



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Geografia



**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA E DO USO DA TERRA NA BACIA DO RIO
CABEÇA (SP).**

Discente: Melina de Melo Silva

Docente: Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci

Rio Claro (SP)

2021

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

MELINA DE MELO SILVA

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA E DE USO DA TERRA NA
BACIA DO RIO CABEÇA (SP).**

Trabalho de Conclusão de Curso
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 Licenciado em Geografia.

Rio Claro - SP
2021

SVE

Class	(	_____
	)	_____
Tombo	_____	

S586a

Silva, Melina de Melo

Análise Geomorfológica e de Uso e Ocupação da terra na
Bacia do Rio Cabeça (SP) / Melina de Melo Silva. -- Rio Claro,
2021

78 p. : il., tabs., fotos, mapas + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (-) - Universidade Estadual
Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas,
Rio Claro

Orientadora: Cenira Maria Lupinacci

1. Antropogeomorfologia. 2. Morfodinâmica. 3. Cartografia
Geomorfológica. 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).

Essa ficha não pode ser modificada.

MELINA DE MELO SILVA

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA E DO USO DA TERRA NA
BACIA DO RIO CABEÇA (SP).**

Trabalho de Conclusão de Curso
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 Licenciado em Geografia.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci (orientadora)

Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro, 28 de dezembro de 2021

Melina de Melo Silva

Assinatura do(a) aluno(a)

Cenira M. Lupinacci

assinatura do(a) orientador(a)

Agradecimentos

Agradeço a minha mãe, Maria do Carmo Vieira de Melo, que sempre me apoiou em todas as minhas decisões e me encorajou a lutar pelos meus objetivos, independente das dificuldades encontradas no caminho. Ao meu pai, Aluísio José da Silva, que mesmo não estando mais presente, sempre acreditou no meu potencial e me incentivou a seguir meus sonhos.

Aos meus companheiros de república, Luiz Sena, Marcos Vieira, Júlia Rodrigues e Guilherme Camacho, que acompanharam a minha trajetória, angústias, conquistas e alegrias durante a minha formação. Além disso, agradeço por se dedicarem ao meu sonho como se fosse o de vocês.

Aos meus queridíssimos amigos Eric Silva e Luiz Sena, pelo companheirismo nestes quatro anos. Obrigada por fazerem parte de uma etapa marcante em minha vida.

Aos meus amigos de São Paulo, Carolina Silva, Marina Melvina, Axel Kishimoto, Wellinton Vieira, Waldyr Trivellato que também sempre me apoiaram ao longo desses anos e em todos os momentos me incentivaram e acreditaram no meu potencial.

A profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci, pela orientação na elaboração deste trabalho, pela dedicação e excelência acadêmica, pela confiança, conselhos, conversas, incentivos.

Aos amigos de laboratório, Estevão e Higor, por toda ajuda ao longo desse trabalho e por me propiciarem momentos de aprendizado.

A FAPESP, pelo financiamento do projeto 2019/02338-5.

Resumo

Sabe-se que desde os períodos da Pré-História, o homem buscou de diferentes formas, ter domínio sobre a natureza, seja por meio da subsistência, caça, pesca, confecção de objetos, práticas agrícolas ou da própria retirada de matéria prima voltada à produção mecanizada e industrial. Em decorrência dessas ações, o meio natural foi modificado, especialmente quando a antiga configuração do relevo passa a adquirir uma nova feição. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo identificar e analisar as modificações do relevo na Bacia do Rio Cabeça (SP), provocadas pela ação antrópica, assim como a repercussão destas sobre a dinâmica geomorfológica. Para que esse processo fosse possível, foram analisadas as feições do relevo e os padrões do uso da terra em períodos distintos, no ano de 1988 e de 2010. Os procedimentos da pesquisa empregados abrangeram a produção de mapas geomorfológicos e de uso e ocupação da terra. Para a confecção de tais mapeamentos foram utilizadas fotografias aéreas de 1988, disponíveis na universidade, na escala de 1.40.000, e de 2010 obtidas junto a EMPLASA, na escala de 1.25.000. Os mapeamentos são apresentados na escala de 1:50.000, sendo georreferenciados sobre cartas topográficas produzidas pelo IBGE, folhas de Itirapina, Rio Claro, São Carlos e Corumbataí. Para o mapeamento de uso e ocupação da terra, foram utilizadas as orientações apresentadas pelo IBGE (2013), além das sugestões técnicas de análise de imagens proposta por Diniz e Ceron (1966). Com relação à elaboração dos mapas geomorfológicos foram adaptados os conceitos de Tricart (1965). A relação entre as formas de uso e ocupação da terra somada às características geomorfológicas, a partir de uma análise temporal de 22 anos, exhibe que o cultivo de cana-de-açúcar e pastagem na bacia do rio Cabeça, envolveram a aplicação de técnicas que conduziram alterações nas feições geomorfológicas e, conseqüentemente, determinaram a constituição de uma morfologia antropogênica, a qual se encontra diretamente associada com a dinamização dos processos erosivos lineares.

Palavras-chave: Ação antrópica. Morfodinâmica. Cartografia Geomorfológica.

