

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Geografia

Análise do relevo e suas alterações em setor de cuestas – Analândia SP.

Discente: Luis Paulo Forgaça Ourique

Orientadora: Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci

Rio Claro (SP)

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

LUIS PAULO FORGAÇA OURIQUE

ANÁLISE DO RELEVO E SUAS ALTERAÇÕES EM SETOR
DE CUESTAS – ANALÂNDIA SP.

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto
de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP
2019

O93a Ourique, Luis Paulo Forgaça
Análise do relevo e suas alterações em setor de cuestras - Analândia
SP / Luis Paulo Forgaça Ourique. -- Rio Claro, 2019
44 p. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geografia) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e
Ciências Exatas, Rio Claro
Orientadora: Cenira Maria Lupinacci
Coorientador: Estêvão Botura Stefanuto

1. Geomorfologia. 2. antropogeomorfologia. 3. morfometria. 4.
erosão. 5. feições lineares. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

LUIS PAULO FORGAÇA OURIQUE

ANÁLISE DO RELEVO E SUAS ALTERAÇÕES EM SETOR
DE CUESTAS – ANALÂNDIA SP.

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto
de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci (orientadora)

Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, Rosana e Rogerio, por sempre me apoiarem ao decorrer de toda minha formação, desde o ensino básico até a formação superior, pois eles foram fundamentais nessa caminhada.

Á minha companheira, Stephanie Bortoletto, que desde o início deste projeto me auxiliou tanto psicologicamente, quanto na construção da pesquisa e correções finais deste trabalho, além de sempre me incentivar a prosseguir neste caminho e sempre acreditar no meu potencial, me incentivando a evoluir cada vez mais.

Á minha orientadora, Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci, como profissional da educação, por ser uma professora e orientadora excepcional, a qual me mostrou os caminhos a seguir e sempre foi extremamente prestativa em toda a pesquisa e como uma grande amiga que fiz, a qual sempre acreditou no que eu poderia desenvolver e que levarei para toda a vida.

Ao meu amigo Estevão Botura Stefanuto, por dividir seus dados de pesquisa e me auxiliar sempre, desde a elaboração dos meus mapas até na obtenção dos dados e na análise dos mesmos, sem sua grandiosa ajuda essa pesquisa não seria possível.

Ao meu amigo de ensino medio Henrique Rodrigues, o qual me auxiliou na execução de um dos mapeamentos e na correção final do projeto.

Aos meus amigos de graduação, Higor, Fernando, Bruno, Guilherme e Pedro, por sempre estarem presentes desde o início da graduação e auxiliarem quando possível.

Aos meus professores do ensino básico e da Unesp, por prepararem a base necessária para que eu desenvolve-se tal pesquisa.

Ao Departamento de Planejamento Territorial, por fornecer os equipamentos e um ambiente de estudos.

Á todos colegas do laboratório de geomorfologia, por fornecerem conhecimentos muito importantes para esta pesquisa.

E por fim, agradeço a geografia e a todos que ajudaram a desenvolver essa maravilhosa área de conhecimento que abriu minha mente para entender o mundo e tudo que há nele.

Resumo

A dinâmica entre homem e natureza existe há milhares de anos. Contudo, o que anteriormente acontecia de forma equilibrada, com o avanço da civilização e o desenvolvimento de tecnologias capazes de alterar o meio onde o homem habita, tem sido transformado para um contexto no qual o homem passa a subjugar a natureza, a alterando constantemente. Assim, esta pesquisa tem como objetivo compreender as mudanças geomorfológicas naturais e decorrentes de ações antrópicas, de uma área localizada no setor *cuestiforme* de Analândia (SP). Para isso, usaram-se princípios da Teoria Geral dos Sistemas aplicada a ciência geográfica, a fim de analisar um conjunto de dados obtidos a partir do desenvolvimento de cartas geomorfológicas e morfométricas. Tais dados indicaram o avanço das feições erosivas lineares e como as ações antrópicas impactaram o relevo na conjuntura existente da área de estudo, sendo esta de intenso uso agropecuário e agrícola.

Palavras-chave: Geomorfologia, antropogeomorfologia, morfometria, erosão, feições lineares.

Abstract

The contact between man and nature has existed for thousands of years, which previously happened in a balanced way, now with the advancement of civilization and the development of technologies capable of changing the environment where man lives, the dynamic has been transformed into a context in which man begins to subdue nature by constantly changing it. From this, this research aims to understand the natural geomorphological changes resulting from anthropic actions in an area located in the cuestas sector of Analândia (SP). For this, we used the General Systems Theory applied to geographic analysis in order to analyze a set of data obtained from the development of geomorphological and morphometric charts. Such data indicated the advance of linear erosive features and how such anthropic actions impacted the relief in the existing conjuncture of the studied areas that has intense agricultural use.

Keywords: Geomorphology, anthropogeomorphology, morphometry, erosion, linear features.

Lista de ilustrações

Figura 1 - Localização da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.....	12
Figura 2: Formações Geológicas de Superfície.....	14
Figura 3: Carta Pedológica da aérea estudada.....	17
Figura 4: Critérios estabelecidos para definir as classes de energia do relevo.....	22
Figura 5: Tabela de simbologias utilizadas.....	23
Figura 6: Carta de Declividade da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.....	26
Figura 7: Carta de Dissecção Horizontal da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.....	27
Figura 8: Carta de Dissecção Vertical da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.....	28
Figura 9: Carta de Energia do Relevo da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.....	29
Figura 10: Morro do Cuscuzeiro.....	30
Figura 11: Morro do Camelo.....	31
Figura 12: Carta Geomorfológica de 1988 da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.....	32
Figura 13: Carta Geomorfológica de 2010 da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.....	33
Figura 14: Alterações das feições de voçorocamento.....	34
Figura 15: Evolução dos sulcos erosivos para ravinamentos.....	35
Figura 16: Alterações das feições setor norte (sulcos erosivos).....	36

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	8
2 –LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....	11
3 – MATERIAIS, MÉTODOS E TÉCNICAS.....	19
3.1 -Carta de Dissecção Vertical.....	19
3.2 - Carta de Dissecção Horizontal.....	20
3.3 - Carta de Energia do Relevo.....	21
3.4 - Cartas Geomorfológicas.....	22
4 –RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
6 – BIBLIOGRAFIA.....	39

1 - Introdução

A humanidade desde seu princípio explorou a natureza como forma de sobrevivência. No passado, segundo Lima (1989), a natureza se impunha sobre o homem, que era conduzido de modo subjugado, o qual determinava um equilíbrio natural que regia todos os seres vivos. Com o passar do tempo, a relação entre homem e natureza teve sua dinâmica alterada, com o surgimento da necessidade de expansão dos domínios humanos. O homem então passa a adaptar e a explorar o ecossistema a seu favor, sem considerar os possíveis impactos negativos que isso causaria. O homem muda significativamente sua relação de equilíbrio com a natureza em um curto período, com a criação de novas tecnologias e meios de explorar os recursos naturais. O ser humano altera a paisagem e, segundo alguns autores (NIR, 1983; ROSS, 2010), passa a alterar o relevo de forma permanente, o que o torna um novo agente geomorfológico.

Tais interferências humanas levam ao surgimento de uma área de estudo denominada por Nir (1983) de antropogeomorfologia, a qual utiliza ferramentas da geomorfologia clássica para a realização de uma abordagem sistêmica, na qual os cruzamentos de dados históricos das atividades antrópicas locais, da dinâmica socioeconômica das populações residentes e dos dados geomorfológicos, levam à compreensão das alterações antrópicas da região em questão.

Rodrigues (2005) reforça as noções da antropogeomorfologia ao defender a necessidade de superar o uso de apenas elementos naturais para a compreensão das dinâmicas do relevo moderno, no qual se atribui extrema importância na existência do estudo simultâneo das ações naturais e antrópicas. A autora afirma que

[...] as intervenções humanas para a construção e manutenção desses ambientes são avaliadas enquanto ações geomorfológicas, portanto, passíveis de serem estudadas como formas de intervenções em formas, materiais e processos [...] (RODRIGUES, 2005, P.101)

Dessa forma, Goudie (1986) afirma que a antropogeomorfologia se subdivide em duas áreas principais: a primeira focada no estudo da atividade humana sobre os solos, de forma a analisar as mudanças físicas e químicas causadas pela ação do homem como a irrigação, o uso de fertilizantes; já a segunda área visa o estudo da alteração das formas do relevo, como aquelas provocadas pela mineração e pela urbanização. O autor afirma ainda que as ações antrópicas podem ocorrer de forma direta ou indireta. As diretas dizem respeito as alterações estruturais, que podem ser incisivas como a compactação e fragmentação do solo, ou graduais que ocorrem por meio da criação de terraços e da aração. Já as ações indiretas, ocorrem por meio da ação de

aceleração da erosão e sedimentação, que são potencializadas pela agricultura, desmatamento, urbanização, ocupação de solos frágeis e sobrecarga de áreas de falha.

Para entender de forma simples os efeitos das ações antrópicas no meio físico, devem-se

[...]observar as ações humanas como ações geomorfológicas, investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica; investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas iniciando com os estágios da pré-perturbação; empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais; empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhes; usar noções de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e frequência; dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos; levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais; ampliar os monitoramentos de balanço, taxas e geografia dos processos e não derivados de ações antrópicas.[...] (RODRIGUES, 2005, P.102-103).

Assim, segundo Ross (2010) a geomorfologia se torna de extrema importância para interpretar tais ambientes, por se tratar de áreas fortemente influenciadas por atividades humanas. Deste modo, o autor afirma que é impossível entender a dinâmica da mudança do relevo sem conhecer fatores bioclimáticos, pedológicos, geológicos e antrópicos que interferem na dinâmica existente. A antropogeomorfologia então se torna fundamental ao entendimento dos impactos que a ação humana desencadeia sobre o modelado terrestre e como essas novas morfologias podem causar riscos a ocupação humana e danos irreversíveis ao relevo.

As mudanças que a ação antrópica causa ao relevo são o ponto de partida para o agravamento dos processos de erosão que ocorrem nas vertentes, o que leva à interrupção os processos da dinâmica natural e adiciona um elemento artificial no fluxo do equilíbrio dinâmico existente, segundo Christofolletti (1967) e Perez Filho et al. (2001).

Os impactos causados pelo homem na natureza catalisam dinâmicas que são naturais, como os processos erosivos. Como afirma Costa (2006), as atividades de agricultura causam impactos relevantes na natureza por destruírem e fragmentarem habitats existentes de modo a gerar um desequilíbrio; fenômenos que abrem caminho para a formação e o agravamento de feições erosivas, como sulcos, ravinas e voçorocas.

Então, pode-se notar que nas áreas nas quais a ação antrópica é predominante, através da agricultura e superpastoreio, os níveis erosivos são maiores. Isso se deve a retirada da vegetação de cobertura que causa o processo de degradação do solo, menor concentração de matéria orgânica e compactação do solo. Segundo Casanelas (2003), essas variáveis podem acarretar a degradação da estrutura do solo, menor infiltração e maior escoamento superficial,

o que resulta na potencialização das feições erosivas. Mafra (2010) aponta que a progressiva diminuição dos horizontes superficiais interfere na relação água-planta-solo, criando condições desfavoráveis ao surgimento de espécies vegetais.

A falta de espécies vegetais agrava ainda mais o cenário existente, pois o solo exposto leva a aparição ou agravamento de processos erosivos que consequentemente levam a perda de solo em função do escoamento superficial. Cria-se um cenário preocupante que necessita de muita atenção, pois em solos mais frágeis as taxas de perda podem superar as de formação e isso demonstra um real problema na dinâmica do relevo, que requer medidas conservacionistas imediatas.

Diante dessas questões, objetivou-se com esta pesquisa realizar o levantamento de dados e informações a respeito das mudanças geomorfológicas e das ações antrópicas no setor cuneiforme de Analândia (SP). Tais dados subsidiaram o entendimento da interação das formas de relevo com as ações provocadas pelo uso agrícola na área estudada, servindo como exemplo da dinâmica antropogênica existente na região.

Dessa forma, os objetivos específicos traçados foram: compreender e caracterizar as formas estruturais e esculturais do relevo; analisar os aspectos morfométricos do setor; identificar e caracterizar as ações antrópicas existentes.

As cartas morfométricas e geomorfológicas desenvolvidas serviram para compreender as mudanças no relevo estudado, de modo a considerar seus atributos naturais e de uso da terra, subsídio que permitiu uma melhor interpretação do relevo. Assim, foi desenvolvido um material cartográfico que permitiu compreender a ocorrência e evolução dos processos erosivos, o qual poderá subsidiar ações de planejamento quanto ao uso da terra.

