGEVAP (2013), as colinas também são zoneadas tipicamente como domínio de "mar de morros", com relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e convexo-côncavas e topos arredondados ou alongados, com sedimentação de colúvios e alúvios. Densidade de drenagem baixa a média com padrão de drenagem variável, de dendrítico a treliça ou retangular. Predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 100m e gradientes suaves. Os morros, de acordo com a mesma agência, e também presentes na área de estudo, são considerados “Relevos de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados e/ou alongados e de morrotes e morros dissecados, com vertentes retilíneas e côncavas e topos aguçados ou alinhados, com sedimentação de colúvios e alúvios”. Ademais, apresentam um “Predomínio de amplitudes topográficas entre 100 e 200m e gradientes suaves a médios”.

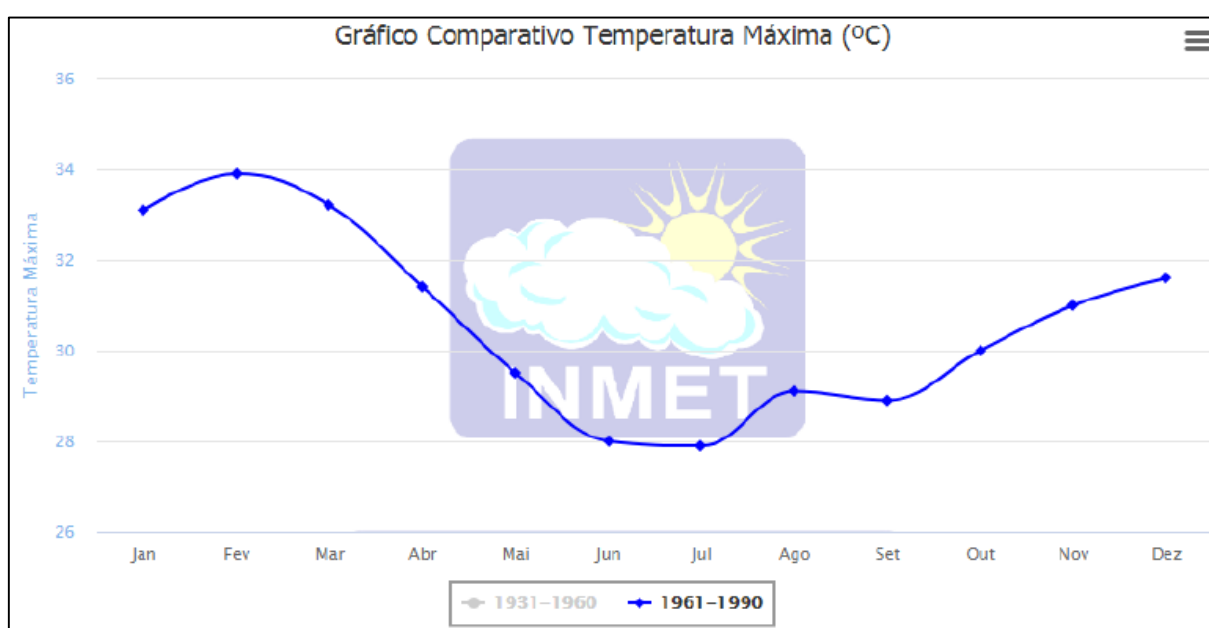
3.4 Clima e Precipitação

Na área de estudo estão inseridos os municípios de Italva e São Fidélis. Os dados coletados no município de Italva em relação a precipitação e temperatura são feitos a partir de estações meteorológicas em Campos dos Goytacazes e São Fidélis, respectivamente, de acordo com AGEVAP e CEIVAP (2020) e serão usados como base neste trabalho, já que Italva faz parte da área de estudo. Segundo Dantas et al. (2001), a região é caracterizada por uma temperatura média anual com pequena amplitude, variando entre 23 e 25°C e a precipitação da Região Noroeste Fluminense é de 1000 a 1200 mm anuais. Apresenta de 4 a 6 meses de seca, com precipitação inferior a 60 mm.

O clima da região é classificado segundo Köppen (1948) *apud* AGEVAP e CEIVAP (2020) como sendo da tipologia AW, sendo um clima tropical chuvoso no verão (meses de novembro a abril), com inverno seco (meses de maio a outubro, sendo julho o mês mais seco).

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET, 2020 *apud* AGEVAP e CEIVAP, 2020) na figura 5, nota-se que os meses de outubro a abril (maior parte do ano) registram as maiores temperaturas mensais. Já os meses de inverno (junho, julho e agosto) apresentam os menores registros de temperatura máxima.

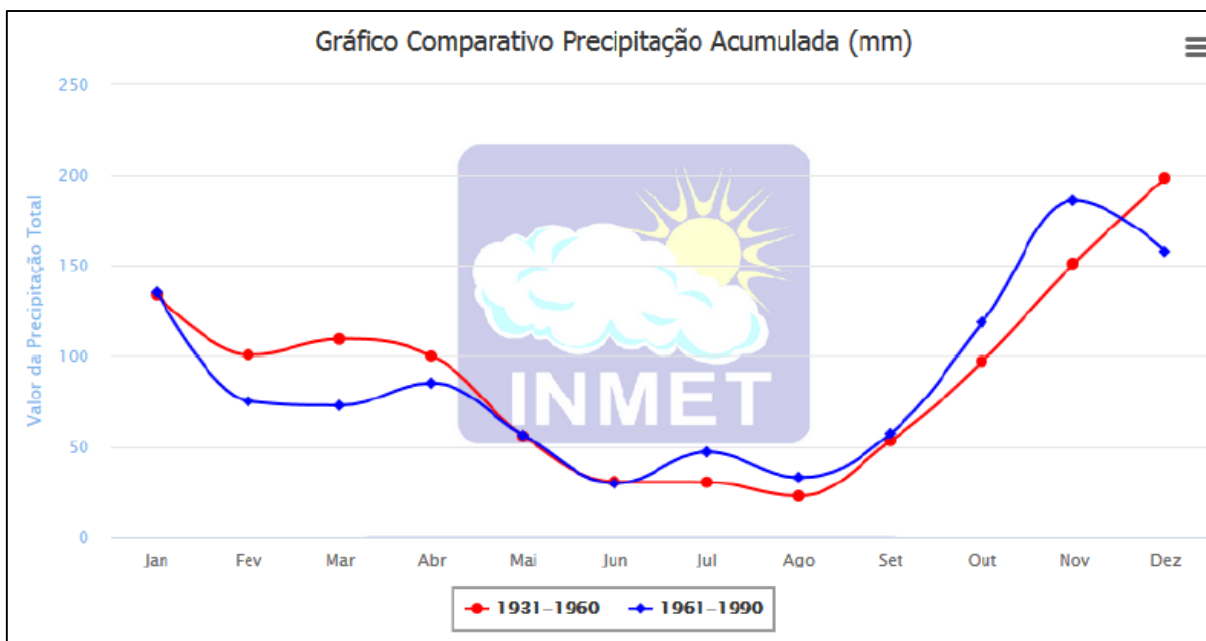
Figura 5: Gráfico comparativo de temperatura máxima média na região da área de estudo entre os anos de 1961 e 1990



Fonte: INMET (2020) *apud* AGEVAP e CEIVAP (2020)

Ao analisar os dados pluviométricos mensais da Estação de Campos dos Goytacazes na figura 6, observa-se que a precipitação ocorre com maior frequência no período das estações primavera e verão (no hemisfério sul), ou seja, outubro a janeiro. Os menores volumes de precipitação são registrados em meses de inverno como junho, julho e agosto. No total, somam anualmente uma importância de 1055,3 mm.

Figura 6: Gráfico comparativo mensal de precipitação acumulada em mm, nos intervalos de 1931 a 1960 e 1961 a 1990



Fonte: INMET (2020) apud AGEVAP e CEIVAP (2020)

3.5 Uso e ocupação da terra

A região Noroeste Fluminense tem como sua principal atividade a agropecuária, principalmente a pecuária leiteira, que utiliza a agroindustrialização como arcabouço. A estrutura fundiária é concentrada e os solos não são utilizados de maneira propícia (MARAFON et al., 2005).