Abstract

It is known that since the periods of Prehistory, man sought in different ways, to have dominion over nature, whether through subsistence, hunting, fishing, making objects, agricultural practices or the withdrawal of raw material aimed at mechanized and industrial production. As a result of these actions, the natural environment was modified, especially when the old configuration of the relief that starts to acquire a new feature. In this context, the present study aims to identify and analyze the changes in the relief in the Cabeça River Watershed caused by anthropic action, as well as their repercussion on geomorphological dynamics. In order for this process to be possible, the features of the relief and the patterns of land use were analyzed in different periods, in 1988 and 2010. The research procedures to be employed covered the production of geomorphological maps and land use and occupation. Aerial photographs from 1988, available at the university, on a scale of 1:40,000, and from 2010 obtained from EMPLASA, on a scale of 1:25,000, will be used to make such mappings. The mappings are presented on a scale of 1:50,000, being georeferenced on topographic maps produced by IBGE, leaves from Itirapina, Rio Claro, São Carlos and Corumbataí. For the mapping of land use and occupation, the guidelines presented by IBGE (2013) were used, in addition to the technical suggestions for image analysis proposed by Diniz and Ceron (1966). Regarding the elaboration of geomorphological maps, the concepts of Tricart (1965) were adapted. The relationship between the forms of land use and occupation added to the geomorphological characteristics, based on a 22-year temporal analysis, shows that the cultivation of sugar cane and pasture in the Cabeça River Watershed, involves the application of techniques that they led to changes in geomorphological features and, consequently, determined the constitution of an anthropogenic morphology which is directly associated with the dynamization of linear erosive processes.

Keywords: Anthropic action. Morphodynamics. Geomorphological Cartography

Lista de Ilustrações

Figura 1: Localização da Bacia do Rio Cabeça (SP)	15
Figura 2: Formações litológicas da área de estudo.....	19
Figura 3: Solos da Bacia do Rio Cabeça (SP).....	22
Figura 4: Legenda do mapeamento geomorfológico.....	28
Figura 5: Imagem <i>Anáglifo</i> gerada a partir da utilização do <i>software SterePhoto Marker 5.20</i>	29
Figura 6: Pastagem em terrenos de maior declividade na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	41
Figura 7: Sulcos (A) e Ravinas (B) em áreas de pastagem na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	42
Figura 8: Diminuição da área ocupada pela lavoura temporária no setor sul da Bacia do Rio Cabeça (SP).....	43
Figura 9: Cultivo de citricultura em áreas nas quais se registravam o predomínio de pastagem.....	44
Figura 10: Aumento da área ocupada pela vegetação arbórea na porção norte da Bacia do Rio Cabeça (SP).....	45
Figura 11: Evolução do cultivo de cana-de-açúcar no setor reverso cuneiforme na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	46
Figura 12: Aumento de áreas ocupadas pela mineração no setor sudeste da Bacia do Rio Cabeça (SP).....	47
Figura 13: Mineração no setor sudeste da Bacia do Rio Cabeça (SP).....	48
Figura 14: Diminuição da área ocupada pela silvicultura no setor sul da Bacia do Rio Cabeça no ano de 2010.....	49
Figura 15: Análise comparativa da alteração no uso e ocupação da terra do ano de 1988 para 2010 na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	50

Figura 16: Ruptura Suave na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	52
Figura 17: Divisores de água da Bacia do Rio Cabeça (SP).....	53
Figura 18: Reverso Cuestiforme na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	54
Figura 19: Mudança dos sulcos erosivos no reverso da cuesta basáltica devido ao avanço da cana-de-açúcar.....	55
Figura 20: Sulcos erosivos em áreas com a presença de terraços agrícolas na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	56
Figura 21: Front Cuestiforme (A), Patamar estrutural (B) e Sulcos erosivos em terreno mais baixo (C) na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	57
Figura 22: Aumento de sulcos erosivos no Front da Cuesta em áreas ocupadas por pastagem na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	58
Figura 23: Aumento na quantidade de sulcos erosivos no setor da Depressão Periférica em área de pastagem na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	59
Figura 24: Diminuição na quantidade de ravinas no setor da Depressão Periférica devido ao crescimento da vegetação arbórea somado à plantação cana-de-açúcar na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	60
Figura 25: Voçorocas no setor noroeste da Bacia do Rio Cabeça (SP).....	61
Figura 26: Surgimento de voçorocas no setor noroeste da Bacia do Rio Cabeça (SP) em áreas onde há o predomínio da pastagem.....	62
Figura 27: Área de Acumulação de Planície de Terraço Fluvial (A) e Front Cuestiforme (B) na Bacia do Rio Cabeça (SP).....	64

Figura 28: Aumento das áreas de APTFs em 2010 na Bacia do Rio Cabeça (SP).....64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
3. MATERIAIS, MÉTODOS E TÉCNICAS.....	27
3.1 Mapeamentos Geomorfológicos	28
3.2 Mapeamento de Uso e Ocupação da Terra.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
7. APÊNDICES	
APÊNDICE A.....	77
APÊNDICE B.....	78
APÊNDICE C.....	79
APÊNCIDE D.....	8

1. Introdução

Com o desenvolvimento das primeiras sociedades humanas, constata-se a notória intensificação da apropriação dos recursos naturais pelo homem. Ross (1998) descreve que, enquanto o homem cultivava, criava, coletava ou extraía do solo, recursos naturais voltados apenas para sua sobrevivência, a distância entre ele e a natureza era pequena; entretanto, com a expansão do comércio por todo o planeta e as necessidades das sociedades, a retirada de recursos naturais intensifica-se.

Com o surgimento das primeiras indústrias e o avanço do conhecimento técnico e científico, o processo de uso e ocupação da terra se intensifica. O pioneirismo industrial inglês na década de 1780 criou o sistema fabril mecanizado que passou a produzir em elevadas quantidades e a um custo rapidamente decrescente, a ponto de não depender da demanda existente, mas de criar o seu próprio mercado. "Sob qualquer aspecto, este foi, provavelmente o mais importante acontecimento do mundo, pelo menos desde a invenção da agricultura e das cidades" (HOBBSAWM, 1981, p. 53). Além dos desequilíbrios ambientais decorrentes da maior capacidade de intervenção humana sobre o meio natural, a Revolução Industrial, baseada no uso intensivo de grandes reservas de combustíveis fósseis, abriu caminho para a expansão das atividades humanas que pressionam fortemente a base de recursos naturais do planeta. (ROMEIRO, 2001).