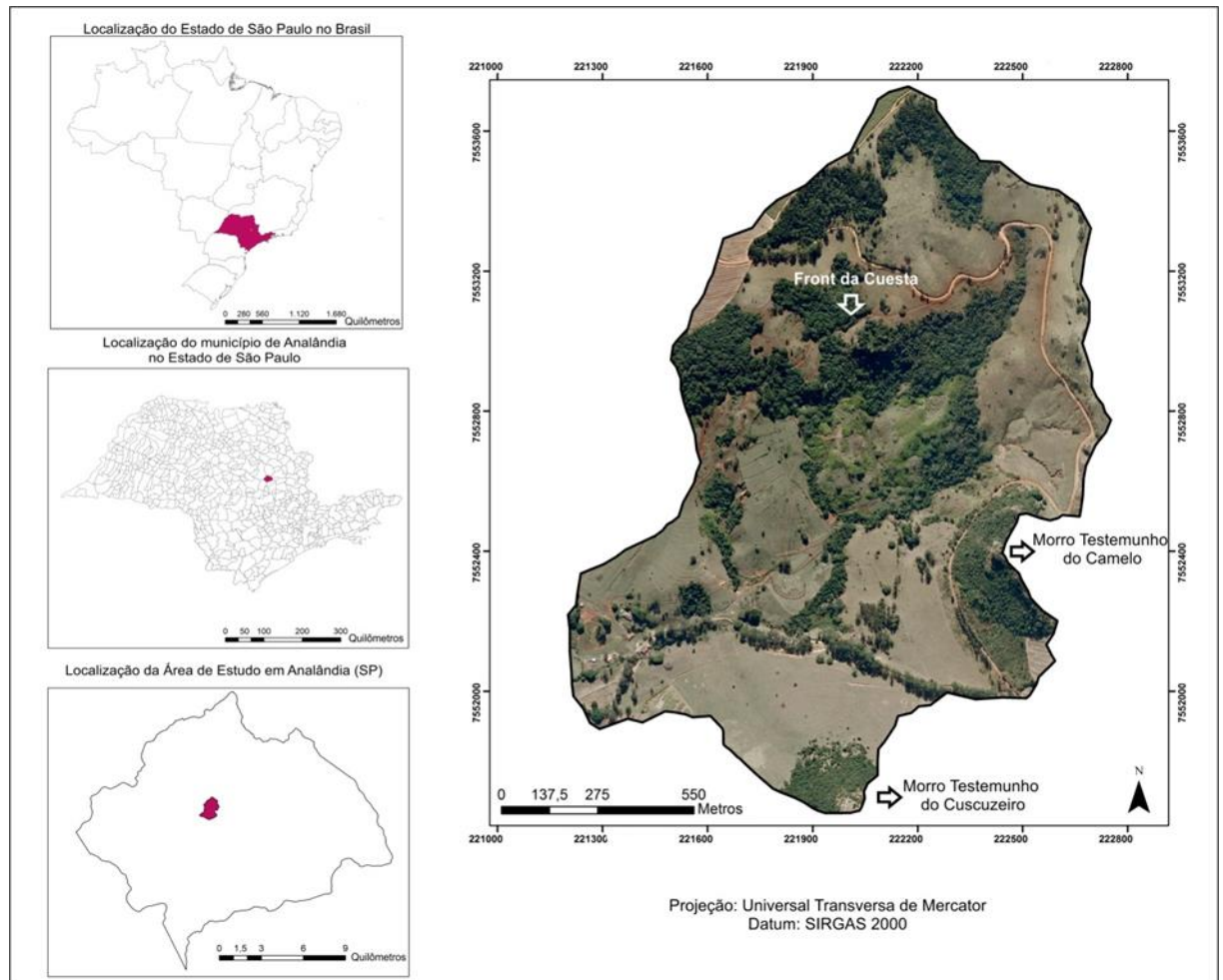
2 – Localização e Caracterização da área de estudo

A área avaliada na pesquisa está situada no setor cuestiforme do município de Analândia (SP), na porção conhecida por Serra do Cuscuzeiro, segundo Christofolletti e Queiroz Neto (1961), na alta bacia do córrego Santa Terezinha, afluente do rio Corumbataí. Segundo Stefanuto e Lupinaci (2016), a área em questão apresenta um ambiente de complexo arranjo geomorfológico por compreender topografia acidentada e relevo de alta fragilidade. Por se tratar de uma área de expansão de pastagens e plantio de cana-de-açúcar, segundo Pinton (2011), compreende um relevo marcado por intensa alteração, contendo feições erosivas como ravinas e voçorocas em estágio elevado de alteração.

A alta bacia do córrego Santa Terezinha, um afluente do Rio Corumbataí, situa-se entre as coordenadas 22° 5'S e 22° 7'S e 47°41' e 47°42'W (Figura 1), na porção central da Serra do Cuscuzeiro, que se encontra na faixa de transição da Depressão Periférica Paulista com o Planalto Ocidental, no município de Analândia (SP).

A área de estudo está inserida em um setor de *cuestas* o qual se estende continuamente de Franca (SP) a Ourinhos (SP) com o rumo NE-SW. Segundo Almeida (1949, 1974), trata-se de uma morfologia acidentada, cortada pelos principais rios existentes no estado (Tietê, Paranapanema, Grande, Pardo e Mogi-Guaçu), tornando o relevo de grande complexidade.

Figura 1 - Localização da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.



Fonte: Stefanuto (2019)

A área de pesquisa está compreendida na porção leste da Bacia Sedimentar do Paraná, que, segundo Casseti (2001), é classificada como a segunda maior bacia sedimentar brasileira, com uma espessura de aproximadamente 4 mil metros. A zona de contato da Depressão Periférica Paulista e o relevo cuestiforme ocorre sobre essa Bacia, sendo a Depressão uma superfície aplainada devido a ação erosiva e com sinais de pediplanação parcial, identificada por Aziz Ab'Saber em 1954, a qual tem como delimitação a leste o Planalto Atlântico e a oeste as *cuestas* de formação basáltica. O relevo cuestiforme posiciona-se na borda dos derrames basálticos de São Paulo, se apresentando com um terreno elevado e com *cuestas* festonadas, tendo a leste a área de circundenação paulista e a oeste o Planalto Ocidental (ALMEIDA, 1974).

A Depressão Periférica Paulista é dividida em três grandes áreas, segundo Almeida (1974), sendo estas a zona do médio Tietê, do Paranapanema e do Mogi-Guaçu.

A zona do Médio Tietê, onde se encontra a alta bacia do córrego Santa Terezinha, tem como característica uma topografia pouco movimentada, caracterizado por desníveis máximos de 200 metros (ALMEIDA, 1974) e declividades entre 5% e 10% (IPT, 1997). O relevo em questão apresenta uma dissecação classificada como média, apresentando vales entalhados e densidade de drenagem de média a alta. Ainda, na avaliação do IPT (1987), esta área apresenta alta susceptibilidade a ações erosivas devido as formações existentes em grandes áreas dissecadas a leste, sendo essas as formações Botucatu e Piramboia. A Zona do Médio Tietê abrange áreas que contém os relevos *cuestiformes*, os quais se devem as camadas mais resistentes que criam um destaque topográfico nesse setor (IPT, 1981a). Nesta área, as camadas de litologia mais resistentes são, em grande parte, decorrentes dos derrames basálticos que formam uma espécie de carapaça que sofre menor degradação pelos agentes erosivos, além de agregarem ao *front* da *cuesta* um formato festonado.

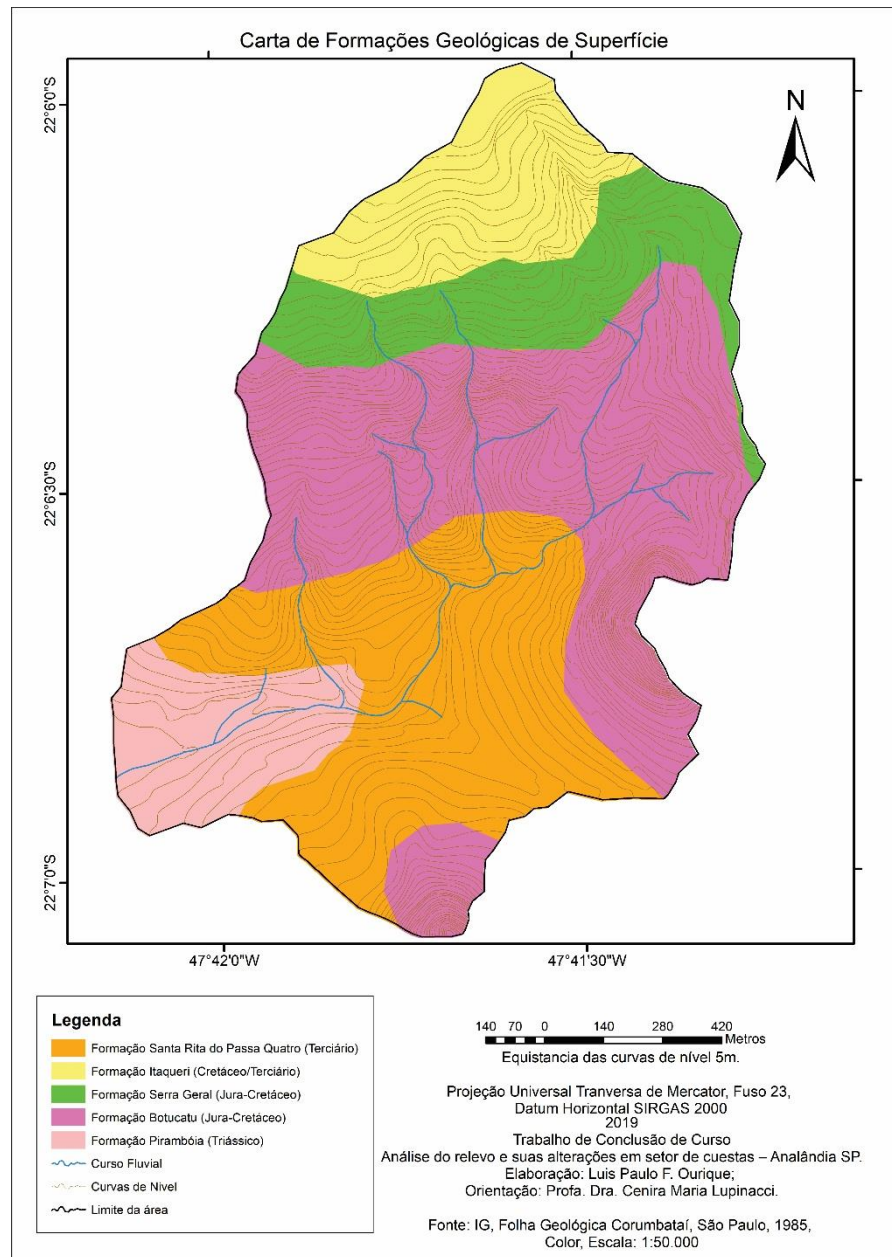
O relevo da Zona do Médio Tietê tem como característica as drenagens obsequentes, que escoam do *front* da *cuesta* para a Depressão Periférica Paulista, dissecando os *fronts* e atribuindo-lhes formas características desse relevo, que incluem os morros testemunhos.

Segundo o Instituto Geológico (1984), a área de estudos está localizada sobre as formações Itaqueri e Santa Rita do Passa Quatro, possuindo também afloramentos de depósitos do Mesozoico do Grupo São Bento, que compreende as formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral. Segundo mapeamento realizado por Facincani (2000), identifica-se nesse setor áreas com grande quantidade de Sedimentos Continentais Quaternários de origem colúvio-aluvial, formando planícies e baixos terraços fluviais, rampas de colinas amplas e rampas de terraços elevados.

A Formação Itaqueri, denominada assim por Almeida e Barbosa (1953), constitui-se em uma formação sedimentar pós-basáltica, contendo arenitos com cimentação argilosa, carapaças ferruginosas, folhelhos e conglomerados. Ricomini (1997) afirma que a Formação Itaqueri foi submetida a processos de tectonismo deformador, principalmente de falhas e juntas. Segundo Ranzini et. al. (1972), existe nessa formação área de encouraçamento relativo à antiga superfície de pediplanação Pós Bauru. As características físico-químicas dos materiais constituintes dessa formação levam a suposição da existência de condições climáticas típicas de savana, com uma

estação seca, o que é verificado pela falta de água no solo. Esta formação está compreendida no reverso da *cuesta* da área de estudos em questão (figura 2).

Figura 2: Formações Geológicas de Superfície.



Fonte: IG (1985).

Quanto a Formação Santa Rita do Passa Quatro, esta tem sua origem atrelada a depósitos cenozoicos, sendo essas coberturas superficiais correspondentes aos depósitos colúvio-eluviais areno-argilosos propostos por Melo (1995). Tal formação é constituída de sedimentos de areias finas, dominados por quartzo. De acordo com Massoli (1981), em decorrência da alta porcentagem de areia, esta formação contém solos porosos e permeáveis, os quais facilitam o

surgimento de erosões lineares, colaborando com a alta ocorrência de voçorocas na região estudada. Na base dessa unidade, segundo Facincani (2000), ocorre uma linha de seixos e cascalheiras basais constituídas de quartzo de idade terciária, sendo essa topograficamente mais elevada que a Formação Piraçununga e correlacionada com a Formação Rio Claro.

Segundo Florence e Pacheco (1927, *apud* IPT, 1981), o arenito Botucatu, que está contido na Carta Geológica do Estado de São Paulo, é subdividido em duas unidades, a Botucatu e a Pirambóia. Para Washburne (1930), o arenito Botucatu é constituído de um pacote superior de arenitos eólicos, enquanto o arenito Pirambóia é o pacote inferior de arenitos aquosos.