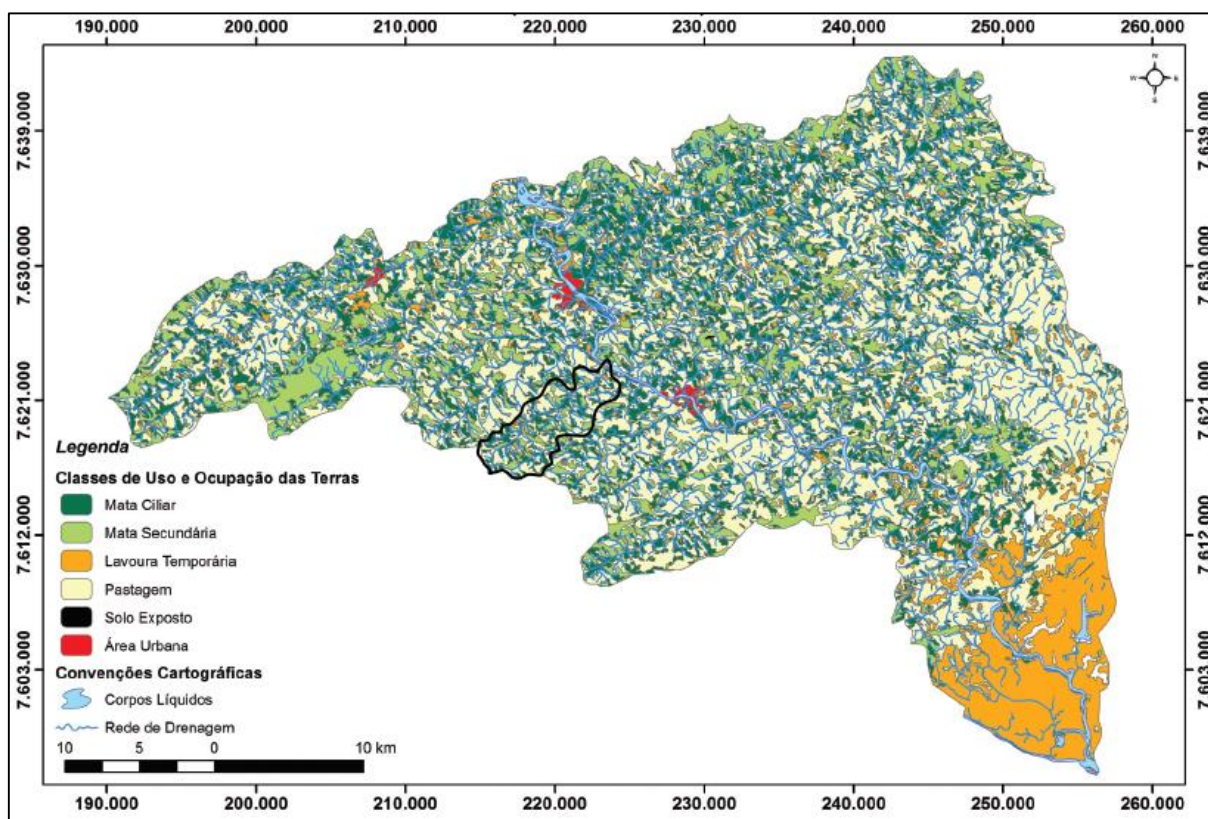
São Fidélis, assim como outros municípios de menor população do Norte Fluminense, é caracterizada por uma estrutura predominantemente agrária, tendo o cultivo de cana-de-açúcar como seu principal destaque (MARAFON et al., 2005)

A ocupação desenfreada do solo em bacias hidrográficas e proximidades agrava sérios desequilíbrios. Algumas atividades que causam degradação são as práticas agrícolas, desmatamento, mineração, pecuária e urbanização. Esse mau uso da terra e manejo da terra exemplificados por essas atividades desestabilizam as encostas, provocando ravinas, voçorocas e movimentos de massa (GUERRA, 2007).

De acordo com mapeamento sobre uso e ocupação da terra (figura 7) feito no trabalho de Amorim *et al.* (2017), as classes de uso e ocupação da terra predominantes no baixo curso da bacia de drenagem do Rio Muriaé são: mata ciliar, mata secundária, lavoura temporária, pastagem, solo exposto e área urbana. Dentro dos limites da bacia do Córrego Carcanjo, as

classes de uso da terra que a compõe são as seguintes: pastagem, mata ciliar, mata secundária e lavoura temporária, sendo a pastagem o uso majoritário da terra na área de estudo.

Figura 7: Mapa de uso e ocupação da terra do baixo curso da bacia de drenagem do Rio Muriaé



Fonte: Amorim *et al.* (2017). Modificado.

Amorim *et al.* (2017) baseado em dados do Sistema SIDRA do IBGE (IBGE, 2015), considerando um dos municípios englobados na bacia de drenagem do Carcanjo, Italva e o município Cardoso Moreira, em 2014, tais cidades têm em torno de 75.000 cabeças de gado bovino, além disso, com o impacto da substituição da cobertura vegetal pela pastagem está a compactação do solo, diminuindo a capacidade e a velocidade de infiltração nos solos. Tal condição também favorece a formação de feições erosivas.

Ainda de acordo com os autores, os impactos negativos da remoção da cobertura vegetal natural e introdução da pastagem estão no processo de compactação do solo que diminui a capacidade e a velocidade de infiltração da água nos solos. Conseqüentemente, com a menor capacidade de infiltração, os fluxos de água superficiais tendem a fluir para os cursos de água, ampliando as inundações nos fundos de vale e nas planícies fluviais. Cerca de 11% das áreas de pastagens estão em áreas sujeitas a inundação.

Ainda discutindo a vulnerabilidade do solo, de acordo com mapeamento feito pelos estudos de Amorim *et al.* (2017), a área de estudo apresenta em sua totalidade, solos do tipo argissolo vermelho-amarelo (PVA). Os argissolos, no geral, apresentam suscetibilidade ao processo erosivo (EMBRAPA 2006), além disso, o tipo de argissolo (PVA) mencionado anteriormente, mesmo em seus subgrupos, apresenta diferenças texturais que também torna o solo difícil de ser infiltrado por água, contribuindo com a vulnerabilidade ao processo erosivo (EMBRAPA, 2013).

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: O PROCESSO EROSIVO

4.1 A cadeia evolutiva da erosão linear

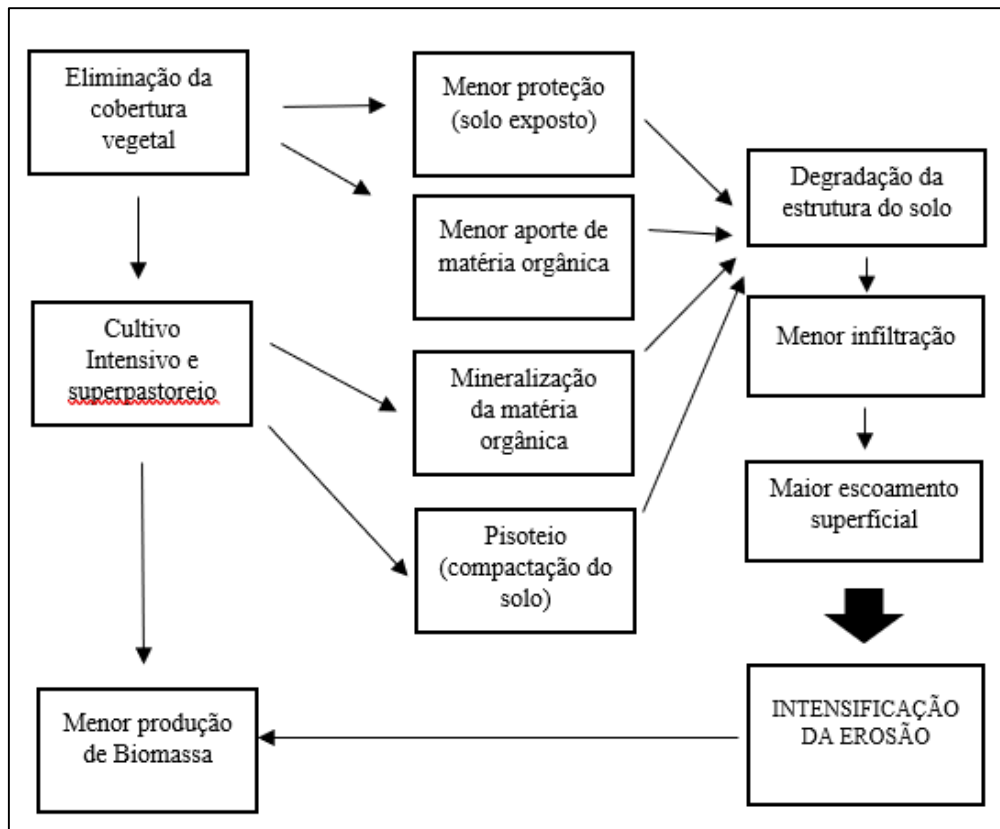
Antes da abordagem do processo erosivo, é necessário entender alguns fatores controladores que determinam as taxas de erosão, como erosividade e erodibilidade. A erosividade é relacionada com a capacidade da chuva de causar erosão, de acordo com Hudson (1962) *apud* Guerra (2012). Embora seja um assunto complexo que pode variar de acordo com as características das gotas da chuva e intensidade (GUERRA, 1991 *apud* GUERRA, 2012). Já a erodibilidade está associada ao solo, podendo ser definida como sendo a “resistência do solo em ser removido e transportado”, segundo Morgan (1986) *apud* Guerra (2012). Além disso, a erodibilidade é o um fator determinante como prognóstico da erosão e do planejamento do uso da terra (WISCHMEIER e MANNERING, 1969 *apud* GUERRA, 2012)

De acordo com Guerra (2007) “o ciclo hidrológico é o ponto de partida do processo erosivo.” Desta maneira a cadeia evolutiva erosiva do solo se dá em duas fases: uma primeira responsável pela retirada (*detachment*) de partículas; a segunda tem a capacidade de transportar esse material, efetuados pelos agentes erosivos (GUERRA, 2007). Além disso Guerra (2007) afirma que “Quando não há energia suficiente para continuar ocorrendo o transporte, uma terceira fase acontece, que é a deposição desse material transportado”.