Para Guerra e Cunha (2001) o modo de vida da maioria das sociedades modernas que estabelecem como meta o aumento da produção e do ritmo da produtividade, representa a causa fundamental da alteração no ambiente.

Considera-se, então, como ambiente o espaço onde se desenvolve a vida vegetal e animal (inclusive o homem). O processo histórico de ocupação desse espaço, bem como suas transformações, em uma determinada época e sociedade faz com que esse meio ambiente tenha um caráter dinâmico. Dessa forma, o ambiente é alterado pelas atividades humanas e o grau de alteração de um espaço, em relação aos outros, é avaliado pelos seus diferentes modos de produção e/ou diferentes estágios de desenvolvimento da tecnologia. (GUERRA; CUNHA, 2001, p. 340).

Ross (2000) defende que se pode estabelecer um paralelismo entre o avanço da exploração dos recursos naturais com o complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas, visto que, para o autor as sucessivas revoluções técnico-científicas acompanhadas do complexo desenvolvimento econômico nos últimos séculos, transformaram radicalmente o homem como ser social.

Para Agra Filho (2008), os padrões vinculados aos bens e produtos de uma determinada sociedade refletem nas demandas sobre os recursos naturais e nas intervenções no ambiente. Para o autor, as demandas sociais ocasionam interações nos sistemas ambientais e justificam intervenções que podem resultar em diferentes possibilidades de impactos ambientais. Assim, em cada sociedade, a questão ambiental emerge da inadequação ou da insustentabilidade de seus próprios padrões de produção e de consumo que, por sua vez, constituem o seu modelo de desenvolvimento.

Nessa perspectiva, um dos elementos que mais sofre com as constantes modificações e criações humanas é o relevo; este estudado pela geomorfologia, a qual é definida por Brown (1971), como a ciência da forma da terra, o estudo do modelado terrestre. Para o autor, além dos processos endogenéticos, os processos exogenéticos incluindo a ação antrópica, indicam um importante enfoque no estudo das feições do relevo, já que "[...] podem ser melhores estudados no presente porque, na verdade, eles tem sido, de há muito, um princípio de geomorfologia, como de geologia, já que, o presente é a chave para o passado" (BROWN, 1971, p.4).

Ao abordar o conceito de processo morfodinâmico em fisiologia da paisagem, Casseti (2005) aponta que o mesmo tem sido associado ao intemperismo e relacionado à escala de tempo histórica, o que incorpora diferentes formas de intervenções, entre essas, as ações antropogênicas. Desse modo, são considerados processos mais restritos, tanto no tempo quanto no espaço. Reconhecendo a relevância de depreender a ação antrópica sobre o relevo, alguns autores evidenciam a importância da categoria da Geomorfologia Antrópica, isto é, ramo científico que estuda a atuação do homem sobre o ambiente natural e as novas morfologias criadas como consequência.

Dessa forma, Nir (1982), precursor da chamada Antropogemorfologia, discute o papel das ações humanas na alteração dos processos geomorfológicos

e enfatiza que determinadas modificações, quando comparadas a processos naturais, apresentam-se mais expressivas. Dessa forma, para além dos fatores climáticos, especialmente no que se refere à movimentação de massas de ar, a ação antrópica pode alterar significativamente o solo, topografia, vegetação florestal e a cobertura superficial, aspecto que condiciona a ação destrutiva do ciclo hidrológico e transforma o funcionamento dos sistemas naturais, isto é, provoca o desequilíbrio dos sistemas naturais, retardando ou acelerando processos geomorfológicos. Como exemplo, Nir (1982) aponta o desmatamento em ambientes tropicais, os sistemas de drenagem mal projetados das rodovias e estradas, o pastoreio excessivo dos campos e a agricultura sem o emprego das técnicas adequadas de conservação dos solos.

No Brasil, Rodrigues (1997), expoente da chamada Antropogeomorfologia, evidencia a necessidade do reconhecimento de sistemas geomorfológicos em seus diversos estágios de intervenção antrópica, ou seja, o período de pré-perturbação, equivalente a fase anterior à intervenção antrópica; períodos de perturbação ativa e pós-perturbação, que representam a sequência de intervenções nas formas e materiais superficiais pela atividade antrópica, para que seja possível identificar unidades espaciais. Nessa perspectiva, Rodrigues (2005) denota que a morfologia pode ser subdividida em duas categorias: a original, na qual atributos como extensão, declividades, rupturas e mudanças de declives não sofreram alterações significativas por intervenção antrópica direta ou indireta; e a morfologia antropogênica, que modifica a propriedade do relevo, interfere em vetores, taxas de balanços dos processos, localização dos materiais superficiais e gera de forma indireta e direta, outra morfologia.

Assim, a morfologia original é a que não sofreu intervenção direta nas formas originais, ou seja, os sistemas geomorfológicos podem ter sido objeto de interferências importantes do ponto de vista dos processos, como no caso da ação do desmatamento, mas não sofreram remanejamentos diretos significativos de material como aqueles que ocorrem em áreas com aragem, pastagem intensiva e uso de trator (superfícies agrícolas) ou cortes, aterros e substituição por materiais tecnogênicos (superfícies urbanas). (RODRIGUES, 2005, p.104).