Segundo o IPT (1981b), a Formação Pirambóia é datada do período Triássico Inferior e Jurássico Superior, apresentando sedimentos de origem fluvial decorrentes de rios meandantes e lagoas. Tal formação constitui-se de arenitos que passam pelas colorações esbranquiçadas a amareladas e rosadas a vermelhas, com granulometria muito fina, com camadas intercaladas de argilitos a siltos e raramente de areno-conglomerados (COTTAS et. al. 1986, CAETANO-CHANG et. al. 1991, CAETANO-CHANG et. al. 1997 *apud* FACINCANI, 2000). Dessa forma, tem-se uma formação que sofre facilmente ações erosivas lineares, por se tratar de um material pouco consolidado e arenítico.

Em relação à Formação Botucatu, esta tem sua idade estabelecida do Triássico-Médio Superior ao Cretáceo Inferior (IPT, 1981b). É formada por deposição em ambiente predominantemente desértico com intercalações de sedimentos fluviais e lacustres (SCHNEIDER, et. al. 1974), sendo essas deposições em grande parte de arenitos, os quais apresentam silicificação, em zonas de áreas altas do relevo, vinculada ao contato com as rochas eruptivas. Segundo Bósio (1973), as estruturas sedimentares mais comuns na Formação Botucatu, são a estratificação cruzada e acanalada, sendo que a constituinte mineralógica principal de tal formação é o quartzo arredondado, que em muitas vezes encontra-se envolto por uma película de óxido de ferro, agregando-lhe a coloração avermelhada.

A Formação Serra Geral compreende a sequência de derrames de origem basálticas intrusivas associadas a diques e soleiras, com camadas arenosas que a capeiam (WHITE, 1908 *apud* IPT, 1981a). Ainda, segundo Facincani (2000), a formação é constituída em grande parte por lavas basálticas de composição toleítica, com variação química e coloração cinza a preta, intercalando camadas de arenitos intertrapianos. A origem desta formação se iniciou ao término do período Jurássico e teve seu desenvolvimento durante o Cretáceo Inferior (FACINCANI,

2000). Ainda, de acordo com o IPT (1981b), o contato entre a Formação Botucatu com a Formação Serra Geral é constituída por interdigitação, tornando esses limites difíceis de serem estabelecidos.

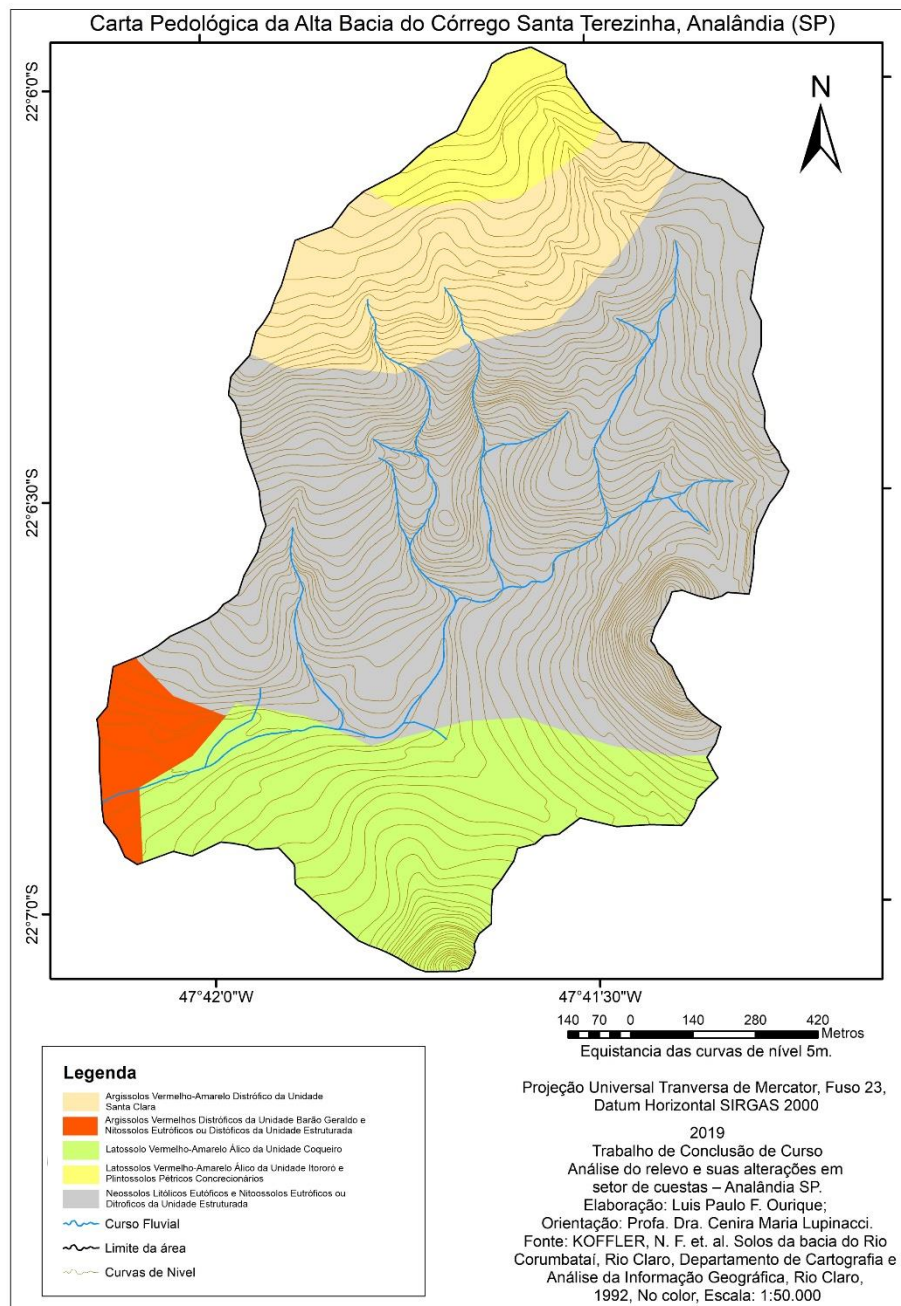
Em relação aos solos da área analisada, a Depressão Periférica é formada por processos pedogenéticos atuando sobre arenitos. Tais arenitos são responsáveis por atribuir uma textura arenosa ao solo desta região. Já na área de relevo *cuestiforme*, a ocorrência de arenitos e basaltos como rochas de origem dos solos, gera texturas argilosas ou argilo-arenosas.

Para caracterização dos solos locais, usou-se o mapeamento pedológico (Figura 3) realizado por Koffler (1992), levando em consideração as nomenclaturas atuais segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (2006).

Segundo Koffler (1992), o *front* da *cuesta* é constituído por Neossolos Litólicos Eutrófico e Nitossolos Eutrófico ou Distróficos da Unidade Estruturada. Alho et al. (2007), chamam atenção para o uso de áreas de Neossolos Litólicos, visto o baixo grau de intemperização e a vulnerabilidade ao desenvolvimento de processos erosivos. De acordo ainda com o IAC (2014), os Nitossolos possuem estrutura que favorece a ação de processos erosivos.

Já no setor de talus, Koffler (1992) constatou que o solo é formado por Latossolos Vermelho-Amarelo Álico da Unidade Coqueiro, Argissolos Vermelhos Distróficos da Unidade Barão Geraldo e Nitossolos Eutrófico ou Distróficos da Unidade Estruturada. O reverso da *cuesta*, segundo Koffler (1992), é constituído de Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos da Unidade Santa Clara, Latossolos Vermelho-Amarelo Álico da Unidade Itororó e Plintossolos Pétricos Concrecionários.

Figura 3: Carta Pedológica da área estudada.



Fonte: Koffler (1992).

Almeida-Scabbia (2001) destacam que existe uma intrínseca ligação dos tipos de solos existentes nas *cuestas* basálticas de Analândia com a vegetação que se desenvolve na região. Segundo Troppmair (1975), os solos que constituem esse setor de *cuestas*, são solos com baixa fertilidade e propícios a sustentação de vegetação do tipo campos sujos e cerrado. As áreas de cerrado vêm sendo substituídas por áreas agrícolas e de pastagem. Há também a presença de

matas galerias e de encostas, de ocorrência das áreas próximas aos rios e das áreas de declividade alta.

Tal localidade tem um regime climático bem característico com invernos secos e verões úmidos, com temperaturas que variam dependendo da localidade, pois há uma diferença de altitude das áreas do *front* para as áreas abaixo do *talus*, sendo essa diferença sentida nos períodos da manhã e da noite, tendo, segundo Brino (1973), os dias média de temperatura de 28°C.

Em relação ao uso da terra, a área tem predomínio de pastagens e ainda, segundo registro de Pinton (2011), apresenta sinais de chegada intensiva da monocultura canavieira. Portanto, após o exposto, analisa-se que as altas taxas pluviométricas, possibilitam a existência de inúmeros canais fluviais que apresentam um processo morfogenético intenso na área estudada. Os canais fluviais atuam, em grande parte, no *front cuestiforme* que contém intensa energia de fluxo agregado. Essa energia é propiciada também pela alta infiltração e recarga dos lençóis freáticos vinculada a Formação Itaqueri. A ação dos canais fluviais é amenizada em decorrência da cobertura arbórea existente, mas parte dessa vegetação tem sido alterada ou transformada pelo uso e ocupação da terra na região em questão.

3 - Materiais, Métodos e Técnicas

Os mapeamentos foram elaborados no software de SIG ArcGis, na escala de 1:10.000 e georreferenciados no sistema de coordenadas UTM, Datum SIRGAS 2000 UTM, fuso 23S, adotando-se como referência base cartográfica fornecida pela Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo, do ano de 1979, folha SF-23-Y-A-I-2-NO-E.

Os mapeamentos foram gerados a partir de levantamentos fotogramétricos de 2 conjunturas diferentes, referentes aos anos de 1988 e 2010. As características do material de sensoriamento remoto utilizado são as seguintes: 1988, fotografias aéreas em escala aproximada de 1:40.000, adquiridas gratuitamente junto ao acervo técnico de fotografias aéreas do DEPLAN/IGCE; e 2010, ortofotos digitais, em escala aproximada de 1:25.000, adquiridas de forma gratuita junto a Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA). As imagens em escalas diferentes foram equacionadas para a escala condizente com a fonte de maior detalhe, que é 1:10.000.

3.1 - Carta de Dissecação Vertical

Na realização da carta de dissecação vertical foi usada como base a metodologia de Spiridonov (1981), adaptada por Mauro et al (1991) para o Brasil, utilizando-se os limites das bacias hidrográficas como unidade espacial de análise. De início, são delimitadas as bacias e sub-bacias de drenagem, utilizando a base topográfica da área estudada; em seguida, todos os pontos nos quais as curvas de nível cortam o canal fluvial foram marcados. A seguir, a partir dos pontos, foram traçados segmentos de reta sobre as linhas de maior declividade que se prolongam até o divisor de água. Então, encontra-se a menor distância do ponto do canal de drenagem interceptado pela curva de nível até o divisor de água; assim as faixas de análise são criadas e torna-se possível identificar as classes de dissecação vertical.

Nessa pesquisa foi utilizada uma técnica automatizada para elaboração da carta de dissecação vertical, desenvolvida por Ferreira et al (2015), com base na metodologia de Spiridonov (1981), adaptada por Mauro et al (1991). Para isso usou-se o software ArcGIS 10.2. Esta técnica visa a utilização do software para gerar polígonos que representam a dissecação vertical. Os polígonos são delimitados a partir da curva de nível, canal de drenagem e linhas de maior declive, como definidas tradicionalmente por Spiridonov (1981).

Para elaboração da carta de dissecação vertical foram necessários, primeiramente, inserir no SIG os seguintes arquivos vetoriais (shapefiles): limites das sub-bacias da área de

estudos; canal fluvial; curvas de nível com respectivos valores altimétricos e limite da área de estudo. A seguir, como procedimento preparatório para a realização da carta de dissecação vertical, foi necessário a criação de um banco de dados com as referidas camadas. No menu *Catalog*, na pasta criada para a realização da dissecação foi criado um banco de dados denominado “Dissecação Vertical”; nesse banco foram inseridos os arquivos necessários para elaboração dessa carta.

Em seguida os arquivos foram abertos na *Table of contents*. Com base nesses arquivos, elaborou-se um Modelo de Elevação do Terreno (MDE) a partir de um arquivo TIN. Vale salientar, que a partir do MDE, foi necessário criar um *buffer*, com valor de 100 metros, no limite da área de estudos de modo a minimizar os erros; tal procedimento foi elaborado da seguinte forma, no *Toolbox: Analysis Tools – Proximity - Buffer*. A partir disso cria-se o TIN, seguindo os seguintes passos: *3D Analyst Tools – Data Management – TIN – Create TIN*, em seguida, foi necessário adequar o TIN para a escala de 1:10.000, ajustando os valores das classes de acordo com a equidistância de 5 em 5 metros.