A iniciação do processo erosivo se dá quando as gotas da chuva impactam sobre o solo, especialmente em regiões com clima tropical, onde as taxas pluviométricas são maiores. Aliado a isso, algumas ações antrópicas como desmatamento e a expansão da agropecuária aceleram o processo, em virtude do solo ser desprotegido da camada vegetal, que atua como uma agente de interceptação, partir do momento em que a matéria orgânica é perdida no solo por causa destas atividades, a ruptura dos agregados aumenta e ocorre a diminuição da porosidade no solo

e a infiltração aumenta e com ela a erosão (figura 8). O processo erosivo se inicia com o *splash*, rompendo os agregados do solo, selando-o, a partir disto, a água infiltra no solo e poças (*ponds*) são formadas à medida que o solo se satura. O processo seguinte é o escoamento superficial da água, através de fluxos lineares que evoluem para microrravinas, originando cabeceiras, que podem se ramificar, formando ravinas propriamente ditas (GUERRA, 2007)

Figura 8: Fluxograma das atividades antrópicas e consequências no processo de degradação do solo



Fonte: Casanellas *et al.* (1994). Desenho: Ventura Ull. *apud* Mafra, 2007. Modificado.

O *splash* ou erosão por salpicamento, é o começo da evolução erosiva, porque prepara as partículas do solo para serem transportadas por escoamento superficial, causando a ruptura dos agregados do solo em tamanhos menores, que irão preencher os poros da superfície do solo, provocando a selagem e a diminuição da porosidade e capacidade de infiltração da água, que consequentemente aumentará o escoamento da água pela superfície (GUERRA, 2007). A erosão por salpicamento também varia com a energia cinética das gotas da chuva, dependendo de tal energia, os agregados serão rompidos com maior ou menor facilidade. Além disso, a energia cinética é um dos fatores responsáveis pela erosividade (GUERRA, 2007). Segundo Goudie (1985) *apud* Guerra (2007) energia cinética é denominada como “a energia devida ao movimento translacional de um corpo” além disso, a “energia cinética da chuva é altamente

significante para a erosão, pois envolve gasto de energia para a ruptura dos agregados e para o *splash* de partículas”. Apesar disto, não há um consenso sobre o quanto de intensidade mínima irá conseguir atuar para que haja erosão significativa, mas segundo Guerra (2007), de qualquer forma, quanto maior foi a energia cinética, maior a ruptura de agregados e agravamento do processo erosivo.

Continuando com a cadeia evolutiva da erosão, a ruptura dos agregados no solo forma crostas, ocasionando a selagem e diminuindo a capacidade de infiltração dos solos. Com a impossibilidade de penetração da água nos solos, muitas poças começam a se interligar, gerando o processo conhecido como *runoff*, fazendo com que a água atinja velocidades cada vez maiores no escoamento superficial e abrindo possibilidades para a formação de ravinas (GUERRA, 2007). Horton (1945) *apud* Guerra (2012) destaca que “se a intensidade da chuva for menor que a capacidade de infiltração não ocorrerá o *runoff* (fluxo hortoniano), no entanto se a intensidade de chuva exceder ocorrerá *runoff*”. Uma vez que a água começa se acumular em pequenas depressões e sua capacidade for saturada terá início o mesmo, logo ocorre o escoamento superficial. Fullen e Catt (2004) *apud* Guerra e Jorge (2013) também destacam que, quando a intensidade da chuva excede a capacidade de infiltração do solo, o escoamento superficial começa a acontecer, fazendo com que os processos erosivos atuem. De acordo com Guerra (1998) *apud* Guerra (2007), a formação de ravinas se inicia com o escoamento superficial, a água se acumulando em depressões na superfície do solo até descer pelas encostas. Guerra (2007) afirma que a partir disto, o fluxo passa a ser linear, iniciando a formação de microrravinas com cabeceiras, que ao evoluírem no processo erosivo, se bifurcam e aumentam, se tornando ravinas propriamente ditas, sendo as ravinas as feições erosivas do começo definitivo do processo de erosão linear. Além do escoamento superficial, existe o subsuperficial (que será abordado no próximo item com mais ênfase), que quando se ocorre em fluxos concentrados, em túneis e dutos, geram efeitos erosivos de difícil recuperação, provocando o colapso da superfície dando início as voçorocas (GUERRA, 2007).

Portanto, de acordo com os autores citados, o processo erosivo se inicia com a água da chuva, sendo agravado em locais descobertos de vegetação, até chegar a um estágio de fluxo linear, formando primeiramente ravinas, que podem evoluir, se alargar e aprofundar até formar uma voçoroca.

4.2 Ravinas e Voçorocas

Ravinas e voçorocas podem ser um tema polêmico quando se procuram diferenciá-las, de acordo com Fullen e Catt (2004) *apud* Guerra e Jorge (2013). Estes autores diferenciam os dois processos, afirmando que as ravinas atingem o horizonte A do solo, enquanto as voçorocas atingem horizontes mais profundos (B e C), e, dependendo da força do processo erosivo, podem atingir até a rocha sã.

Morgan (1986) *apud* Guerra (2007) relata que há quatro estágios propícios para a formação de ravinas. O primeiro estágio é referente ao escoamento superficial difuso, que é espalhado em várias direções. O segundo estágio refere-se ao escoamento superficial, desta vez concentrado pontualmente. O terceiro estágio é o de escoamento concentrado em microcanais sem cabeceiras definidas e, por último, o quarto estágio refere-se ao escoamento concentrado em microcanais com cabeceiras definidas. Guerra (2012) afirma que “As ravinas são, muitas vezes, características efêmeras nas encostas.”

Segundo Guerra (2012) “As ravinas são, quase sempre, iniciadas a uma distância crítica do topo das encostas, onde o escoamento superficial se torna canalizado”. Ainda afirma que “elas podem ser formadas próximas à base das encostas, onde uma pequena incisão recua em direção ao topo da encosta”. O autor diz que as gotas de chuvas aceleram ainda mais o grau erosivo, acarretando num maior transporte de um fluxo de água dentro da própria ravina, retirando sedimentos. A retirada de vegetação, o desmatamento e o mau uso da terra tendem a acelerar o processo de ravinamento, principalmente em áreas onde períodos de muita chuva se concentram em solos expostos, sem nenhuma cobertura vegetal (GUERRA, 2012). Como abordado no subitem anterior, o fluxo linear é o que começa a modelagem das feições erosivas lineares, formando microrravinas e, posteriormente, evoluindo para ravinas. Neste estágio acontece uma série de formas irregulares no interior destas feições, como degraus, rachaduras e rugosidades. Tais irregularidades tendem a se ampliar, tornando-se mais instáveis e ao mesmo tempo deixando o fluxo linear da mesma forma. Tudo isso faz com a capacidade erosiva dentro das ravinas carregue sedimentos, que são depositados à jusante (GUERRA, 2007).

Como abordado no primeiro parágrafo deste subitem, são várias as formas que os autores interpretam as diferenças entre ravinas e voçorocas.

De acordo com Oliveira (2007), há muitas definições e distinções sobre os dois conceitos, sendo que alguns autores associam as ravinas ao escoamento superficial e associam as voçorocas ao escoamento subsuperficial, geralmente causando contraposições. Este trabalho concorda com Guerra (1998) *apud* Oliveira (2007), que considera questões dimensionais para

diferenciar as duas feições, considerando ravinas incisões com menos de 50 centímetros e voçorocas incisões com dimensões de largura e profundidade superiores a 50 centímetros, havendo concordância entre os autores, assim como Silva (2004). Salgado *et. al.* (2008) consideram voçorocas incisões de acordo com parâmetros dimensionais, apresentando largura e profundidade superiores a 1m com predominância do escoamento subsuperficial para sua formação. Já as ravinas apresentam largura e profundidade inferiores a 50cm, com atuação predominante de processos de escoamento superficial. Em ambos, a extensão do canal erosivo pode variar de algumas unidades a dezenas de metros.

De acordo com a forma que as voçorocas são formadas, Guerra (2012) aponta que uma delas é a evolução do processo erosivo a partir do alargamento e aprofundamento de ravinas, que se formam num determinado tipo de encosta. Com o colapso do material erodido nas laterais e no fundo das ravinas pela ação das águas da chuva, as dimensões aumentam de forma que ultrapassam os limites ditos no fim do último parágrafo. Para Selby (1993) *apud* Cherobin (2012), e Coelho Netto (2012) há uma outra classe de voçorocas, que são formadas a partir do escoamento subsuperficial, a partir do colapso de dutos (*pipes*). Cavaguti (1994) e Canil *et al.* (1995) *apud* Oliveira (2007) definem ravinas como canais criados pela ação do escoamento superficial, e também afirma que as voçorocas são canais esculpidos a partir do afloramento do lençol freático, a partir do escoamento subsuperficial. Há ainda uma terceira forma de origem de voçorocas, a partir do deslizamento ou escorregamento de terra nas encostas com áreas expostas, gerando cicatrizes, propícias para a água da chuva formar voçorocas a partir de um escoamento superficial concentrado dentro da cicatriz onde o deslizamento ocorreu (GUERRA, 2012).