Diante do exposto, nota-se que a Geomorfologia Antrópica busca fornecer dados e informações específicas sobre os efeitos das ações humanas no relevo, os quais colaboram para o entendimento do espaço geográfico, além de

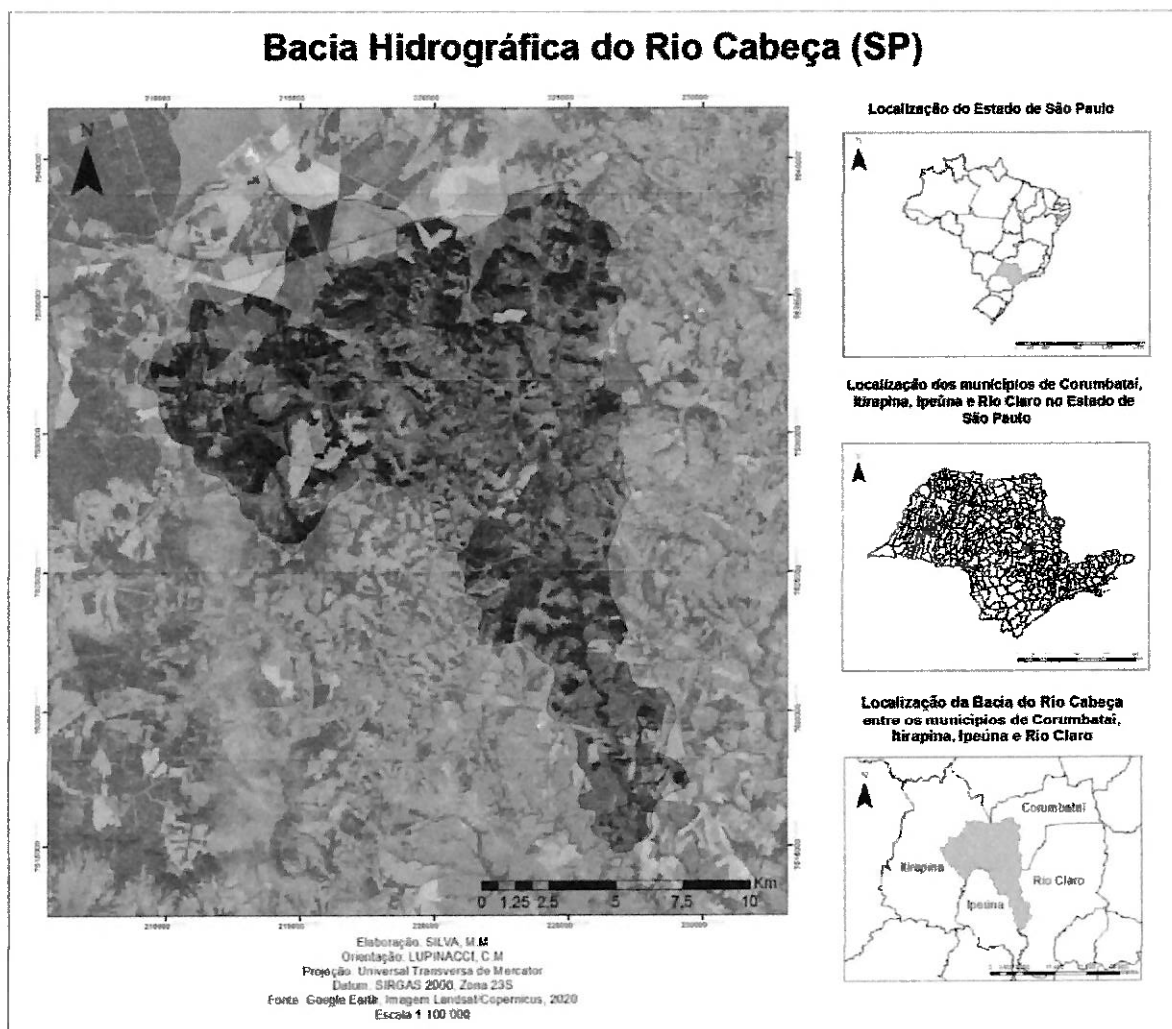
contribuir para a compreensão do homem como um importante agente exógeno que modifica a morfologia de superfície. Nesse contexto, o objetivo da pesquisa desenvolvida foi identificar e analisar as alterações do relevo na bacia do rio Cabeça, visando entender a interferência antrópica na dinâmica geomorfológica e suas modificações, com base em mapeamentos geomorfológicos e de uso e ocupação da terra, nos períodos de 1988 e 2010. Para atingir esse objetivo, definiram-se como objetivos específicos:

- Reconhecer a estrutura morfológica da área de estudo, localizando as feições do relevo e suas modificações do ano de 1988 para o de 2010, apontando as porções em que se constataram consideráveis alterações.
- Investigar as formas de ocupação humana no setor da bacia do rio Cabeça, compreendendo como se deu sua evolução.
- Relacionar as informações de uso da terra e formas de relevo, em seus respectivos anos, para apreender como as ações antrópicas influenciam tais formas.

1. Localização e Caracterização da área de estudo

A bacia do rio Cabeça corresponde a segunda maior sub-bacia pertencente à bacia do rio Corumbataí. Está localizada no setor centro-leste do estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas: 22°15' e 22°12'S e 47°49' e 47°40'W. A área de estudo posiciona-se em parte no município de Corumbataí a noroeste, Ipeúna a sudoeste, Itirapina a oeste e Rio Claro a sudeste (Figura 1).

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cabeça (SP) no estado de São Paulo.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Com o propósito de um entendimento mais efetivo sobre as características físicas da área, considera-se necessária a compreensão do contexto mais amplo no qual a mesma está inserida, assim como sua dinâmica e seus elementos

fisiográficos regionais, com destaque para o clima, o solo, o relevo e a vegetação.

Nesse sentido, do ponto de vista das características geológicas-geomorfológicas da área de estudo, Camargo (2017) destaca que os terrenos da bacia do rio Cabeça distribuem-se entre as províncias da Depressão Periférica Paulista e das Cuestas Basálticas, que se situam sobre a Bacia Sedimentar do Paraná.