Após esse procedimento, é necessário converter o TIN para Raster, seguindo-se os passos: *Toolbox: 3D Analyst Tools – Conversion – TIN to Raster*, sendo novamente necessário o ajuste dos valores. Para finalizar, foi necessário baixar um arquivo que contém a ferramenta de dissecação vertical, e então prosseguir para o *Toolbox: Dissecação Vertical.tbx – Auxiliar – Dissecação Vertical*, ferramenta desenvolvida por Ferreira et al (2015). Com essa ferramenta ativada, inseriram-se os arquivos de drenagem, sub-bacias, curvas de nível e o MDE; dessa forma obteve-se a carta de Dissecação Vertical. Para finalizar a carta, ajustaram-se as classes levando em consideração o conceito de rosa cromática para classificar cada classe com sua respectiva cor, obtendo-se a carta de Dissecação Vertical.

3.2 - Carta de Dissecação Horizontal

Para elaborar o mapa de dissecação horizontal foi utilizada como base a metodologia desenvolvida por Spiridonov (1981), adaptada por Mauro et al (1991) para o Brasil, propondo a delimitação das bacias e sub-bacias de drenagem, a partir da base topográfica da área estudada. Em seguida às delimitações, foram traçadas as linhas de caimento das encostas e nessas foram separadas distintas seções com início nos talvegues. Quando se realiza o procedimento de mapeamento manualmente, utiliza-se um ábaco, deslocando-o entre o talvegue e os divisores de água, a partir do qual se identifica e delimitam-se as classes de dissecação horizontal. As áreas são classificadas de acordo com a distância medida entre as projeções ortogonais do

divisor de água e do fundo de vale em um plano horizontal. Então as faixas obtidas representam as classes de dissecação horizontal, cuja coloração será de acordo com a seguinte regra: quanto maior a distância entre o divisor e o talvegue, menor a dissecação horizontal.

Nessa pesquisa foi utilizada uma técnica automatizada para elaboração da carta de dissecação horizontal, proposta por Ferreira et al (2015), com base na metodologia de Spiridonov (1981), adaptada por Mauro et al (1991). Para isso usou-se o software ArcGIS 10.2. Depois de obtidos os dados automáticos, os polígonos gerados foram revisados e alterados para correção de erros decorrentes do processamento, para assim se obter a dissecação horizontal.

Para a elaboração da carta de dissecação horizontal foram necessários, primeiramente, inserir as seguintes camadas: limites das sub-bacias da área de estudos; canal fluvial; curvas de nível com respectivos valores altimétricos e limite da área de estudo. A seguir, como procedimento preparatório da realização da carta de dissecação horizontal, foi necessária a criação de um banco de dados com os *shape's* citados acima. No menu *Catalog*, na pasta criada para elaboração da dissecação foi criado um banco de dados denominado “Dissecação Horizontal” e nesse foram inseridos os arquivos. Em seguida os arquivos devem ser abertos na *Table of contents*. Assim foram usados o MDE e o TIN criados para a dissecação vertical. Após gerada a Dissecação Horizontal, os erros decorrentes do processamento foram alterados manualmente. Assim, para finalizar a carta, ajustaram-se as classes levando em consideração as cores propostas pela rosa cromática.

3.3 – Carta de Energia do Relevo

A energia do relevo busca avaliar o potencial do relevo para o desencadeamento de processos morfogenéticos, ou seja, os locais com maior acúmulo de energia, segundo Machado e Cunha (2012). Para elaboração da carta de energia do relevo, utilizou-se a proposta de Mendes (1993), na qual são unidas as cartas de dissecação vertical, dissecação horizontal e declividade, obtendo-se a identificação das áreas de maior acúmulo de energia.

Para esta pesquisa foi usada a técnica automatizada de elaboração de cartas de energia do relevo desenvolvida por Zanatta e Ferreira (2015), com o uso do software ArcGIS 10.2. A seguir, apresentam-se os passos utilizados para geração da carta de energia do relevo em meio digital.

Primeiramente foi necessária a obtenção dos dados de declividade do terreno (STEFANUTO, 2019) já separados em classes, dados de dissecação horizontal, dados de

dissecação vertical e tabela com as classes de energia do relevo. Com esses arquivos prontos, foi necessário inserir os *shape's* no *table of contest* para assim unir os dados das cartas em uma única tabela de atributos; para isso utilizou-se o *geoprocessing – Intersect*. Com a união das tabelas de atributos, foi necessária a classificação das classes de energia do relevo levando em consideração as classes da dissecação vertical, horizontal e de declividade. Para isso no *Table of Contest*, no *shape* gerado pela ferramenta *Intersect*, abriu-se a *Attribute Table* do *shape* e em *Table Options* usou-se a ferramenta *Add Field* para adicionar uma nova coluna com o nome Energia. Após criar a coluna, abriu-se a ferramenta *Field Calculator*, e nesta ferramenta inseriu-se um código python que permitiu classificar a energia do relevo automaticamente a partir da combinação das classes da dissecação vertical, horizontal e declividade (Figura 4). A declividade foi definida como parâmetro mais relevante para a área pesquisada, pois a energia do relevo está diretamente relacionada com a declividade existente no relevo, visto que áreas com declive abrupto tem um escoamento superficial potencializado, atribuindo maior energia ao mesmo.

Assim, para finalizar a carta, ajustaram-se as classes levando em consideração o conceito de rosa cromática para classificar cada classe com sua respectiva cor.

Figura 4: Critérios estabelecidos para definir as classes de energia do relevo

Classes de Energia do Relevo	Declividade (%)	Combinação	Dissecação Horizontal (m)	Combinação	Dissecação Vertical (m)
Muito Forte	≥ 45	OU	≤ 10 m	-	-
Forte	30,1 ÷ 45%	OU	11 ÷ 20 m	OU	≥ 50 m
Mediamente Forte	12,1 ÷ 30%	OU	21 ÷ 40 m	OU	41 ÷ 50 m
Média	-	-	41 ÷ 80 m	-	-
	5,1 ÷ 12%	OU	81 ÷ 160 m	OU	21 ÷ 40 m
Fraca	2,1 ÷ 5%	OU	161 ÷ 320 m	OU	11 ÷ 20 m
Muito Fraca	$\leq 2\%$	OU	≥ 320 m	OU	≤ 10

Fonte: Elaborado pelo autor.

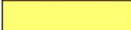
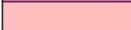
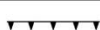
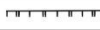
3.4 – Cartas Geomorfológicas

Para a elaboração das cartas geomorfológicas usou-se o conceito de cartas geomorfológicas de detalhe, as quais, segundo Tricart (1975), se definem como a descrição completa de todos elementos encontrados no relevo e modelado da área de estudo, tal como serras, planaltos, planícies e depressões, constituindo-se um documento altamente complexo, que contém uma quantidade massiva de informações. Ainda, segundo Tricart (1965), as cartas

geomorfológicas devem conter vários tipos de dados, principalmente dados morfométricos, informações morfográficas, dados morfogênicos e cronologia. Nessa pesquisa, os dados morfométricos foram executados na forma de três cartas distintas anteriormente citadas; assim, as informações morfográficas, morfogênicas e a cronologia das formações geológicas, além das feições estruturais, foram representadas nas cartas geomorfológicas.

A simbologia utilizada nos mapeamentos geomorfológicos se pautou principalmente na adaptação das propostas de Tricart (1965), CNRS (1971), Verstappen; Zuidan (1975), por meio da seleção de símbolos adequados à representação das feições existentes na área, com adequação da simbologia para uso em cartas de escala 1:10.000. Ainda foram utilizadas as propostas de Paschoal, Conceição e Cunha (2010) e a de Stefanuto (2016), para a elaboração das simbologias no software ArcGis, sendo essas subdivididas em linhas, pontos e áreas criadas em formato *shapefiles* no *ArcCatalog* do software citado. Algumas feições foram modificadas para representar de forma adequada a dimensão dos elementos geomorfológicos da área em questão.

Figura 5: Simbologias utilizadas.

Litologia	
	Formação Santa Rita do Passa Quatro
	Formação Itaqueri
	Formação Serra Geral
	Formação Botucatu
	Formação Pirambóia
Feições Estruturais	
	Patamar Estrutural
	Front da Cuesta
	Morro Residual
Feições Erosivas	
	Sulco Erosivo
	Ravinas
	Voçoroca
	Ruptura Topográfica Suave
	Ruptura Topográfica Abrupta
	Colo

Ações decorrentes do escoamento superficial e formas de origem fluvial		
Feições Hidrográficas		
	Canal Pluvial	
	Lago	
Modelado de Entalhe		
Fundo de Vale	Encaixado	
	Plano	
Topografia		
	Curvas de Nivel	
Mórfometria		
	Caimento Topográfico	
Formas das Vertentes		
	Vertente Convexa	
	Vertente Côncava	
Formas Antrópicas		
	Terraço Agrícola	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda, para realização do mapeamento geomorfológico foram utilizadas fotografias aéreas em escala 1:40.000 em formato anáglifo para o ano de 1988 e ortofotos digitais em escala 1:25.000 para o ano de 2010.

4 – Resultados e Discussões

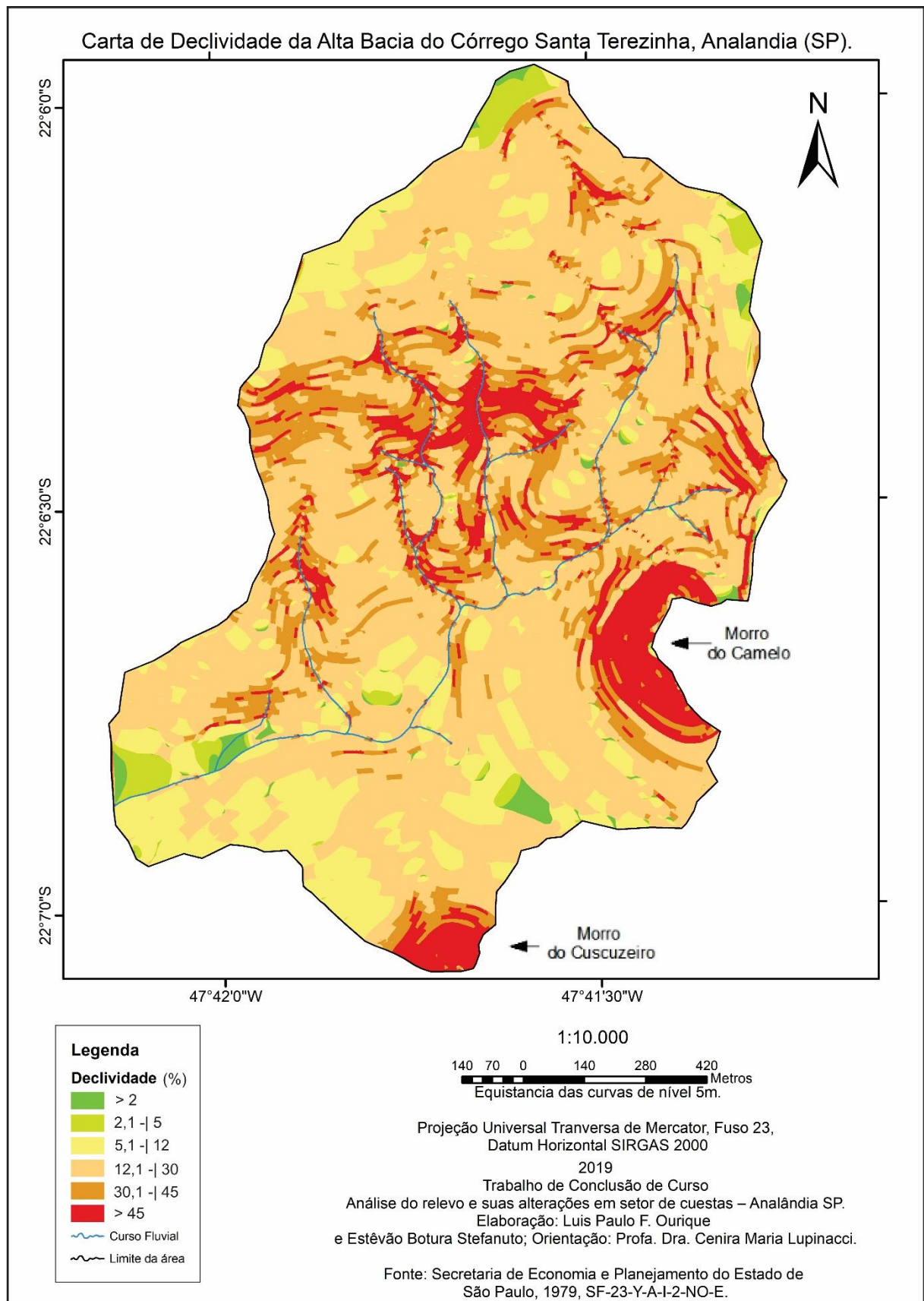
O setor de *cuestas*, onde a área de estudos está inserida, é caracterizado por ser uma área de transição entre a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental Paulista; sendo assim tal área apresenta-se como um degrau topográfico de discordância litológica intensa. O *front* da *cuesta* é formado por uma litologia basáltica arenítica, que define o mesmo, por se tratar de uma litologia mais resistente a erosão. A Serra do Cuscuzeiro é uma localidade onde se identifica intensa ação antrópica e por se tratar de um relevo, que segundo Stefanuto e Lupinacci (2016), de alta complexidade, tais ações acabam por dinamizar as feições e os processos existentes nesse setor.