Peixoto *et al.* (2000) *apud* Silva (2004), classificam as feições erosivas lineares quanto à sua posição em relação a rede de drenagem: voçorocas conectadas e ravinas/voçorocas desconectadas, caracterizando a formação e evolução numa determinada encosta. Oliveira (2012) também apresenta esta classificação, as voçorocas podem ser classificadas de acordo com sua localização na encosta, denominando-se voçorocas conectadas e desconectadas. Elas também podem ser definidas a partir do seu estado de evolução/atividade como voçorocas ativas e estabilizadas. Tais classificações são feitas a partir do mapeamento e geoprocessamento a partir do imageamento de satélites, mas a melhor forma é ir a campo para corroboração e reconhecimento.

Segundo Cherobin (2012), dentro das voçorocas se encontram outras feições erosivas como: dutos, alcovas de regressão, marmitas, pináculos ou demoiselles, crostas, sulcos, caneluras, fluxos de areia, quedas de torrões, costelas, trincas e fendas, poças de surgências

entre outras, que contribuem para retirada de material em voçorocas. Neste trabalho, pôde-se observar algumas destas feições (figura 9), como dutos, alcovas de regressões, sulcos e caneluras. Paisani e Oliveira (2001) *apud* Cherobin (2012) observaram em estudos realizados em Palmeira/PR, alcovas de regressão e “descrevendo-as como um entalhe mais ou menos profundo, geralmente na parede do talude, com aspecto de uma alcova, tendo o teto abobadado e o assoalho repleto de materiais inconsolidados que se desprendem da parte de cima”. “Enquanto dutos, sulcos ou caneluras são esculpidos pela convergência de fluxo superficial para o interior de fendas ou macroporos biogênicos, resultando de interações entre erosão por queda d’água e ressurgências” (OLIVEIRA, 2007 *apud* CHEROBIN, 2012). Oliveira (2005) aborda os dutos de convergência (*piping*) e caneluras como feições que se desenvolvem devido ao fluxo superficial das chuvas, que se aglomeram em trilhas de gado ou macroporos biogênicos.

Figura 9: Voçoroca ativa desconectada da bacia drenagem, com a presença de dutos (seta preta), caneluras (seta verde) e alcova de regressão (seta vermelha)



Fonte: Arquivo do autor (23 Janeiro de 2021)

Silva *et al.* (2003) afirmam que a litologia pode ser uma condicionante para o processo erosivo, favorecendo toda a cadeia de evolução das incisões erosivas. Beavis (2000) *apud* Silva *et al.* (2003) afirma que o papel geológico é determinante para o processo erosivo, porque a litologia determina a intensidade da erosão, sua estrutura, localização e orientação.

Outro fator determinante para que as voçorocas tenham origem é o uso e ocupação do solo, como aborda Guerra (2012): “o desmatamento, o uso agrícola da terra, o superpastoreio e as queimadas, quase sempre, são responsáveis diretos pelo surgimento de voçorocas, associados com o tipo de chuva e as propriedades do solo e podem ter origens diferentes”.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia aplicada neste trabalho consistiu na organização e estruturação da área de estudo, com a realização do mapeamento das feições erosivas, julgando suas classificações conforme sua evolução e posição, fazendo o uso de ferramentas como o *QGis* e *Google Earth Pro*, do tipo SIG (Sistemas de Informações Geográficas) e sensoriamento remoto, confrontando com a parte litológica e uso e ocupação do solo da área da bacia de drenagem. Trata-se de uma pesquisa explicativa, mostrando como tais feições erosivas lineares se desenvolveram e perpetuaram na área da bacia. As cartas topográficas de São Fidélis, Cardoso Moreira fornecidas por *download* gratuito pelo IBGE serviram como base para a delimitação da área em questão.

As etapas para que o trabalho fosse realizado foram:

- a) Realização do *download* do MDE (Modelo Digital de Elevação) que é disponibilizado pelo INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), encontrado no site do próprio INPE na aba de banco de dados geomorfométricos do Brasil (*Topodata*), especificamente na parte do norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro (21_42_);
- b) Trabalho de vetorização e tratamento da imagem realizado no software *QGis* (*Quantum Gis*) na sua versão 3.6. *Noosa* com a integração de uma outra ferramenta em sua plataforma chamada *TauDEM* (*Terrain Analysis Using Digital Elevation Models*), a junção desses programas, possibilita a criação de arquivos do tipo *shapefile* (.shp) de delimitação da área das bacias de drenagem e a rede de drenagem;

c) Utilização do *Google Earth Pro (GE Pro)* para a identificação das ravinas e voçorocas, utilizando-se de imagens do ano de 2018 (Córrego Carcanjo), considerando a nitidez da imagem, sem a interferência de nebulosidade, é possível a identificação das feições. Além do *GE Pro* ser eficaz para a identificação das feições ele também aceita a leitura de arquivos do tipo *shapefile*, podendo se relacionar com o *QGIS* através das opções “importar” e “exportar”, e com a utilização de uma ferramenta presente no *GE Pro*, nomeada de “adicionar caminho”, foi possível a delimitação da área para a demarcação das feições, como é mostrado nas figuras 10a e 10b;

Figura 10: Identificação das feições erosivas em uma encosta da bacia de drenagem do Córrego Carcanjo. Na imagem 10(a) consegue-se observar feições presentes na encosta, através de sombreamento de forma retilínea, e; na imagem 10(b) com a ferramenta “adicionar caminho” no *Google Earth Pro* é possível demarcar a presença de tais feições lineares para posterior confecção de mapas de feições erosivas no *QGIS*.



(a)

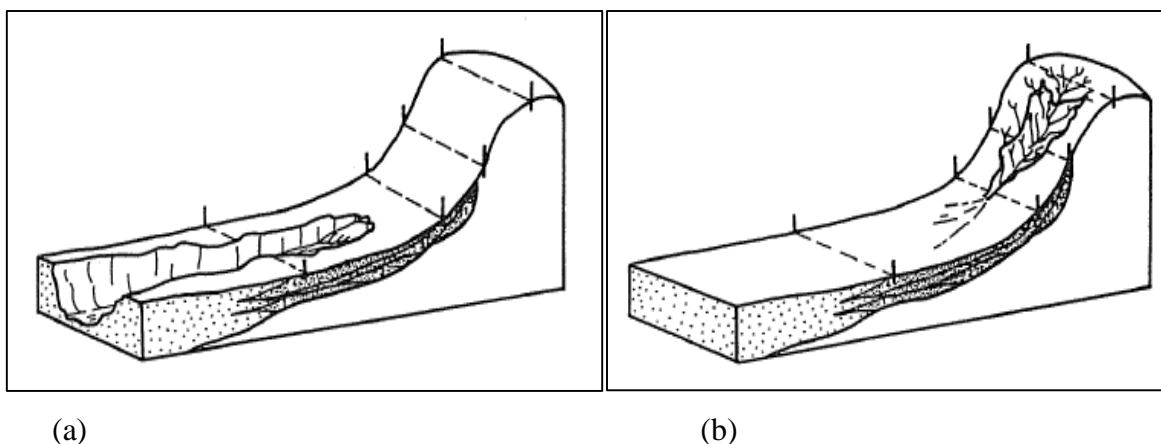


(b)

Fonte: *Google Earth Pro* (2020) modificado.

d) Classificação das voçorocas através da visualização e interpretação por meio de imagem de satélite, de acordo com o grau de evolução, diagnosticando como ativas ou estabilizadas e quanto ao posicionamento nas encostas, determinando se estão conectadas ou não a rede de drenagem (Figuras 11a e 11b);

Figura 11: Modelo de evolução de voçorocas. 11(a) voçoroca conectada à rede hidrográfica; 11(b) voçoroca desconectada à rede de drenagem.

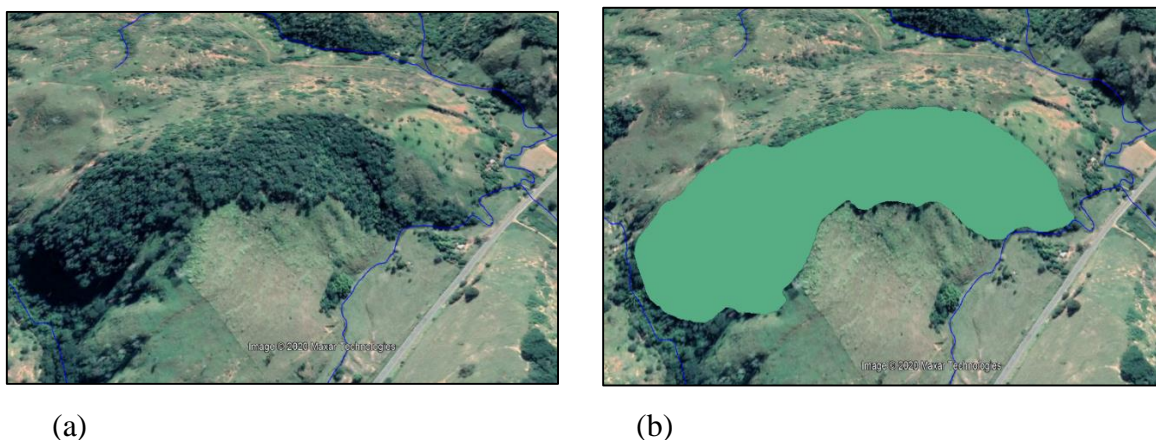


Fonte: adaptado de Oliveira (2007)

e) Utilização do mapeamento litológico para as áreas que compreendem as bacias de drenagem em questão. As cartas litológicas utilizadas foram as de Itaperuna São Fidélis, produzidas na escala de 1:100.000 pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) e disponíveis para *download* no endereço eletrônico do Serviço Geológico do Brasil (GeoSGB). O mapa que se confecciona determina a conjugação do mapeamento de feições erosivas com a delimitação da litologia nas áreas analisadas.

f) Criação de camadas de classe de uso e ocupação de solo no *Google Earth Pro* (observando imagens do satélite no ano de 2018), através da ferramenta “adicionar polígono” (figuras 12a e 12b), para posteriormente exportar o produto para o *QGIS* e transformar as camadas em *shapefile*, possibilitando a confecção de um mapa de uso e ocupação da terra e conjugação com as feições erosivas.