Segundo Milani e Thomaz (2000), a Bacia Sedimentar do Paraná corresponde a uma grande bacia intracratônica sul-americana, desenvolvida sobre uma crosta continental preenchida por deposições de rochas sedimentares associadas ao vulcanismo e intrusões básicas, que podem alcançar até 7.000 m de espessura. Assim, a bacia apresenta em seu contexto litoestratigráfico expressiva manifestação de vulcanismo fissural ocorrida em região continental, que resultou no empilhamento de até 2.000 m de lavas sobre seus sedimentos sob a forma de diques e soleiras.

A Bacia do Paraná é uma ampla região sedimentar do continente sul-americano que inclui porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai, totalizando uma área que se aproxima dos 1,5 milhão de quilômetros quadrados. A bacia tem uma forma ovalada com eixo maior N-S, sendo seu contorno atual definido por limites erosivos relacionados em grande parte, à história geotectônica meso-cenozóica do continente. (MILANI *et al.*, 2007, p. 265).

Almeida (1974) em conjunto com o núcleo paulista da Associação dos Geógrafos Brasileiros e a com base nas contribuições de Moraes Rego (1932) e Deffontaines (1935), elaborou uma proposta de divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, estabelecendo uma hierarquização em função das diferentes fisionomias morfológicas e embasamento geológico, dividindo o relevo do Estado de São Paulo em cinco provinciais geomorfológicas, tais quais: Planalto Atlântico, Província Costeira, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental.

Fomos levados a individualizar as Cuestas Basálticas como província, como resultado de levantamentos geológicos e geomorfológicos que nelas realizamos nos anos de 1954 a 1955, quando mapeamos toda a orla dos derrames basálticos no Estado. Podemos hoje melhor descrever e interpretar esse importante relevo, que tem características ímpares, não encontradas no Planalto Ocidental. (ALMEIDA, 1974, p. 185).

Torres, Marques Neto e Menezes (2012) ao enfatizarem a presença de uma linha de *cuestas* basálticas posicionadas nas bordas das depressões periféricas anteplanálticas, pontuam que no estado de São Paulo, os relevos cuestiformes apresentam *front* voltado para o Planalto Atlântico, precedido pela Depressão Periférica Paulista, extremidade oriental dos terrenos da Bacia Sedimentar do Paraná.

Para Penteado (1968), as *cuestas* se configuram como um relevo dissimétrico, formado por uma vertente íngreme escarpada no *front* e rampa suave no reverso. Na escarpa erosiva ou também conhecida como *front*, encontra-se a cornija, feição constituída por material resistente e o *talus*, caracterizado por constituir um depósito de detritos formados por relações processuais diferenciadas que se posicionam na base do *front*. Ao contrário da cornija, o *talus* apresenta forma concavizada, enquanto que a mesma se caracteriza pela sua verticalidade. Já o reverso, caracteriza-se como compartimento de cimeira da *cuesta*.

No que tange a estrutura dessas feições e as condições para desenvolvimento de tal morfologia, Penteado (1974), pontua que na análise da evolução paleogeográfica da Bacia Sedimentar do Paraná, realizaram-se todas as condições indispensáveis ao desenvolvimento do relevo de *cuestas*, isto é, a existência de camadas inclinadas (estrutura monoclinial), a alternância de camadas de diferentes resistências e o ataque por erosão à medida que se a processava epirogênese positiva das bordas da bacia.

Almeida (1974) ao descrever o sistema de drenagem dessas porções, destaca que tais estruturas vêm sendo intensamente esculpidas pela erosão normal, em clima que favorece os processos de intemperismo de caráter diferencial e pela densa rede de drenagem.

A rede hidrográfica das *cuestas* basálticas é inteiramente dominada pelos grandes rios consequentes e seus pequenos afluentes obsequentes, que retalham os *fronts* serranos, emprestando-lhes contornos extremamente lobulados e obrigando-os a recuarem tanto mais rapidamente quanto menores as espessuras da cobertura basáltica. A drenagem obsequente, sobretudo, deve-se a configuração das grandes áreas afuniladas que precedem os boqueirões. Claro que em tais circunstâncias pouco lugar há para desenvolvimento de drenagem subsequente. (ALMEIDA, 1974. p.253).

A respeito da Depressão Periférica Paulista, Ab'Saber (1949) identifica essa região como decorrente dos processos de circundesnudação que ocorreram na borda da Bacia Sedimentar do Paraná, na qual há predominância dos processos denudacionais que se ajustaram à hidrografia regional.

Procurando redefinir o termo circundesnudação como expressão geomorfológica, a fim de poder aplicá-lo ao estudo do relevo brasileiro, devemos dizer que entendemos por tal fenômeno, o processo de formação de patamares de erosão deprimidos e periféricos, nas bordas das bacias sedimentares. Trata-se de um velho conceito usado pelos geógrafos franceses para exprimir, em termos de geomorfologia, o conjunto de fenômenos de desnudação periférica que se verificam, após fases de epirogênese positiva, nas bordas de sinclinais entulhadas. (AB'SABER, 1949, p.3)

Ross e Moroz (2011) evidenciam que com o término das fases de sedimentação do Cretáceo, a partir do Terciário, processos erosivos são ativados nas bordas e no interior da Bacia Sedimentar em concomitância com os processos de soerguimento da América do Sul, caracterizando um longo período de processos erosivos comandados pela alternância de climas secos e úmidos que esculpturaram a Depressão Periférica.