Por ser uma área mais resistente, o *front* da *cuesta* é caracterizado por sua alta declividade, como é evidenciado na figura 6, na qual as áreas em vermelho e laranja escuro identificam o *front* e os morros residuais existentes na bacia. A variação de declividade reflete a grande variação das litologias, a qual se manifesta também na dissecação horizontal que demonstra os caminhos preferencias dos canais fluviais obsequentes existentes no *front*. A carta de dissecação horizontal (Figura 7) mostra um relevo com uma vasta rede de drenagem que ganha energia no *front* da *cuesta*, a qual tem uma litologia predominantemente basáltica e arenítica (formações Serra Geral, Itaqueri e Botucatu), e retira material das áreas abaixo do *front*, as quais tem características areníticas (formação Botucatu, Santa Rita do Passa Quatro e Pirambóia), fazendo com que a dinâmica erosiva existente no relevo seja intensa e complexa. As classes mais altas de dissecação horizontal, representadas nas cores vermelha e laranja, ocorrem nos interflúvios estreitos dos cursos fluviais, sendo que a litologia do *talus* e áreas abaixo dele, por terem características areníticas, sofrem com maior intensidade as ações erosivas fluviais.

A carta de dissecação vertical (figura 8), que mostra a altimetria do relevo em relação ao entalhamento realizado pelos canais fluviais, também evidencia a existência das grandes estruturas do relevo, sendo essas áreas com litologia mais resistente, dificultando a ação fluvial e pluvial. Dessa forma, regiões com baixa dissecação horizontal (áreas de coloração verde escuro e verde claro) são representadas na carta de dissecação vertical em classes mais altas (vermelho e laranja), pois se trata das grandes estruturas anteriormente citadas. Setores com altitude relativa baixa estão representados em tons de verde, e são associados a áreas de maior dissecação horizontal, estando frequentemente associados a litologia frágil.

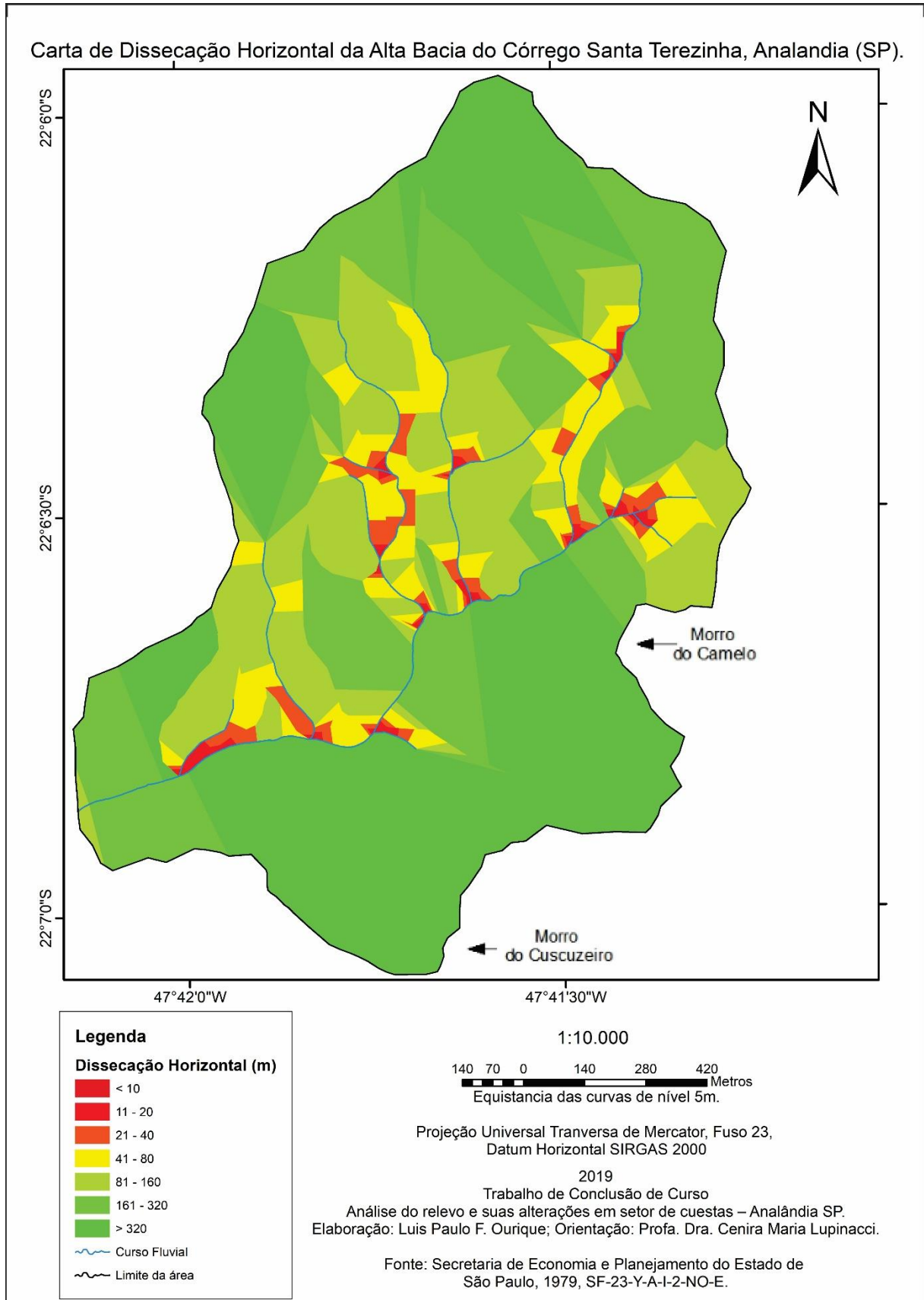
Tais áreas de baixa dissecação horizontal são marcadas por altos índices de declividade e dissecação vertical, fazendo com que as rampas criadas por essas características agreguem energia ao escoamento superficial. Na carta de energia do relevo (figura 9) esses setores são representados pelas cores vermelho escuro e vermelho que se vinculam as classes de maior energia, sendo essas áreas dominadas por litologias resistentes. Já em regiões de média a baixa energia do relevo (tons de amarelo a verde), são predominantemente formadas por litologias mais frágeis e associadas a setores de média dissecação horizontal.

Figura 6: Carta de Declividade da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP..



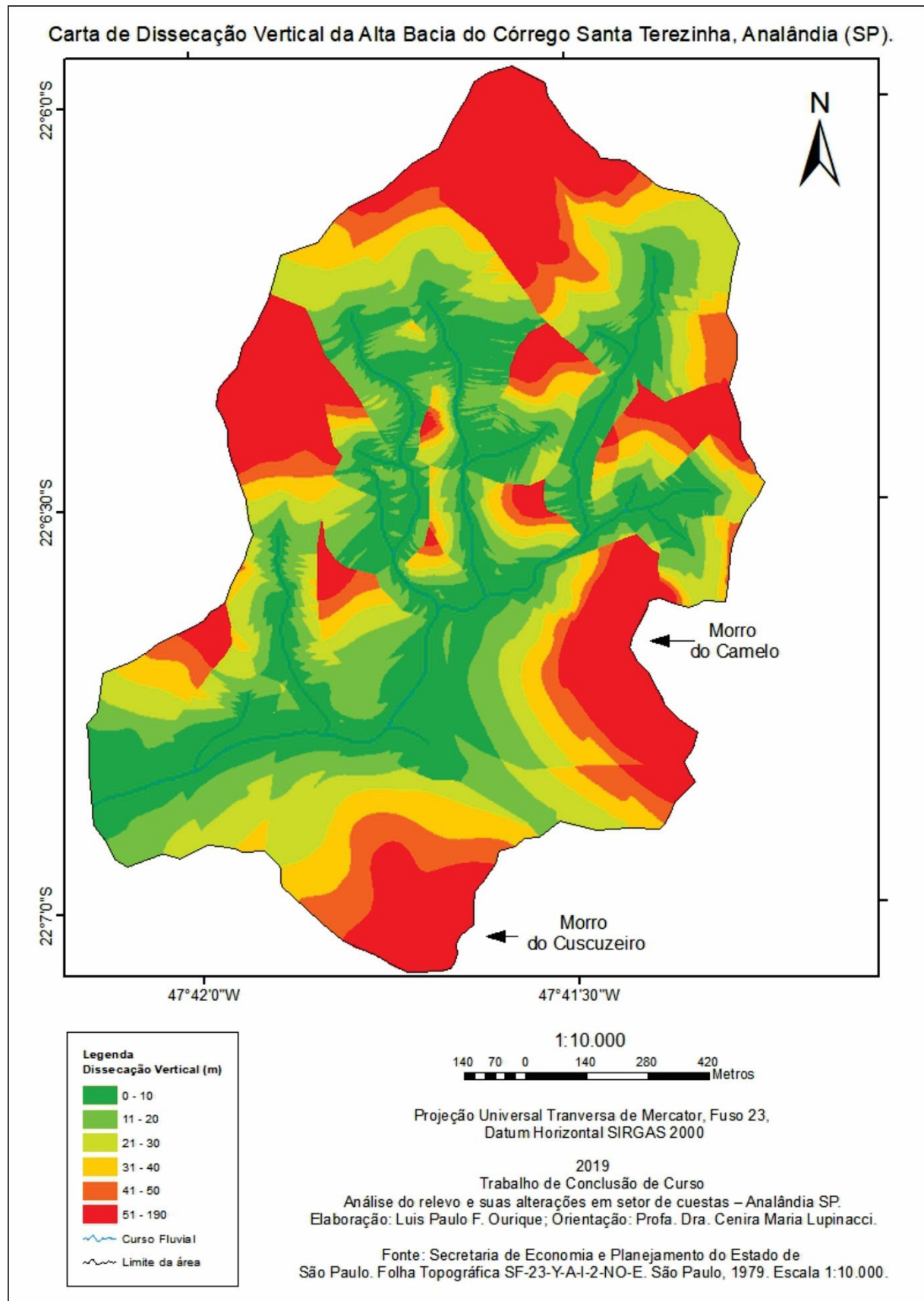
Fonte: STEFANUTO (2019).

Figura 7: Carta de Dissecação Horizontal da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP



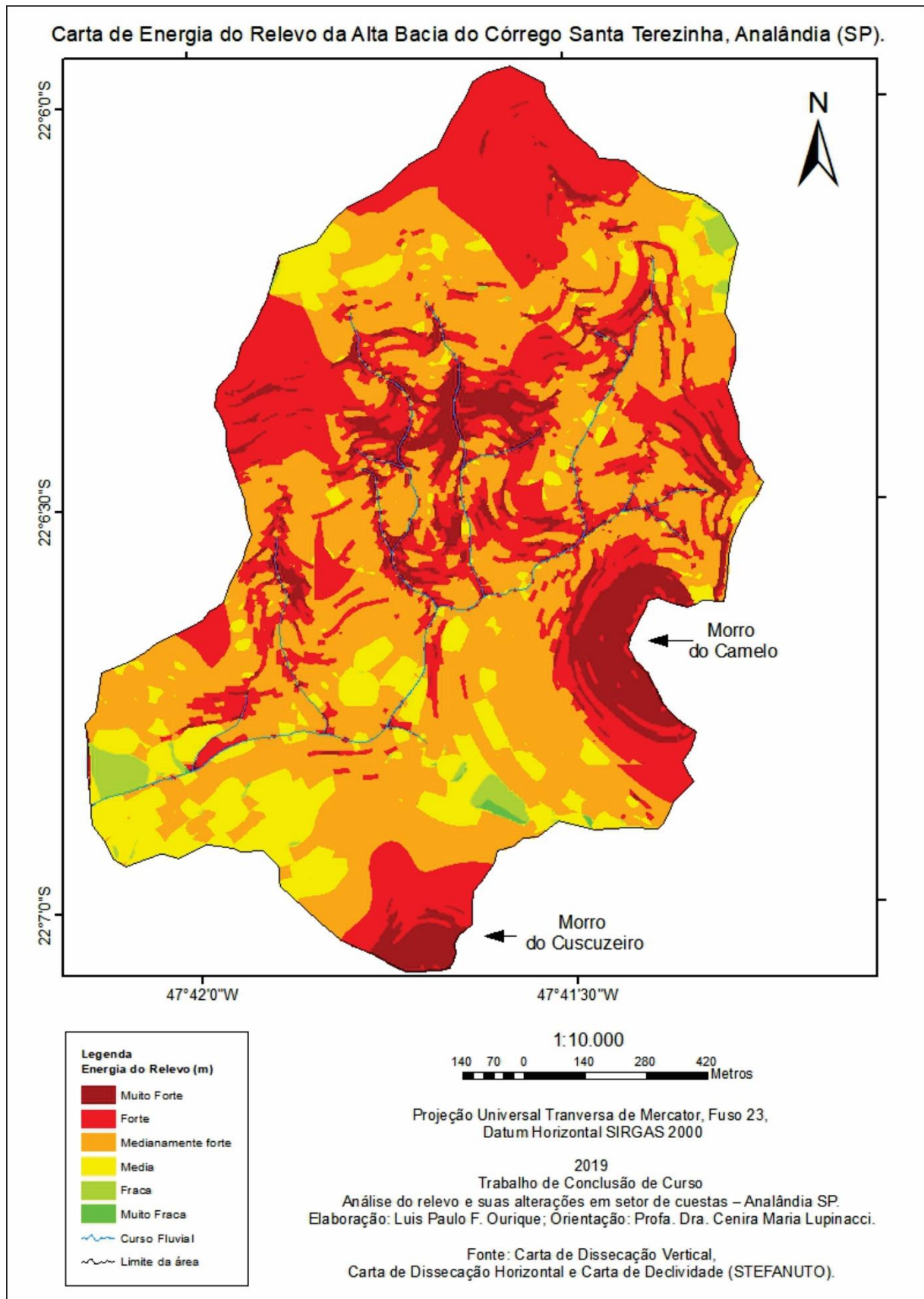
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8: Carta de Dissecação Vertical da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9: Carta de Energia do Relevo da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tais dados possibilitam identificar os fatores que resultam em um relevo com um arranjo geomorfológico complexo, pois a litologia e os solos contribuem para a intensa dinâmica erosiva. As formações areníticas (Botucatu, Pirambóia e Santa Rita do Passa Quatro) facilitam a retirada de materiais, dando origem a solos que têm sua formação atrelada a vulnerabilidade para o desenvolvimento de feições erosivas; ainda o setor do *talus* tem um solo com características areníticas, que com o manejo indevido de técnicas agrícolas tem a tendência a degradação.