Figura 12: Função “adicionar polígono” na Bacia do Córrego Carcanjo no *Google Earth Pro*. Figura 8(a): observa-se uma área florestal ou mata secundária no satélite. Figura 8(b) cria-se um polígono na área de determinada classe de uso da terra e posteriormente nas demais.



Fonte: arquivo do autor, adaptado de *Google Earth Pro* (2020)

g) Trabalhos de campo nas datas de 16 de julho de 2019 (reconhecimento da área), 23 de janeiro de 2021 e 14 de março de 2021, estas últimas visitas foram nas áreas de possível acesso (locais em que a mata não era densa e permissão de entrada em propriedades privadas) da bacia de drenagem para a identificação das feições erosivas lineares e corroboração com as imagens de satélite e mapeamento. A primeira data de campo foi apenas para reconhecimento da localização da bacia para facilitação de outras visitas ao local. As seguintes foram para fotografar e identificar as incisões erosivas lineares do mapeamento, assim como observar as microfieções presentes nas voçorocas; e também as condições de manejo impróprio da terra e os tipos de cultura situados no local.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

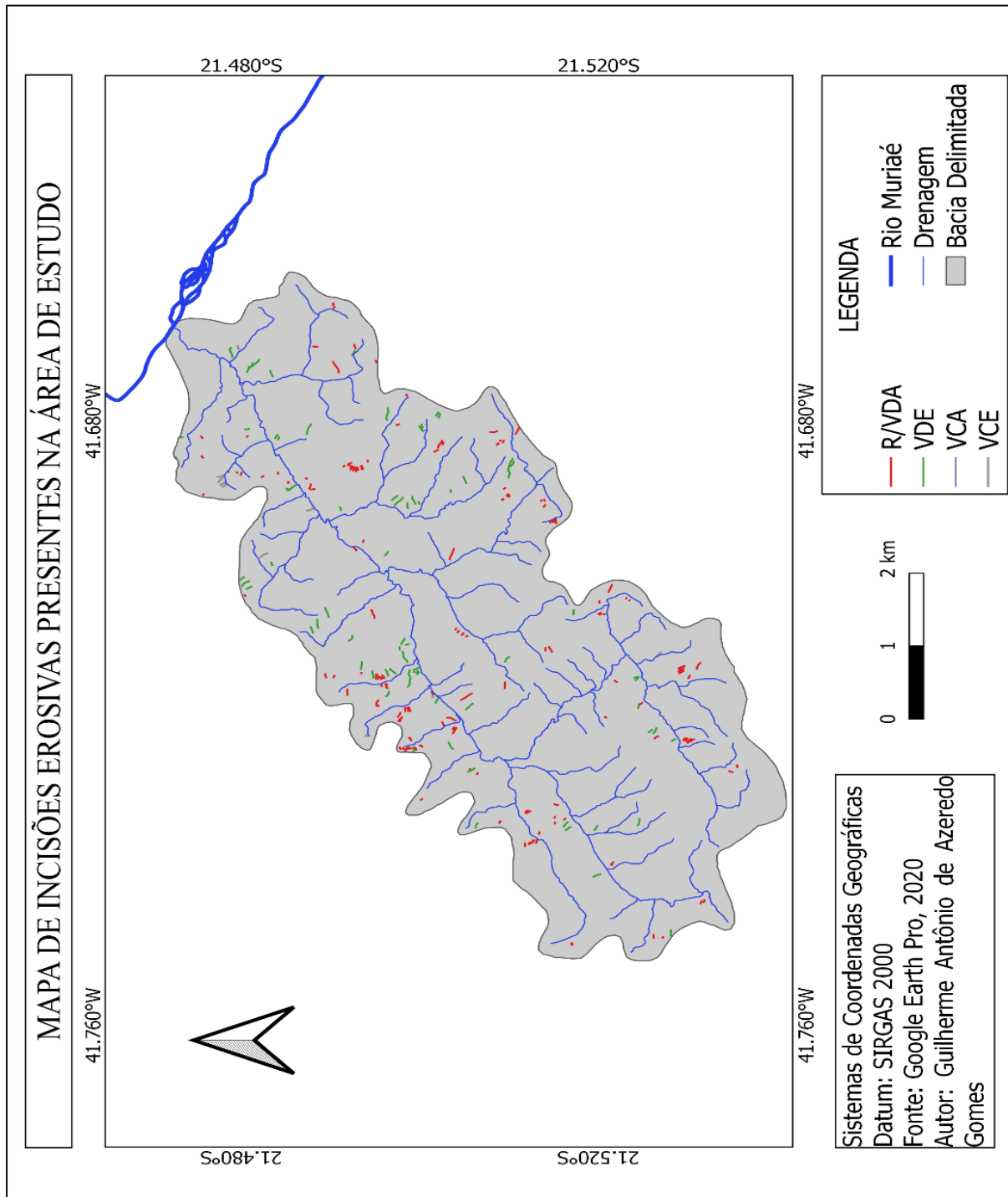
6.1 Feições Erosivas Lineares

Antes de iniciar a contabilização das ravinas/voçorocas, alguns critérios foram adotados para este trabalho, as classes de voçorocas foram abreviadas nos mapas e tabelas de acordo com o grau de atividade e posição nas encostas:

- Ravinas/voçorocas desconectadas ativas (R/VDA)
- Voçoroca desconectada estabilizada (VDE)
- Voçoroca conectada estabilizada (VCE)
- Voçoroca conectada ativa (VCA)

De acordo com as imagens do satélite do *Google Earth Pro* conseguiu-se observar uma quantidade acentuada de feições erosivas nas bacias de drenagem do córrego estudado em questão, o que mostra atividade erosiva presente na região, principalmente no que tange a grande quantidade de ravinas/voçorocas desconectadas ativas nas encostas das regiões (R/VDA), como mostram a figura 13 e a tabela 1.

Figura 13: Mapa das feições erosivas lineares da bacia de drenagem do Córrego Carcanjo.



Fonte: *Google Earth Pro* (2020), adaptado pelo autor

Tabela 1: Feições erosivas detectadas no mapeamento da Bacia do Córrego Carcanjo

Feições erosivas lineares (total: 290)				
Feições	Ravina/Voçoroca	Voçoroca	Voçoroca	Voçoroca
	Desconectada Ativa (R/VDA)	Desconectada Estabilizada (VDE)	Conectada Estabilizada (VCE)	Conectada Ativa (VCA)
Frequência Absoluta	204	74	10	2
Frequência Relativa (%)	70.3	25.5	3.5	0.7

Fonte: arquivo do autor (2020)

De acordo com o imageamento e catalogação, foram identificadas 290 incisões erosivas lineares na área delimitada da bacia do Córrego Carcanjo, sendo subdividas de acordo com o grau de evolução e posição nas encostas. Como as ravinas são consideradas incisões sem conexão com a rede de drenagem, e não sendo possível interpretar o tamanho exato de suas dimensões pelas imagens do satélite do *Google Earth Pro*, adotou-se um critério de classifica-la juntamente com voçorocas desconectadas ativas, já que não há a possibilidade de interpretação de feições tão pequenas (classificadas com largura e profundidade menores que 50 cm). Logo de acordo com o que foi catalogado, as ravinas e voçorocas desconectadas (tanto as R/VDA e VDE) abrangem a maior parte das feições erosivas lineares, constituindo 95,8% do total. Já as incisões conectadas a rede de drenagem (VCA e VCE) são minoritárias, conferindo apenas 4,2% da totalidade das feições erosivas. As ravinas/voçorocas desconectadas ativas (figuras 14 e 15) compõem 70,3% do total de feições, enquanto as voçorocas desconectadas estabilizadas (figura 16) tem o percentual de 25,5%.

Percebe-se pelo mapa que as feições estão bem distribuídas dentro da bacia de drenagem, constituindo uma menor porção apenas na parte sudoeste. Porém, pode se destacar uma grande concentração de feições desconectadas a oeste, onde se encontra a unidade litológica São Fidélis, composta por Kinzigito, que será discutida a frente no subtópico de unidades litológicas conjugadas com as incisões.

Figura 14: Ravina com deposição de sedimentos à jusante na encosta.



Fonte: Arquivo do autor (14 de março de 2021)

Figura 15: Voçoroca desconnectada ativa com presença de dutos no horizonte A e alcovas de regressão mais abaixo



Fonte: Arquivo do autor (14 de março de 2021)

Figura 16: Voçoroca desconectada estabilizada à jusante na encosta (VDE), sendo interrompida por um afloramento rochoso.