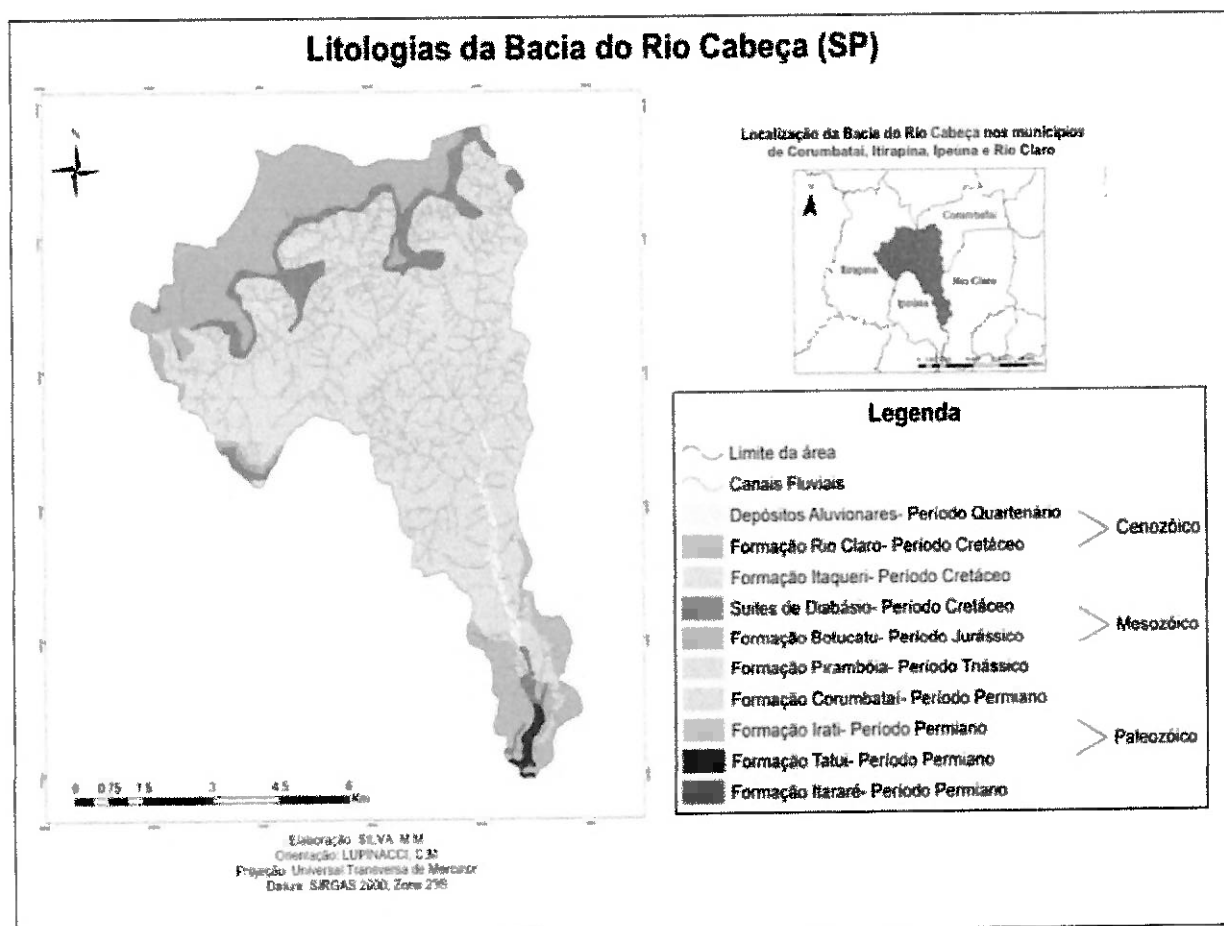
Ainda sobre a Depressão Periférica Paulista, Almeida (1974) propõe um compartimentação dessa em três zonas principais: a zona do Médio Tietê, do Paranapanema e a do Mogi Guaçu.

A zona do Médio Tietê, região na qual se localiza a bacia do rio Cabeça, compreende de acordo com Almeida (1974), cerca de 2/5 da área total da província da Depressão Periférica. Essa zona apresenta áreas importantes de derrames e intrusões de rochas basálticas, que desempenharam papel saliente em sua topografia pouco acidentada, configurando por toda parte predomínio de colinas baixas e formas suavizadas, separadas por vales jovens, determinados pela interseção dos perfis convexos das vertentes.

No que concerne a litologia da bacia do rio Cabeça, conforme destaca Camargo (2017), a região apresenta diferentes unidades estratigráficas, sendo essas: Formação Itararé e Tatuí pertencente ao Grupo Tubarão; Formação Irati e Corumbataí do Grupo Passa Dois; as formações Serra Geral, Intrusiva Básica Associada, Pirambóia e Botucatu do Grupo São Bento; e a Formação Itaqueri do

Grupo Bauru. Além disso, registram-se os sedimentos cenozóicos representados pela Formação Rio Claro e Depósitos Aluvionares como indicado pela figura 2.

Figura 2: Formações Litológicas da Bacia do Rio Cabeça (SP)



Fonte: Atlas Digital da Bacia do Rio Corumbataí: CEAPLA. Organizado pela autora (2021).

O Grupo Tubarão comporta um pacote sedimentar que possui sequência elástica e relativamente espessa, depositada e preservada na Bacia do Paraná, oriundo da glaciação Gondwana durante o Neopaleozóico (SAAD; SANTOS; CAMPOS, 1979, p.337). A Formação Itararé é constituída por diamictitos, arenitos, folhelhos e ritmitos, de origem glacial (FACINCANI, 2000, p.27). Já a Formação Tatuí, pertencente a esse grupo, possui contato basal admitido como transicional com o Grupo Itararé, sendo, litologicamente composta por siltitos e lamitos, arenitos finos, conglomerados e calcários (ZAINÉ, 1994, p.16).

A Formação Irati, conforme aponta Schneider (1974), foi dividida nos membros Taquaral e Assistência, sendo o primeiro definido como basal e o segundo como topo.