Em função de tais características litológicas e pedológicas, a vasta rede de drenagem identificada no setor, está diretamente ligada a esculturação do relevo de *cuestas*, pois a retirada de material de áreas frágeis do *talus* provoca erosão por solapamento do *front cuestasiforme* de modo que apenas as áreas de litologia resistente conseguem persistir no relevo. Além disso, quando se tem fragilidades significativas devido a questões tectônicas, isolam-se setores que se constituem em morros residuais, como o do Cuscuzeiro (figura 10) e do Camelo (figura 11). O entorno desses foram esculpidos pelas ações fluviais e pluviais de modo que os morros se mantêm no relevo por um período maior, sofrendo em menor intensidade as ações exógenas.

Figura 10: Morro do Cuscuzeiro.



Fonte: Ourique, (2019)

Figura 11: Morro do Camelo.

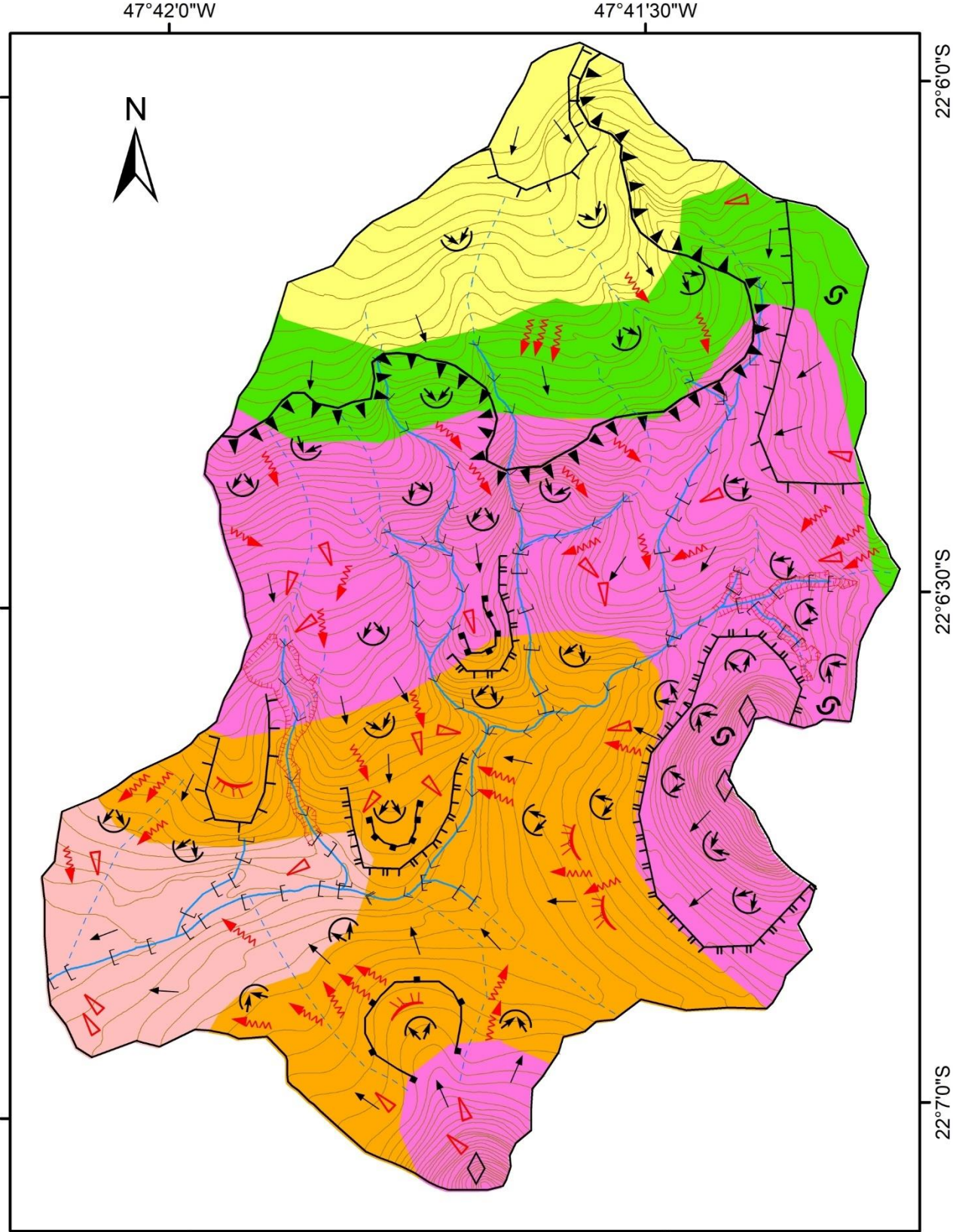


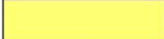
Fonte: Ourique, (2019)

As cartas geomorfológicas elaboradas nesta pesquisa (figuras 12 e 13), evidenciaram que as feições erosivas lineares tiveram um aumento no setor norte da área de estudo, assim como, abaixo do *front*, as feições já existentes evoluíram de forma acelerada, devido à falta de vegetação nativa, ao uso inadequado do solo e a frágil litologia e solos existentes. Pode-se notar que nos setores oeste, sudoeste e leste da área feições de sulcos erosivos se tornaram ravinamentos (figura 14); no setor norte os sulcos erosivos tiveram um aumento exponencial (figura 15), o que pode ter relação com o avanço do uso inadequado do solo e da retirada de vegetação natural. Também se nota que as alterações do relevo devido a ações antrópicas tiveram um aumento, pois se identifica um maior número de terraços agrícolas existentes nas áreas oeste e sudoeste e o surgimento de um lago artificial na região sudoeste, de modo que o canal fluvial foi completamente alterado, interferindo diretamente na evolução do relevo.

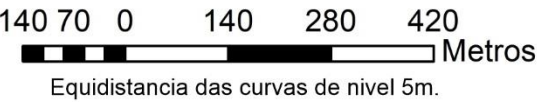
Figura 11: Carta Geomorfológica de 1988, da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.

Carta Geomorfológica do ano de 1988 da Alta Bacia do Córrego Santa Terezinha, Analândia (SP).



Litologia		
	Formação Santa Rita do Passa Quatro	
	Formação Itaqueri	
	Formação Serra Geral	
	Formação Botucatu	
	Formação Pirambóia	
Feições Estruturais		
	Patamar Estrutural	
	Front da Cuesta	
	Morro Residual	
Feições Erosivas		
	Sulco Erosivo	
	Ravinas	
	Voçoroca	
	Ruptura Topográfica Suave	
	Ruptura Topográfica Abrupta	
	Colo	

Ações decorrentes do escoamento superficial e formas de origem fluvial		
Feições Hidrográficas		
	Canal Pluvial	
	Lago	
Modelado de Entalhe		
Fundo de Vale	Encaixado	
	Plano	
Topografia		
	Curvas de Nivel	
Mórfometria		
	Caimento Topográfico	
Formas das Vertentes		
	Vertente Convexa	
	Vertente Côncava	
Formas Antrópicas		
	Terraço Agrícola	



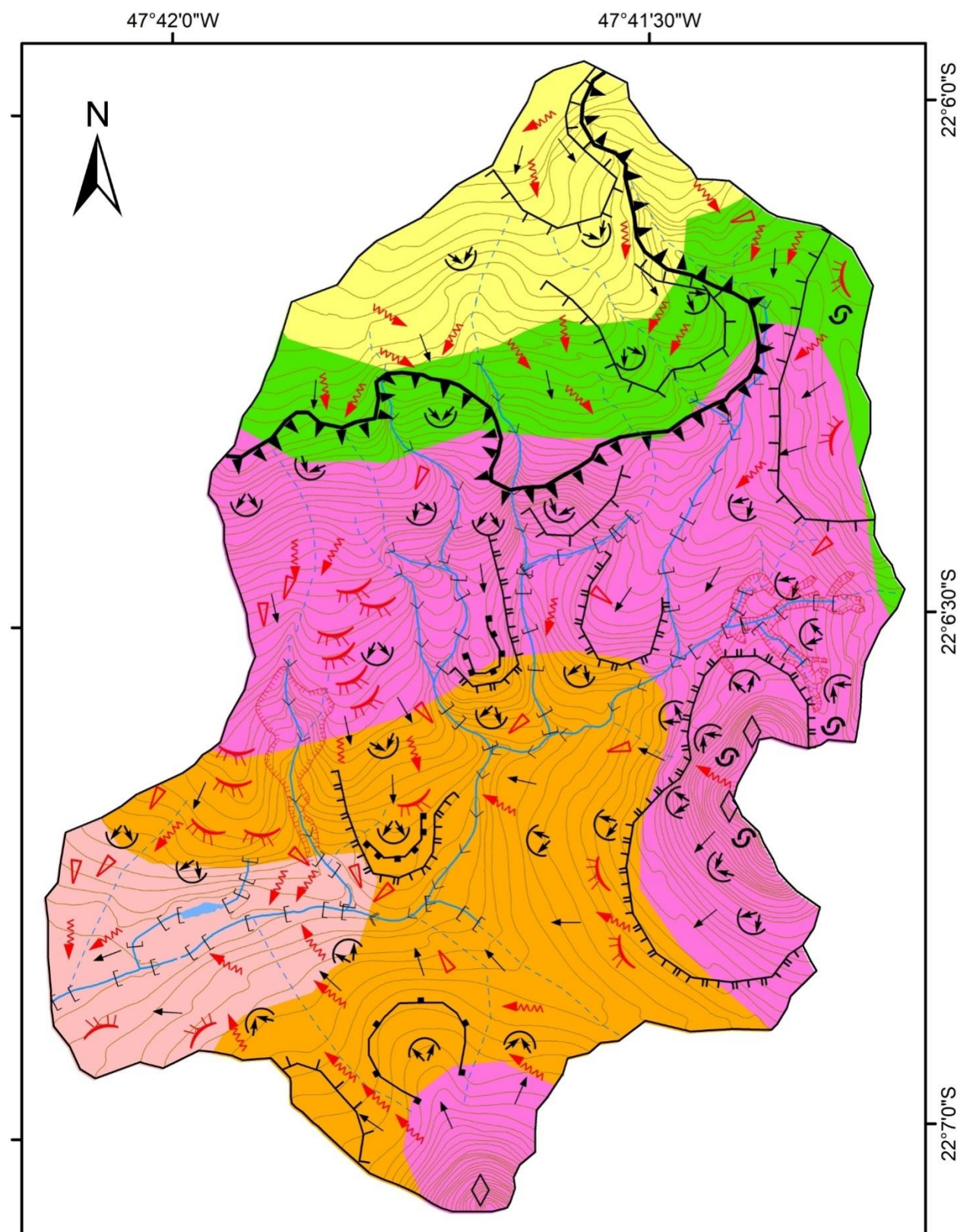
Projeção Universal Transversa de Mercator, Fuso 23,
Datum Horizontal SIRGAS 2000

2019
Trabalho de Conclusão de Curso
Análise do relevo e suas alterações em setor de cuestras - Analândia SP.
Elaboração: Luis Paulo F. Ourique; Orientação: Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci.

Fonte: Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de
São Paulo, 1979, SF-23-Y-A-I-2-NO-E; Fotografias aéreas ortorretificadas, 1:40.000, DEPLAN/IGCE.

Figura 12: Carta Geomorfológica de 2010, da alta bacia do córrego Santa Terezinha - SP.

Carta Geomorfológica do ano de 2010 da Alta Bacia do Córrego Santa Terezinha, Analândia (SP).