Fonte: Arquivo do autor (23 de janeiro de 2021)

Com o trabalho de campo foi possível observar alguns locais em que o processo erosivo está em estágio iniciais, com um pequeno processo de crescimento de sulcos/ravinas (figura 17) e pode ser potencializado pelo manejo impróprio do solo com a formação de “marcas de pisoteio de gado” (figura 18), além do solo exposto no topo das encostas (figura 19), garantindo uma maior intensidade e energia cinética no escoamento da água, contribuindo para a formação de ravinas e voçorocas.

Figura 17: Processos erosivos iniciais, com sulcos/ravinas em base de encosta.



Fonte: Arquivo do autor (14 de março de 2021)

Figura 18: Encosta com manejo inadequado da terra apresentando “marcas de pisoteio de gado”



Fonte: Arquivo do autor (23 de janeiro de 2021)

Figura 19: Manejo inadequado com solo desprotegido em encosta com processo erosivo acentuado e culturas à jusante na encosta



Fonte: arquivo do autor (14 de março de 2021)

Em alguns trechos também pôde-se visualizar um processo erosivo em taludes (figuras 20 e 21), que são superfícies inclinadas, com origem sendo natural, quando ocorre pela ação geológica e das intempéries (chuva, vento, entre outros) ou artificial, quando surge das ações antrópicas no meio. É usual o aparecimento de taludes artificiais em obras de estradas, barragens de água ou implantação de construções em terrenos acíves ou declives (SANTOS, 2014). Nestes taludes, a cobertura vegetal é totalmente retirada nas encostas, facilitando o processo erosivo quando há a incidência de chuvas de maior intensidade. Além disso, em diferentes ângulos observou-se grandes profundidades dentro destas feições erosivas, evidenciando uma situação de escoamento subsuperficial, com material friável, contidas no talude em questão, conforme mostra a figura 22a e 22b.

Figura 20: Voçorocas e ravinas se formando em taludes de corte



Fonte: arquivo do autor (março de 2014)

Figura 21: Detalhe da porção esquerda da fotografia anterior destacando uma voçoroca desconectada ativa presente em talude



Fonte: arquivo do autor (14 de março de 2021)

Figura 22: Visão interna de erosão em talude presente na bacia em dois níveis de aproximação: 22(a) e 22(b) e presença de material erodido friável.



(a)

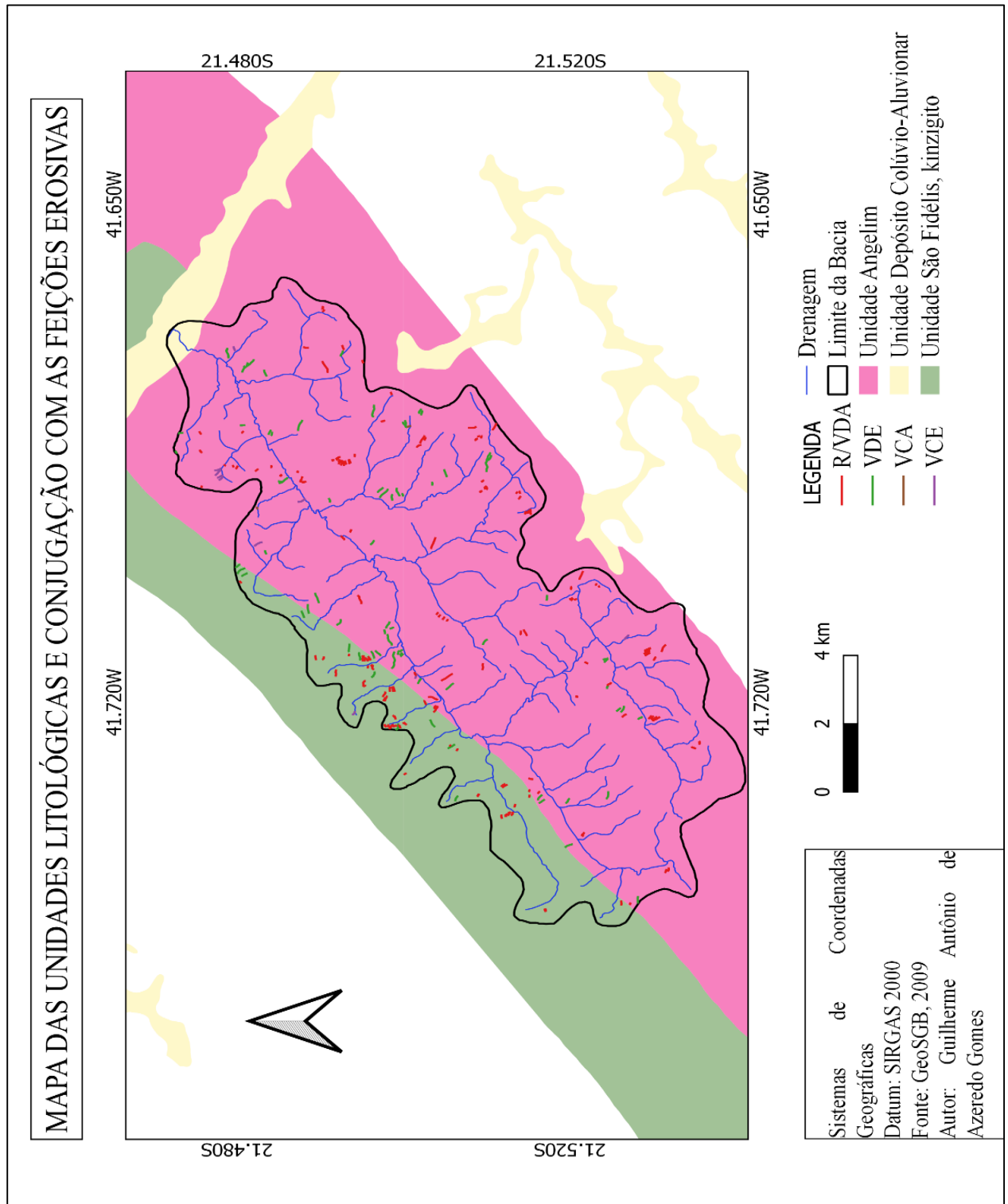
(b)

Fonte: arquivo do autor (14 de março de 2021)

6.2 Litologia

Na conjugação entre o mapa das feições erosivas com as unidades litológicas (figura 23), contabilizou-se 57 feições erosivas na Unidade São Fidélis (figura 24), composta por kinzigito, cerca de 14% do total da área da bacia, apesar de representar uma área menor que a Unidade Angelim (figura 25), que apresenta 233 incisões, representando cerca de 85,38% da área, com uma área majoritária na bacia de drenagem (tabela 2), porém com erosões menos concentradas em certas direções. A Unidade de Depósito Colúvio-Aluvinar (fig. 26) representa uma pequena parcela da bacia (0,62%) e não se detectou nenhum tipo de erosão linear no imageamento e nem no trabalho de campo. Quanto a contabilização dos tipos de ravinas e voçorocas, as tabelas 3 e 4 mostram a quantidade e percentual nas Unidades São Fidélis e Angelim, respectivamente.

Figura 23: Mapa de conjugação entre unidades litológicas e feições erosivas



Unidade Angelim (NP3y2ang) - granitos a tonalitos com granada, médios a grossos, geralmente com gnaisses, migmatíticos, além de enclaves de anfibólito, biotita-granada gnaiss e rocha calcissilicática; **Depósito Colúvio-Aluvionar (Qca)** - depósitos aluvionares recentes (areias com argila, cascalho e resto de material orgânico inconsolidado); e **Unidade São Fidélis (NPsfkz)** – apresenta o gnaiss kinzigito com intercalações de quartzito, sillimanita-feldspato-muscovita quartzito, rochas calcissilicáticas e anfibolitos.

Fonte: GeoSGB (2009). Modificado

Figura 24: Parte da Unidade São Fidélis Kinzigito, com a Unidade Angelim ao fundo (Sentido NW - SE)



Fonte: Arquivo do autor: (14 de março de 2021)

Figura 25: Trecho da Unidade Angelim, com acentuada vegetação e afloramento rochoso



Fonte: Arquivo do autor (23 de janeiro de 2021)

Figura 26: A Unidade de Depósito Colúvio-Aluvinar com o Rio Muriaé ao fundo, demarcando um dos limites da área de estudo.