Essa formação integra folhelhos pirobetuminosos, folhelhos pretos não betuminosos, dolomitos cinzentos e alternados com folhelhos escuros, por vezes nodulosos, calcários mais ou menos intensamente dolomitizados, siltitos, e arenitos finos, cinzentos, arenitos de granulação fina a grossa e conglomerática (IPT, 1981, p.58).

A Formação Corumbataí, assim como a Formação Irati, pertence ao Grupo Passa Dois, datado do Paleozóico. De acordo com Zaine (1994), essa formação define-se assim por conformar área de ocorrência extensa no vale do Rio Corumbataí.

Litologicamente é constituída por argilitos, siltitos e folhelhos arroxeados e marrom-avermelhados, às vezes esverdeados, com intercalações de arenitos, leitos carbonáticos e coquinas. Seus espessos e contínuos pacotes lamíticos são alvos da intensa atividade de mineração, sendo cada vez mais explorada para fabricação de cerâmica vermelha. (Zaine, 1994, p. 19).

O Grupo São Bento também presente na área de estudo, compõe a sequência triássico-cretácica, “[...] representada pelas formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, com registros de sedimentação, e marcada por um clima árido e encerrada por um extenso vulcanismo basáltico”. (Zaine, 1994, p.19).

A Formação Pirambóia, conforme apresenta o IPT (1981), é composta por arenitos de granulação média a fina, possuindo fração argilosa maior na parte inferior, quando comparado a superior, onde localmente ocorrem arenitos grossos e conglomeráticos. Além disso, há o predomínio da estratificação plano-paralela, que é destacada pela alternância de lâminas mais ou menos ricas em argila e silte, somada à estratificação cruzada de dimensão média a grande.

A Formação Botucatu, do ponto de vista litológico, segundo aponta Schneider (1974), indica processo de deposição eólica em ambiente desértico, entretanto, a mesma apresenta contribuição de sedimentos fluviais areno-conglomeráticos, siltitos e argilitos lacustres em sua parte basal.

A Formação Botucatu apresenta uma espessura muito variável, mas raramente ultrapassa 150 metros, sendo a média da ordem de 50 a 70 metros; sua ocorrência restringe-se à parte inferior da Serra Geral, quando solidificada, sustenta em parte os

morros-testemunhos. Comumente apresenta-se recoberta por extensos areais aluvionares ou coluvionares. (FACINCANI, 2000, p. 32).

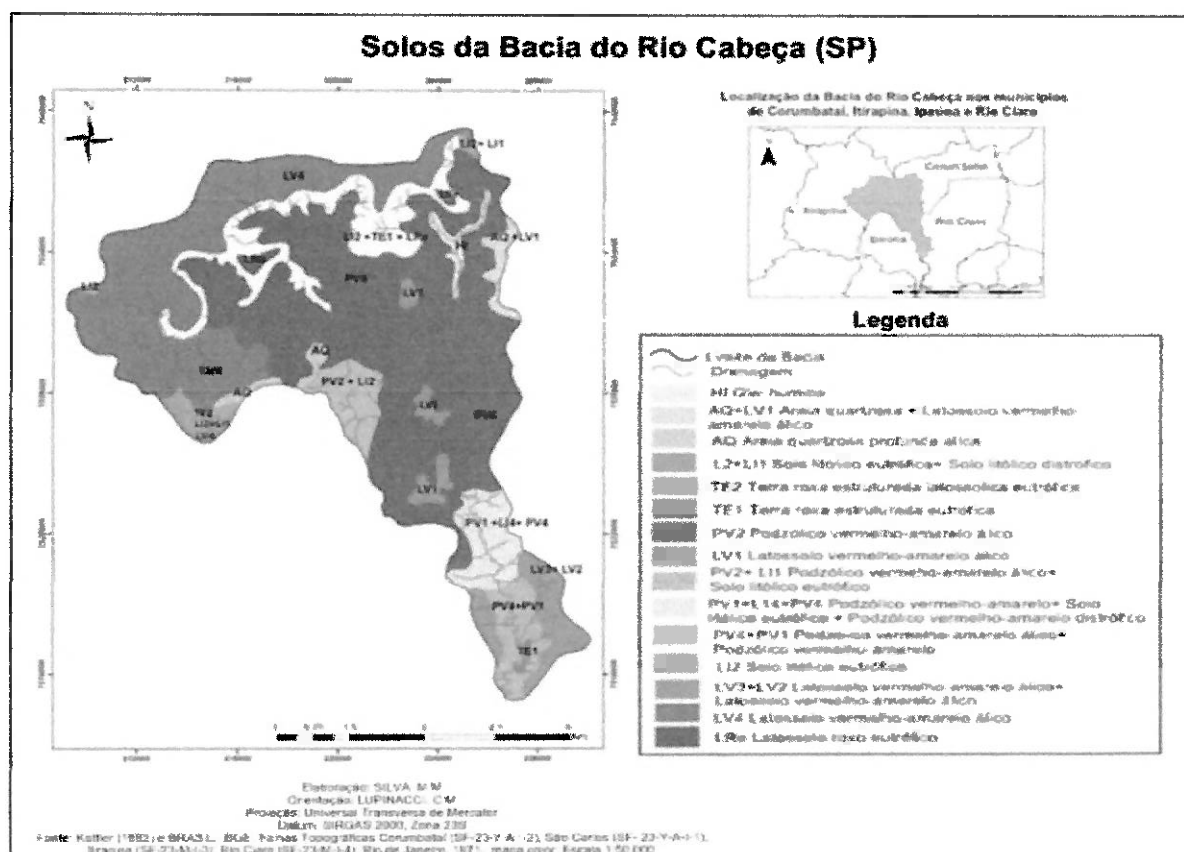
A Formação Serra Geral originou-se, conforme indica o IPT (1981), a partir de um intenso vulcanismo de fissura iniciado quando ainda perduravam as condições desérticas de deposição da Formação Botucatu. Nesse contexto, Cunha (2001) evidencia que esta formação abrange um conjunto de derrames de basalto, nos quais se intercalam fáceis areníticas. Em adição, Zaine (1994) mostra que as rochas intrusivas incorporadas nessa formação, são associadas ao vulcanismo na Bacia do Paraná, constituído por diques e expressivas soleiras de diabásio.