Legenda

Litologia	
	Formação Santa Rita do Passa Quatro
	Formação Itaqueri
	Formação Serra Geral
	Formação Botucatu
	Formação Pirambóia
Feições Estruturais	
	Patamar Estrutural
	Front da Cuesta
	Morro Residual
Feições Erosivas	
	Sulco Erosivo
	Ravinas
	Voçoroca
	Ruptura Topográfica Suave
	Ruptura Topográfica Abrupta
	Colo
Ações decorrentes do escoamento superficial e formas de origem fluvial	
Feições Hidrográficas	
	Canal Pluvial
	Lago
Modelado de Entalhe	
Fundo de Vale	Encaixado
	Plano
Topografia	
	Curvas de Nivel
Mórfometria	
	Caimento Topográfico
Formas das Vertentes	
	Vertente Convexa
	Vertente Côncava
Formas Antrópicas	
	Terraço Agrícola

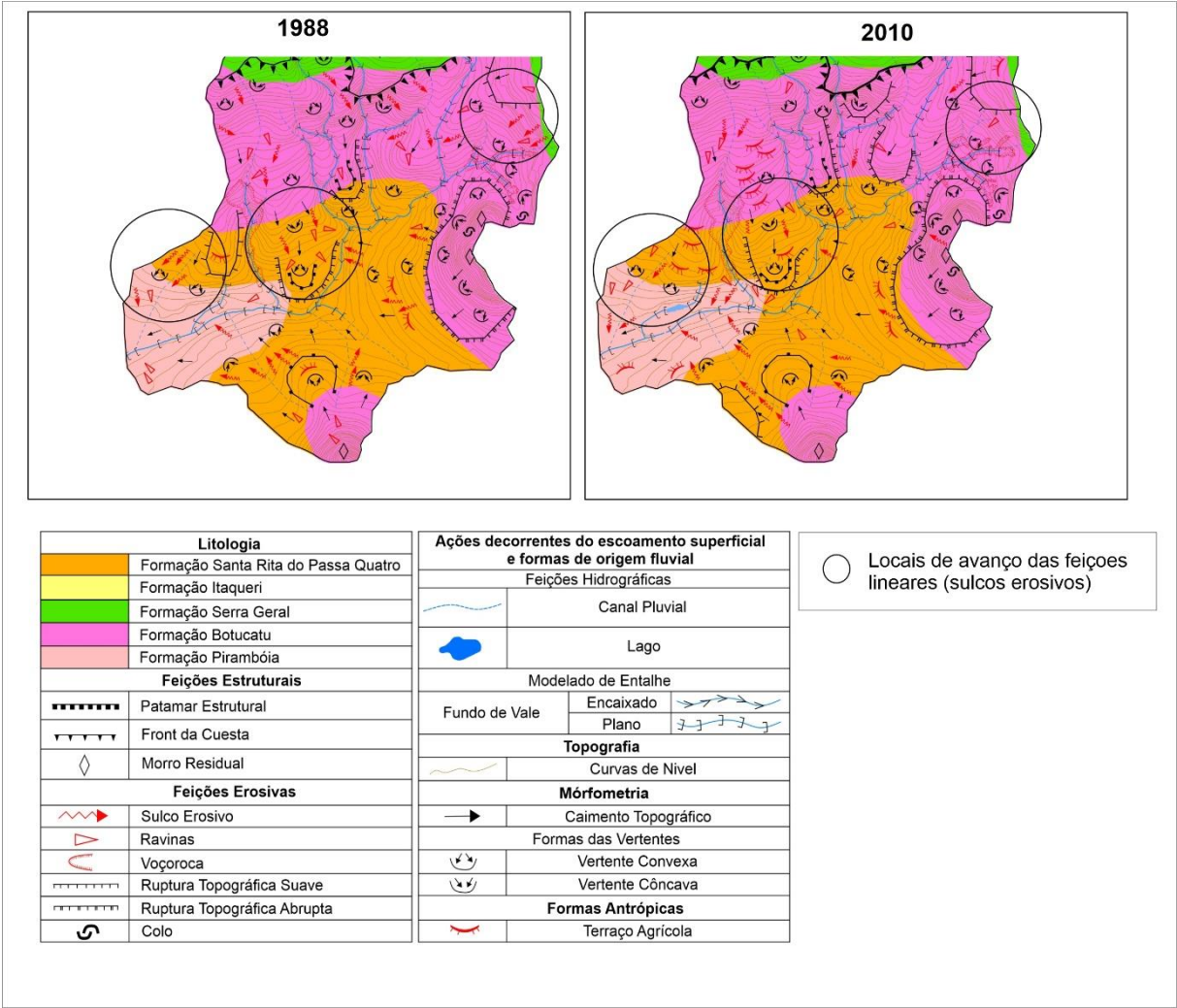
140 70 0 140 280 420
Metros
Equidistancia das curvas de nível 5m.

Projeção Universal Transversa de Mercator, Fuso 23,
Datum Horizontal SIRGAS 2000

2019
Trabalho de Conclusão de Curso
Análise do relevo e suas alterações em setor de cuevas - Analândia SP.
Elaboração: Luis Paulo F. Ourique; Orientação: Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci.

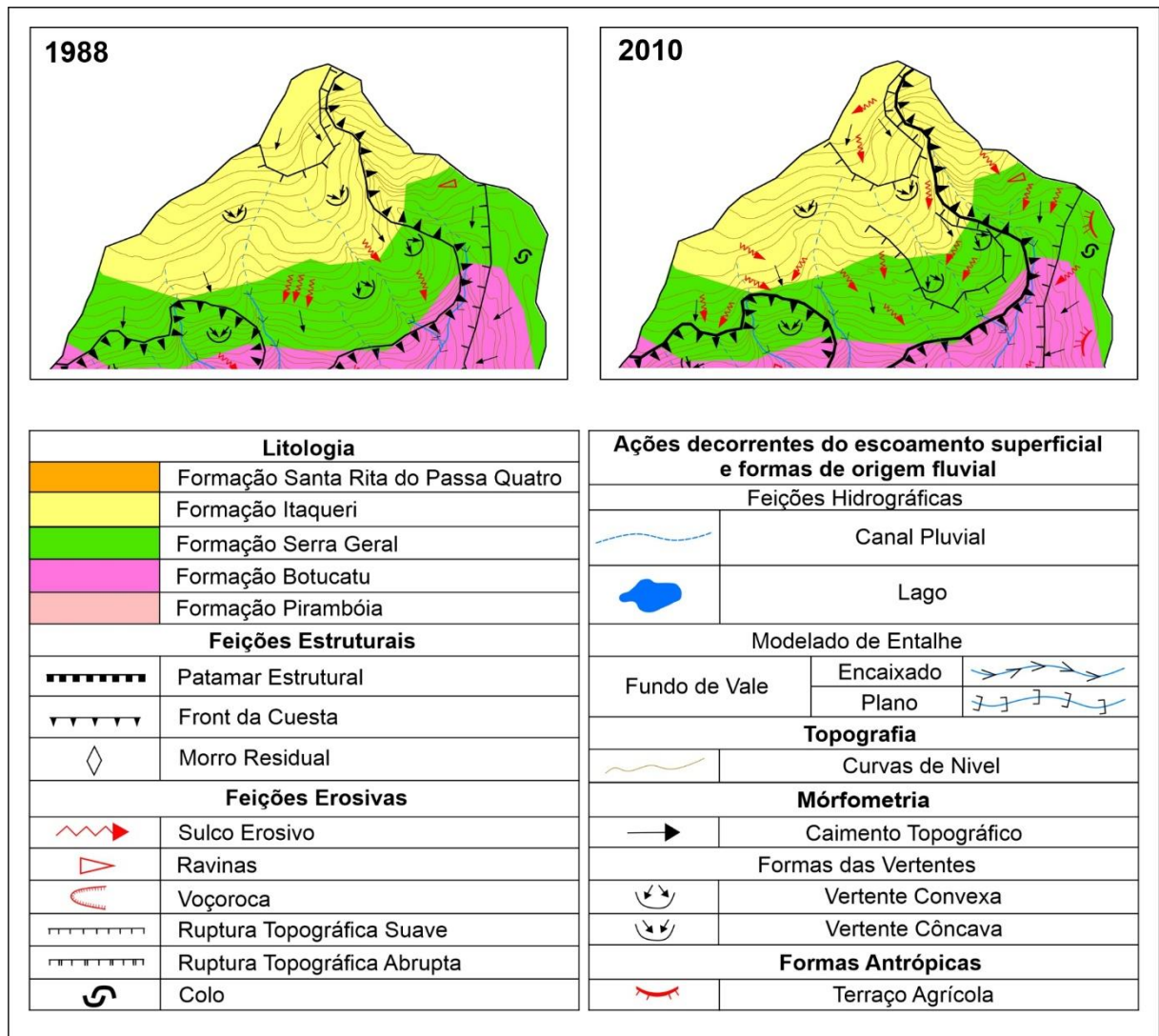
Fonte: Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de
São Paulo, 1979, SF-23-Y-A-I-2-NO-E; Empresa Paulista
de Planejamento Metropolitano (EMPLASA), levantamento
aéreo de 2010 em escala 1:25.000

Figura 14: Evolução dos sulcos erosivos para ravinamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

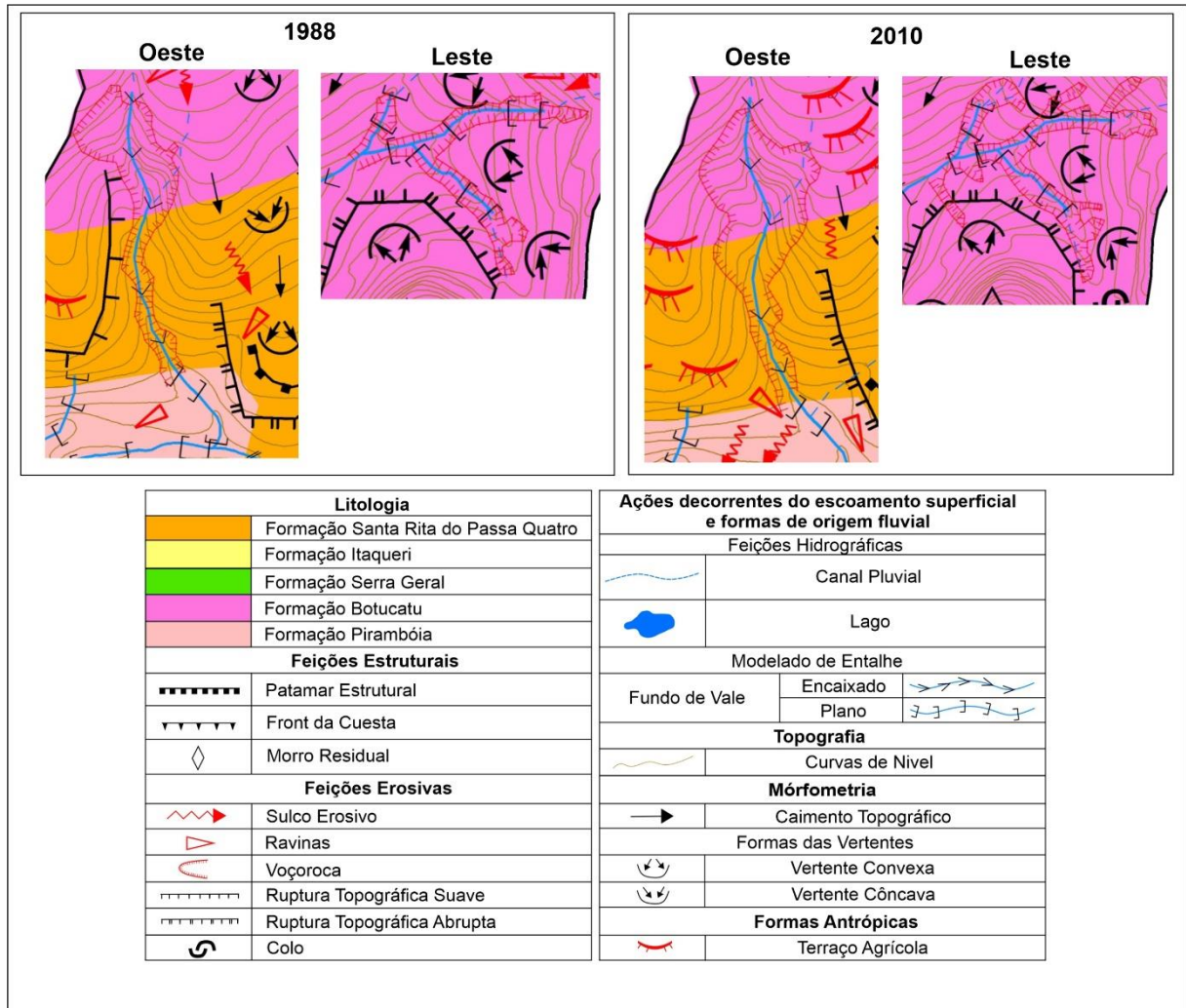
Figura 15: Alterações nos sulcos erosivos no setor norte.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro fato importante para a análise do relevo refere-se às feições do tipo voçoroca, que tiveram um aumento considerável em seu tamanho. Tal fato pode estar correlacionado com dados obtidos nas cartas de dissecação vertical e energia do relevo, de modo que constatou-se que as áreas de voçorocamento estão diretamente abaixo de rampas com grandes declividades e altimetria relativa elevada, demonstrada na dissecação vertical, assim como significativo potencial de acumulo de energia de escoamento apontado pela carta de energia do relevo. Dessa forma, correlacionando com o avanço das pastagens na região, fato constatado a partir da análise das fotografias aéreas utilizadas para o mapeamento geomorfológico, infere-se que a retirada de áreas de vegetação natural por ações antrópicas podem ter influenciado de forma direta no avanço rápido do tamanho dos voçorocamentos no período de 1988 e 2010, como podemos notar na figura 16.