Fonte: Arquivo do autor (março de 2021)

Tabela 2: Frequência absoluta e frequência relativa de área de cada unidade litológica

Área total: 36,4 km²

Área (km²) /Unidade Litológica	Unidade Angelim (NP3y2ang)	Unidade São Fidélis – Kinzigito (NPsfkz)	Depósito Colúvio- Aluvinar (Qca)
Frequência Absoluta	31,08	5,1	0,22
Frequência Relativa (%)	85,38	14,00	0,62

Fonte: arquivo do autor (2020)

Tabela 3 - Feições erosivas na Unidade São Fidélis Kinzigito (NPsfkz)

Feições Erosivas Lineares (Total: 57)

Feições	Ravina/Voçoroca	Voçoroca	Voçoroca	Voçoroca
	Desconectada Ativa (R/VDA)	Desconectada Estabilizada (VDE)	Conectada Estabilizada (VCE)	Conectada Ativa (VCA)
Frequência Absoluta	41	15	1	0
Frequência Relativa (%)	71.9	26.3	1.8	0

Fonte: arquivo do autor (2020)

Tabela 4 - Feições erosivas na Unidade Angelim (NP3y2ang)

Feições Erosivas Lineares (Total: 233)

Feições	Ravina/Voçoroca	Voçoroca	Voçoroca	Voçoroca
	Desconectada Ativa (R/VDA)	Desconectada Estabilizada (VDE)	Conectada Estabilizada (VCE)	Conectada Ativa (VCA)
Frequência Absoluta	163	59	9	2
Frequência Relativa (%)	70.0	25.4	3.9	0.6

Fonte: arquivo do autor (2020)

A concentração de feições erosivas na Unidade São Fidélis Kinzigito, mesmo abrangendo a segunda menor unidade da bacia de drenagem (14% da área total) pode ocorrer pela presença da rocha metamórfica kinzigito, que de acordo com CPRM (2014) é “geralmente representada por faces de gnaiss com granulação grossa, muito aluminoso, composição pelítica, metamorfizada na face granulito, rica em granada almandínica e biotita, esta muitas vezes retrometamórfica”. A concentração de voçorocas nesta unidade se deu por aproximadamente 11,18 voçorocas/km²

Para Tupinambá *et al.* (2012) as rochas gnáissicas apresentam acentuada suscetibilidade a erosão, facilitando o processo da formação de ravinas/voçorocas. A litologia marcada por intenso metamorfismo com estrutura granular, faz com que certos tipos de rochas sejam marcados por uma menor resistência a erosão (SILVA *et al.*, 2003). Outro fator importante que será discutido no próximo subtópico é a quantidade de área de pastagem nesta unidade, caracterizando um solo sem cobertura e mais propenso à erosão.

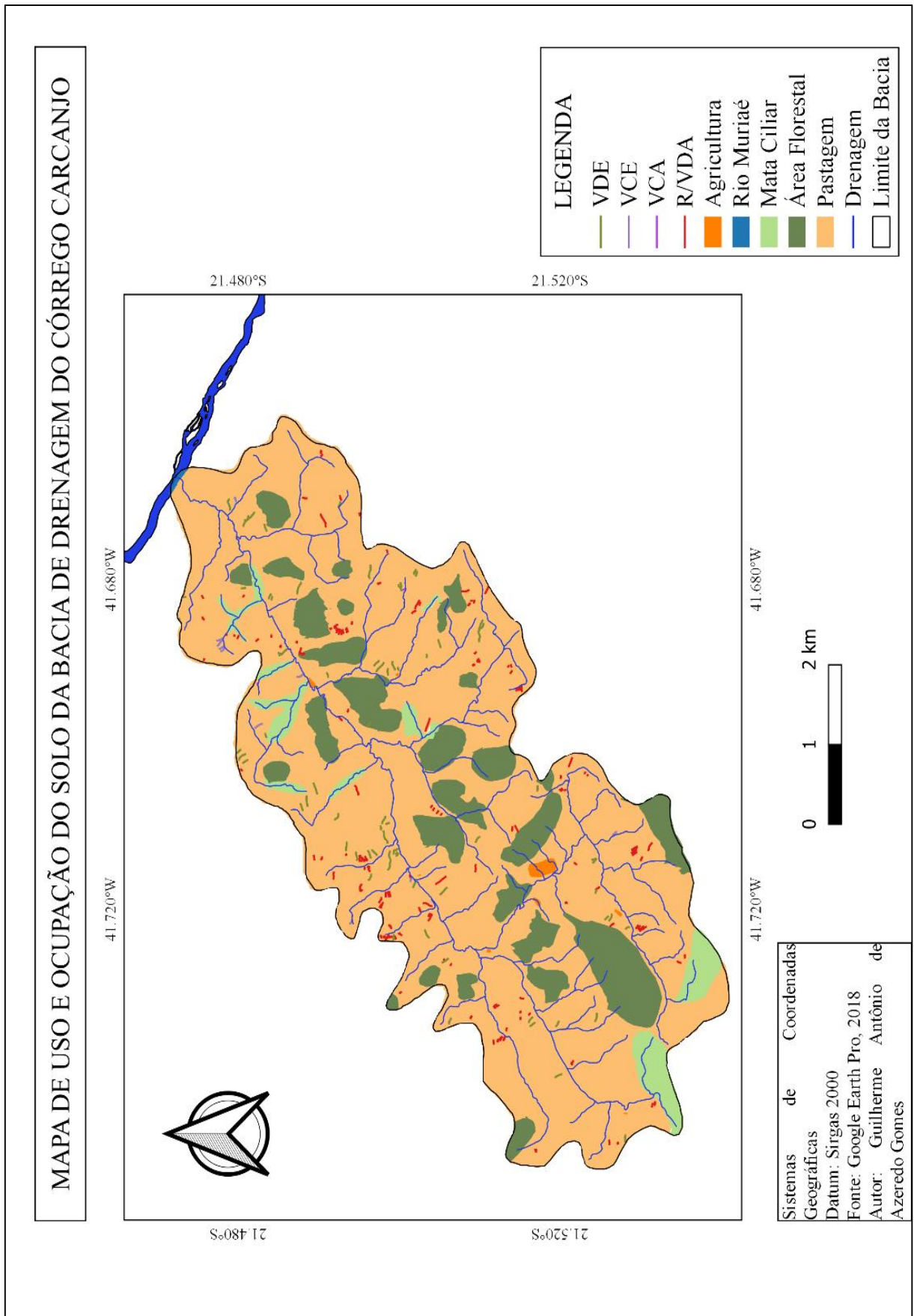
A Unidade Angelim é a área majoritária da bacia (85,4% do total) e apresentou mais feições lineares, porém, com uma distribuição mais espaçada ao longo do mapa, apresentando uma densidade de voçorocas por km² mais modesta que a unidade São Fidélis, totalizando aproximando 7,5 voçorocas/km². Mesmo assim, como no caso da unidade anterior, apresenta na sua composição rochas gnáissicas, com presença de migmatito, apesar da presença de granito, e de acordo com Silva *et al.* (2003), também apresentam suscetibilidade para que as formas erosivas se espalhem, por ter menos resistência ao processo erosivo.

6.3 Uso e Ocupação da Terra

Quanto ao uso e ocupação do solo conjugado com as feições erosivas na bacia de drenagem do Córrego Carcanjo (Figura 27), o sistema de pastagem é predominante (Tabela 5), e abrange 77.5% da área total, ultrapassando três quartos do uso da terra na área, seguido por área florestal (14,6%), mata ciliar (7,53%), sistemas de agricultura (0,315%) e uma parcela ínfima do Rio Muriaé (0,055%).

Quanto às feições erosivas, 288 (99.3%) das 290 catalogadas foram encontradas nos pastos (Tabela 6), reforçando o quanto um solo exposto pode ser danoso para a formação de feições erosivas nas encostas, como dito pelos autores citados no decorrer deste trabalho. Apenas duas feições do tipo voçorocas desconectadas ativas e estabilizadas (0,7% do total) foram encontradas num trecho de área florestal, o que pode ser interpretado como uma forma de recuperação de área degradada no caso da voçoroca estabilizada e um processo de evolução do desmatamento e tentativa de retirada de vegetação no caso da ravina/voçoroca ativa.

Figura 27: Mapa de uso e ocupação do solo conjugado com erosão (Córrego Carcanjo)



Fonte: Google Earth Pro (2020). Modificado pelo autor.

Tabela 5: Frequência absoluta e frequência relativa de cada classe de uso da terra

Área Total: 36,4 km²

Área/Classe de uso da terra	Área Florestal	Pastagem	Mata Ciliar	Agricu Itura	Rio Muriaé
Frequência relativa (km²)	5,31	28,21	2,74	0,115	0,025
Frequência absoluta (%)	14,6	77,5	7,53	0,315	0,055

Fonte: arquivo do autor (2020)

Tabela 6: Feições erosivas presentes em cada classe de uso do solo

Feições erosivas lineares (total: 290)

Tipo	Área Florestal	Pastagem	Mata Ciliar	Agricultura
Frequência relativa	2	288	0	0
Frequência absoluta (%)	0,7	99,3	0	0

Fonte: arquivo do autor (2020)

Alguns tipos de cultura foram observados na área de estudo, durante o trabalho de campo, como por exemplo, a presença de cana de açúcar (figura 28), banana (figura 29) e viticultura (figuras 30a e 30b).

Figura 28: Cultivo de cana de açúcar em propriedade privada e voçoroca ao fundo, na encosta



Fonte: arquivo do autor (23 de janeiro de 2021)

Figura 29: Cultivo de bananeiras e canais de processo erosivo acentuado à montante



Fonte: Arquivo do autor (14 março de 2014)

Figura 30: Viticultura. 30a: Viticultura em propriedade privada, com estufa ao fundo. 30b: Placa de identificação do local



Fonte: arquivo do autor (23 de janeiro de 2021)

Um ponto já destacado por alguns autores neste trabalho e que ajuda a acelerar os processos erosivos é a exposição do solo com a pastagem, além da quantidade de bovinos que acabam promovendo o pisoteio e compactando o solo. No campo observou-se em vários locais a presença de trilhas de pisoteio de gado e a presença destes animais (figura 31), principalmente nas encostas, contribuindo com o processo erosivo, gerando sulcos, e, posteriormente, culminando em voçorocas.

Figura 31: Bovinos em áreas de pastagem com sulcos e ravinas/voçorocas se desenvolvendo à montante da vertente



Fonte: arquivo do autor (23 de janeiro de 2021)

Com os fatores mencionados pelos autores, o predomínio da pastagem (expondo o solo), solos e rochas suscetíveis a erosão são condições que ajudam na perpetuação das feições erosivas. O manejo e uso da terra de forma correta ajudam a mitigar e/ou atrasar a propagação do processo erosivo.

7 CONCLUSÕES

Pode-se dizer que o mapeamento das feições erosivas lineares por satélite atendeu à demanda do principal objetivo do trabalho, que era analisar as condicionantes litológicas e de uso de terra na área estudada, mostrando um acentuado número de ravinas/voçorocas ativas, o que demonstra um elevado grau erosivo na área de estudo. Para isto, foi necessário a conjugação dos mapas junto com a detecção das feições erosivas, sendo estas classificadas de acordo com o grau de evolução e posição nas encostas. Tais detecções e classificações se colocaram como objetivo secundário do trabalho e foram elaborados com sucesso, com as ferramentas de geoprocessamento *google Google Earth Pro* e *QGis* mostrando-se satisfatórias para que o trabalho acontecesse. Para a corroboração da primeira etapa (imageamento por satélite e detecção de feições erosivas lineares), o trabalho de campo foi de estimada importância para a observação da erosão presente na área de estudo.

Na bacia do Córrego Carcanjo detectou-se a presença de 290 feições erosivas lineares, caracterizando aproximadamente 7,97 incisões por km², já que sua área total é equivalente a 36,4 km². As ravinas/voçorocas ativas desconectadas foram as feições mais presentes, totalizando em 204. Quanto às questões litológicas, ocorreu uma concentração maior de incisões por área tanto na Unidade São Fidélis (11,18 incisões por km²) que na Unidade Angelim (7,5 incisões por km²). Tais diferenças se revelam na composição mineralógica das rochas presentes nas unidades; a Unidade São Fidélis tem em sua região uma rocha metamórfica gnáissica conhecida como kinzigito, que apresenta uma maior suscetibilidade a erosão, devido a sua mineralogia e arranjo cristalográfico. Ademais, a presença de um tipo de argissolo mais suscetível a erosão também culmina numa maior taxa de feições erosivas na área. Quanto ao uso e ocupação do solo ou terra, os pastos conferem quase que 100% das incisões erosivas, havendo apenas duas voçorocas desconectadas (uma ativa e outra estabilizada) em uma área de mata secundária, podendo ter ocorrido uma tentativa de desmatamento no caso da ativa e uma recuperação de área degradada no caso da voçoroca estabilizada.

Logo, este trabalho pode vir a ser de grande importância para o estudo e entendimento das condições erosivas da área, porque mostra a importância de como o uso e manejo da terra podem ser de melhor empregabilidade; das consequências socioambientais; de como isso pode ser danoso para os pequenos produtores rurais; a vegetação local; a fauna nativa, além da endopênica; enfim, todo um processo natural que ocorre em tal área. Ademais, pesquisadores interessados nos estudos erosivos de bacias de drenagem do Norte/Noroeste Fluminense podem estudar os mesmos fatores condicionantes que levam a todo o quadro erosivo presente, além de se aprofundarem em outros, como vegetação, tipo de solo, geomorfologia, regime pluviométrico, e tantos mais.

REFERÊNCIAS

AGEVAP – Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Avaliação Ambiental Integrada das Bacias dos rios Muriaé, Pomba, Piabanha e, Paraibuna e Preto. Diagnóstico Ambiental (Caracterização). 2013

AGEVAP e CEIVAP. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do Município de Italva (RJ). Italva, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: https://italva.rj.gov.br/arquivos/legislacao/01_2020_produto_1__legislacao_preliminar__italva.pdf. Acesso em: março de 2021.

AMORIM, R.; REIS, C.; FERREIRA, C. Mapeamento dos Geossistemas e dos Sistemas Antrópicos como Subsídios de Áreas com Riscos a Inundações e Alagamentos no Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé (Rio de Janeiro – Brasil). Territorium (Coimbra), 2017.

CHEROBIN, S. F. Estimativa de erosão e sua relação com os diferentes mecanismos erosivos atuantes: estudo da Voçoroca Vila Alegre. 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

COELHO NETTO, A. L.; Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos/ Antônio José Teixeira e Sandra Baptista da Cunha. - 11ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 474p.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. SILVA, L. C. da; CUNHA, H. C. S. Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro (org.) – Brasília: CPRM. 2ª edição revista em 2001.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Geologia e recursos minerais da folha São Fidélis SF.24-V-C-IV, estado do Rio de Janeiro escala 1:100.000 / José Renato Nogueira... [et al.]; organizador Luiz Carlos da Silva. – Belo Horizonte, 2012.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/kinzigito.htm> Acesso em 17 de Novembro de 2020

DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. de M.; SILVA, C. R. da; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J. F.; CALDERANO, S. B.; CARVALHO FILHO, A. de. **Diagnóstico geoambiental do estado do Rio de Janeiro**. In: CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; Niterói: DRM-RJ, 2001. Cap. 11.

EMBRAPA – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Argissolos Vermelho-Amarelos. 2013. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn0pzmhe02wx5ok0liq1mqk4130gy.html. Acesso em março de 2021

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

FRANCO, C. C. M. Mapeamento Geomorfológico na escala 1:50.000 do baixo curso da bacia de drenagem do Rio Muriaé no Estado do Rio de Janeiro. XVII Simpósio de Geografia física

aplicada. I congresso nacional de Geografia física. Instituto de Geociências -UNICAMP. Campinas, 2017. pág 5836-5846.

GEOSGB – DADOS, INFORMAÇÕES E PRODUTOS DO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. UERJ, 2009. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>. Acesso em 03 de Outubro de 2020

GUERRA, A. J. T. E BOTELHO, R. G.M. (1996). Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos. Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ, 19, 93-114.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O; Erosão dos solos e movimentos de massa – recuperação de áreas degradadas com técnicas em bioengenharia e prevenção de acidentes. In. Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas/ Antônio José Teixeira Guerra e Maria do Carmo Oliveira Jorge – 1ª ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 192p.

GUERRA, A. J. T.; Processos erosivos nas encostas. In. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos/ Antônio José Teixeira e Sandra Baptista da Cunha - 11ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 474p.

GUERRA, A. J. T.; Processos erosivos nas encostas. In. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos/ Antônio José Teixeira Guerra, et al. (Org.). - 3ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 340p.

LOUREIRO, H. A. S.; FERREIRA, S.M.; O papel das geotecnologias no estudo de feições erosivas e de movimentos de massa no Brasil. In. Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas/ Antônio José Teixeira Guerra e Maria do Carmo Oliveira Jorge – 1ª ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 192p.

MAFRA, N. M. C. Erosão e planificação de uso do solo. In. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações/ Antônio José Teixeira Guerra, *et al.* (Org.). - 3ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 340p.

MARAFON, G. J.; RIBEIRO, M. A.; SILVA, C. A.; SILVA, Eduardo Sol Oliveira da; LIMA, Marcos Rodrigues Ornelas de. Regiões de governo do estado do Rio de Janeiro: uma contribuição geográfica. Rio de Janeiro: Gramma, 2005.

MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H.; REICHERT, J. M.; SANTOS, D. R. dos. Identificação e implicações para a conservação do solo das fontes de sedimentos em bacias hidrográficas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1637-1646, 2007

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e prevenção de áreas de risco de erosão por voçorocas. In. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações/ Antônio José Teixeira Guerra, et al. (Org.). - 3ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 340p.*

SALGADO, C.M; SILVA; T.P; O. PEIXOTO, M.N; MOURA, J.R.S. avaliação de condicionantes geomorfológicos de feições erosivas desconectadas da drenagem na bacia do ribeirão do secretário (município de Paty Alferes – RJ) In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, VII., 2001, Goiânia (GO).

SANTOS, L. M. Erosão em taludes de corte: métodos de proteção e estabilização. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>.

SILVA, T. P. Estudo de condicionantes da distribuição espacial de ravinas e voçorocas no médio baixo vale do ribeirão do Secretário, Paty do Alferes (RJ). Monografia de graduação. IGEO/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ. 44p. 2004.

SILVA, T. P. *et al.* A influência de aspectos geológicos na erosão linear - médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário, Paty do Alferes (RJ). *Geosul*, Florianópolis, v. 18, n. 36, p 131-150, jul./dez. 2003

TOPODATA. INPE: Instituto de Pesquisas Espaciais. aba de banco de dados geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em: 20 de jun. de 2019.

TUPINAMBÁ, M.; TEIXEIRA, N.; HEILBRON, M. Evolução tectônica e magmática da Faixa Ribeira entre o Neoproterozóico e o Paleozóico Inferior na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Vol. 35 – 2/ 2012 – p. 140-151.