Figura 16: Alterações das feições de voçorocamento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, os mapeamentos geomorfológicos (figuras 12 e 13) mostraram os avanços das feições erosivas lineares, os quais podem estar relacionados com o uso intensivo do solo para o pastoreio e atividades agrícolas, fazendo com que tais feições sejam dinamizadas no relevo e seus processos evolutivos se tornem mais rápidos.

Ainda, segundo dados obtidos com as cartas geomorfológicas, as rupturas topográficas existentes no relevo mostram áreas de transição entre diferentes litologias, principalmente entre as formações Botucatu, que possui características arenítico basálticas de maior resistência, e Santa Rita do Passa Quatro, que é classificada como arenítica e de baixa resistência; algumas rupturas estão em áreas situadas na formação Santa Rita do Passa Quatro, mas também se enquadram na discordância litológica existente na área em questão. A ruptura mais notória da área de estudos está situada ao redor do morro do camelo, uma área de alta discordância

litológica, por se tratar de um morro testemunho. As rupturas estão localizadas no entorno dos vales fluviais, o que mostra a interação das rupturas analisadas na ocorrência dos caminhos preferenciais da água e na formação dos cursos fluviais, os quais escavam as áreas de litologia menos resistentes.

Ainda, as vertentes do relevo analisado possuem, em sua maioria, formas convexas, ou seja, áreas com resistência maior e que dissipam o escoamento superficial em várias direções; as vertentes côncavas, que são minoria no relevo, evidenciam as áreas de menor resistência litológica e são responsáveis por acumularem o escoamento superficial e assim escavarem o relevo, criando as áreas de surgimento dos cursos pluviais, que tendem a evoluir para fluviais.

Já os fundos de vale são marcados por mudanças de um cenário ao outro, sendo que as áreas de deposição de material aumentaram no setor central da área de estudos, as quais passaram de fundos de vale em V para fundos planos demonstrando que a deposição aumentou.

Dessa forma, os mapeamentos geomorfológicos evidenciaram as áreas críticas para o avanço de feições lineares e permitiram identificar, correlacionando os mapeamentos com as cartas morfométricas, os setores com maior fragilidade e que requerem atenção, para possíveis planos de remediação e contenção dos processos erosivos.

5 – Considerações finais

Esta pesquisa buscou compreender o relevo e suas alterações, levando em consideração os mapeamentos obtidos e os dados do levantamento bibliográfico, podendo apontar hipóteses sobre a dinâmica geomorfológica da área.

Assim, foi possível constatar, com a carta de dissecação horizontal, a vasta drenagem existente que esculpe o *front* e que retira material das áreas dos *talus*, que tem litologia e solos frágeis, o que facilita a erosão das vertentes. Com a carta de dissecação vertical, foi possível definir as grandes estruturas, como o *front* e os morros testemunhos, assim como as áreas com maior resistência litológica que apresentam alta declividade e altimetria elevada que caracterizam diversas rampas existentes na área. A carta de energia do relevo mostra um grande potencial denudativo associado a áreas com alta declividade, altitude relativa elevada e que contam com uma litologia resistente, de modo que o escoamento superficial ganha velocidade e em conjunto com as ações antrópicas potencializam o desenvolvimento das feições erosivas.

Levando em consideração o exposto, as cartas geomorfológicas comprovam que as feições lineares locais tiveram um aumento considerável de 1988 a 2010, o que pode estar relacionado ao uso inadequado da terra na localidade, pois os mapeamentos geomorfológicos demonstram o aumento dos terraços agrícolas em localidades de litologia propícia ao desenvolvimento de feições lineares.

Com os dados geomorfológicos obtidos, pode-se notar um aumento no número de sulcos erosivos na região norte e sudoeste, como também a evolução de sulcos erosivos para ravinas nas áreas leste e oeste do setor estudado. Correlacionando com as cartas morfométricas, pode-se notar que as áreas com grandes rampas e energia acumulada no escoamento estão situadas acima de áreas de voçorocas. Assim pode-se concluir que o avanço intenso das feições de voçorocamento está atrelado as essas áreas com alta energia de escoamento, onde também as ações antrópicas podem ter contribuído na aceleração da erosão com a retirada de vegetação natural.

Dessa forma, os mapeamentos geomorfológicos possibilitaram identificar as áreas com maior propensão a evolução de feições erosivas relacionadas com atividades antrópicas e, correlacionando as cartas morfométricas, pode-se identificar as áreas mais frágeis, locais esses que requerem uma atenção especial para a ocupação e uso da terra.

6 – Referências Bibliográficas

AB' SABER, A. N. A Geomorfologia do Estado de São Paulo – Aspectos Geográficos da terra Bandeirante. Rio de Janeiro: IBGE – CNG, p.1-92, 1954.

ALHO, D. R. et al. Caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. v.2 n.2 p.117-122, 2007.

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1974.

ALMEIDA, F. F. M. Relevo de “Cuestas” na Bacia Sedimentar do Rio Paraná. Boletim Paulista de Geografia. v. 3, p. 21-33, 1949.

ALMEIDA, F. F. M.; BARBOSA, O. Geologia das quadriculas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. Boletim da Divisão da Geologia e Mineralogia. nº 143, p. 1-96, 1953.

ALMEIDA-SCABBIA, R. J. Análise da relação vegetação-solo em três cotas altitudinais na floresta estacional semidecidual ocorrente em cuesta basáltica (“Parque Rawitscher”, Fazenda Pedra Vermelha, município de Analândia - SP). 2001. 173 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2001.

BÓSIO, N. J. Geologia da Área de São Pedro. 125 f. Tese – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro, 1973.

BRINO, W. C. Contribuição à definição climática da Bacia do Corumbataí e adjacências (SP), dando ênfase à caracterização dos tipos de tempo. 1973. 119 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro, 1973.

CASANELLAS, J. P.; REGUERÍN, M. L. A.; LABURU, C. R. de. Edafología: para la agricultura y el medio ambiente. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003.

CASSETI, V. Elementos de Geomorfologia. Goiânia: Editora UFG, 2001.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. Physical Geography: a systems approach. London: Prentice Hall, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise de Sistemas em Geografia – Introdução. São Paulo: HUCITE, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. Resenha de: THOMAS Jr. (Ed.). Man's role in changing the face of the earth. Chicago: The University of Chicago Press, 1966. 1194p. Notícia Geomorfológica, Campinas, v. 7, n. 13/14, p. 66-67, 1967.

CHRISTOFOLETTI, A.; QUEIROZ NETO J. P. Estudos Geomorfológicos a respeito da Serra de Santana, SP. Boletim Paulista de Geografia. n. 38, p. 3-20, jun/1961.

CNRS. Legende pour la carte geomorphologique de la France au 1:50.000. Centre National de la Recherche Scientifique, 66 p. (Traduzido e adaptado para o espanhol por Seratt, et al, 1976). 1971.

CORTEZ, A. T. C. O lugar do homem na natureza. Revista do Departamento de Geografia – Usp, São Paulo, v. 22, n. 1, p.29-44, nov. 2011.

COSTA, G. C. Distribuição e abundância de pequenos mamíferos em relação à paisagem da bacia do rio Passa-Cinco, São Paulo, Brasil. 2006. 96f. Tese (Doutorado em Ecologia de Agrossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. A Cartografia do Relevo: Uma Análise Comparativa de Técnicas para a Gestão Ambiental. Revista Brasileira de Geomorfologia, Rio Claro, v. 1, n. 4, p.1-9, 01 set. 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Brasília, 2006.

FACINCANI, E. M. Morfotectônica da depressão periférica paulista e cuesta basáltica: regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba, SP. 2000. 222 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

FERREIRA, M. V. et al. A cartografia da dissecação vertical para avaliação do relevo: proposta de técnica automática. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, v. 6, n.67, p. 1231-1245, 2015.

FERREIRA, M. V. et al. A dissecação horizontal como parâmetro morfométrico para avaliação do relevo: proposta de técnica digital automática. Revista Brasileira de Geomorfologia. São Paulo, v.15, n.4, p.585-600, 2014.

GARCÍA-RUIZ, J .M. et al. A Meta-Analysis of Soil Erosion Rates Across the World. Geomorphology, 2015.

GOUDIE, A. Human influence in geomorphology. Geomorphology, v. 7, 1993.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Solos do Estado de São Paulo. 2014. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solossp/> Acesse em: 15 de Janeiro de 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo: Nota Explicativa. São Paulo: IPT, 1981a.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Mapa geológico do estado de São Paulo: Nota Explicativa. São Paulo: IPT, 1981b.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo: Nota Explicativa. São Paulo, 1997.

INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – IG. Formações Geológicas de Superfície. São Paulo, 1984.

KOFFLER, N. F. et. al. Solos da bacia do Rio Corumbataí. Rio Claro: Departamento de Cartografia e Análise da Informação Geográfica - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1992. Escala: 1:50.000.

MACHADO, A. C. P. ; CUNHA, C. M. L. A importância do mapeamento geomorfológico na identificação de áreas suscetíveis a denudação – um estudo do setor sudoeste da alta bacia do rio Itanhaém/SP. In. SIMPOSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, n. 9. 2012, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 2012. p 1-4.

MAFRA, N. M. C. Erosão e Planificação de Uso do Solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 301-322. Manual ITC Textbook, Netherlands: Enschede, 1975, v. 1, cap. 8.

MAFRA, N. M. C. Erosão e Planificação de Uso do Solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 301-322.

MASSOLI, M. Geologia do município de Santa Rita do Passa Quatro. Ver. IG. v. 2, n. 2, p. 35-45. 1981.

MATHIAS, D. T. Contribuição metodológica para o diagnóstico da dinâmica erosiva linear e seu prognóstico evolutivo visando subsidiar projetos de recuperação. 2016. 178 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

MAURO, C.A. et al. Contribuição ao planejamento ambiental de Cosmópolis – SP – BR. In: Encontro de Geógrafos de América Latina, 3, 1991. Toluca. Memórias... Toluca: UAEM, v.4, 1991. p.391-419.

MELO, M. S. A formação Rio Claro e depósitos associados: Sedimentação Neocenoica na Depressão Periférica. São Paulo. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. 144p. 1995.

MENDES, I.A. A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba – SP. 1993. 171f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

NIR, D. Man, a geomorphological agent. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L., 2010. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia. Anais... Recife, p:1-13. 2010.

PEREZ FILHO, A.; SOARES, P. R. B.; ESPÍNDOLA, C. R. Processos erosivos e reativação de canais de drenagem no planalto ocidental paulista. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 9, 2001, Recife. Anais... Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2001. v. 1. p. 84-85.

PINTON, L. de G. A antropogeomorfologia na bacia do córrego do cavalheiro – Analândia/SP: Uma avaliação da dinâmica do uso da terra e sua adequabilidade a legislação ambiental e a capacidade de uso. 2011. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual Paulista - Unesp, Rio Claro, 2011.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de Planejamento Urbano: exemplo da metrópole paulista. Revista do Departamento de Geografia, v. 17, p. 101–111, 2005.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento. 8 ed. São Paulo: Contexto, 2010.

SCHNEIDER, R. L. et. al. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA. 28. 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 1974, p. 41-65.

SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO, Folha Serra da Estrela (SF-23-Y-A-I-2-NO-E), São Paulo, 1979.

SPIRIDONOV, A. I. Principios de la Metodologia de las investigaciones de Campo y el Mapeo Geomorfológico. Havana: Universidad dI la Habana, 1981. Vol. 3, 650p.

STEFANUTO, E. B. Análise da dinâmica erosiva linear e sua conjectura evolutiva em ambiente agrícola. Relatório de Qualificação (mestrado em Geografia) – UNESP, Rio Claro, 2018.

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. Aspectos Morfoestruturais do Relevo em Setor de Cuestas: Um Estudo em Analândia (SP). Revista Brasileira de Geografia Física. v. 9, n. 4, 2016.

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. Avaliação das características ambientais de ocorrências das feições erosivas lineares nos limites depressão-cuesta – Analândia (SP). Revista Caminhos de Geografia. Uberlândia, v. 20, n. 70, p. 367–384, jun. 2019.

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. Características morfoestruturais do relevo em setor de cuestas: um estudo em Analândia (SP). Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p.1197-1211, ago. 2016.

STEFANUTO, E. B.; ZANATTA, F. A. S.; LUPINACCI, C. M. Análise histórica do uso da terra em antropogeomorfologia: Alguns exemplos Paulistas. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 62, n. 2, p.95-112, dez. 2017.

TRICART, J. Principes et méthodes de la géomorphologie. Paris, Masson, 1965.

TROPPEMAIR, H.; PROCHNOW, M. C. R. Considerações sobre a poluição hídrica no quadrilátero do açúcar (SP). São Paulo: USP-Instituto de Geografia, 1975. 18p.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAN, R. A. van. ITC System of geomorphological survey.

WASHBURNE, C. W. Petroleum Geology of State of São Paulo. Brasil. Bol. Com. Georg. Geol. Est. São Paulo, n. 22, 282p. 1930.

ZANATA, F. A. S.; FERREIRA, M. V. Roteiro dos procedimentos para elaboração da carta de Energia do Relevo - Software ArcGis 10.2. Rio Claro: Laboratório de geomorfologia – Universidade Estadual Paulista campus Rio Claro, 2015.