Os diques e sills compõem a paisagem da bacia do rio Cabeça, contudo aparecem dispersamente, cortando os sedimentos paleozoicos das formações Irati, Tatuí, Corumbataí, e mesozoicos das formações Pirambóia e Botucatu. Ganha destaque os leitos fluviais dos rios Cabeça, Passa Cinco e Corumbataí. (CAMARGO, 2017, p.15).

Inserida no Grupo Bauru, a Formação Itaqueri é constituída por bancos alternados de arenitos com elemento argiloso, crostas ferruginosas, folhelho e conglomerados. Nessa formação, há predomínio de conglomerados na porção basal, característica observada na maior parte da formação (FACINCANI, 2000, p.33).

A Formação Itaqueri, na sua área-tipo, compreende depósitos rudáceos de leques aluviais dispostos sobre as serras de Itaqueri, São Pedro, São Carlos e Cuscuzeiro, cuja gênese está relacionada à evolução da Superfície de Aplainamento Japi (RICCOMINI, 1997, p.41).

Por fim, a Formação Rio Claro constitui-se, como indica Zaine (1994), em significativas manchas de depósitos cenozoicos, que ocupam vastas superfícies de relevo suave e que ocorrem de forma isolada, isto é, sem continuidade física e correlacionadas entre si. Para Penteado (1976), no pacote de sedimentos dessa formação, constata-se que os sedimentos arenosos superficiais cedem lugar a camadas areno-argilosas, cuja coloração modifica-se. Sobre tais condições litológicas e de morfologia, observa-se significativa variedade pedológica na área de estudo (Figura 3).

Figura 3. Solos da Bacia do Rio Cabeça (SP).

Fonte: Koffler (1992). Organizado pela autora (2021)

Compreende-se que o solo pode ser considerado como um elemento natural extremamente complexo, resultado da interação de fatores de gênese como: o material de origem, clima, organismos vivos, topografia e tempo geológico. Para Guerra e Botelho (1996) esses fatores são considerados variáveis independentes, entretanto, a ação conjunta dos mesmos é responsável pela direção, velocidade e duração dos processos de formação do solo.

Nesse contexto, contata-se que os solos contidos no setor de Depressão Periférica Paulista da bacia do rio Cabeça possuem predominantemente arenitos como material de origem para sua formação. Diferentemente dos solos do setor de Cuesta que têm como material de origem o arenito associado com o basalto, apresentando textura argilosa e areno-argilosa.

O mapeamento pedológico da Bacia do Rio Corumbataí, realizado por Koffler (1992) apresenta a identificação das classes pelo sistema mais antigo de classificação de solos. Assim, para essa pesquisa (Figuras 3) tais classes foram atualizadas considerando a proposta da Embrapa (2006), apresentando-se entre parênteses o nome original atribuído por Koffler (1992).

Dessa forma, verifica-se no reverso da cuesta, a presença de Latossolo Vermelho Amarelo (Latossolo Vermelho Amarelo Álico) e uma pequena concentração de Neossolo Litólico (Solo Litólico Eutrófico). Já no *Front*, observa-se uma mistura de solos, como o Neossolo Litólico (Litólico Eutrófico), Nitossolo (Terra Roxa Estruturada Eutrófica) e ainda o Latossolo Vermelho (Latossolo Roxo Eutrófico).

Com base nos dados obtidos no mapa pedológico, constata-se que o solo que ocupa a maior extensão na bacia do rio Cabeça, corresponde ao Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, diferentemente do Latossolo Vermelho Amarelo Álico, expressivo somente em alguns setores da bacia. No vale do córrego do Lageado, verifica-se o predomínio do Gleissolo (Gleissolo Húmico), aspecto que denota o fato de que essa porção apresentar-se como uma área de inundação considerável. Já no setor leste, encontra-se uma mistura de Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa) em adição ao Latossolo Vermelho Amarelo Álico (Latossolo Vermelho Amarelo Álico).

No baixo curso do rio Cabeça, identifica-se uma mistura de Argissolo (Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico e Podzólico Vermelho Amarelo), somados a presença do Latossolo Vermelho Amarelo álico (Latossolo Vermelho Amarelo Álico); Neossolo Litólico (solo Litólico Eutrófico) e Nitossolo (Terra Roxa Estruturada Eutrófica) que se localiza em uma porção específica.

A terra roxa ou Latossolo Roxo ocupa uma área de 37,500km² no Estado de São Paulo. Originada de rochas eruptivas básicas expostas ao clima tropical apresenta um perfil de 2,5 a 3m. Nas camadas superficiais a textura varia de argila arenosa a argila barrenta. (TROPPMAIR, 1969, p. 19).

Os Argissolos, de acordo com a Embrapa (2006), compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural, de argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter álico. Para o IBGE (2007), a profundidade desses solos é variável, mas no geral são pouco profundos sendo, em conjunto com os Latossolos, os solos mais expressivos do Brasil, visto que, distribuem-se em praticamente todas as regiões.

Para o IBGE (2007), os Latossolos caracterizam solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Esses possuem grande homogeneidade de características ao longo do perfil, difundindo-se por amplas

superfícies no Brasil, com ocorrência em praticamente todas as regiões do país, diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro, que determinaram a sua separação em quatro classes.

Os Gleissolos, conforme aponta a Embrapa (2006), compreendem solos hidromórficos, constituídos por material mineral que apresentam horizonte glei dentro de 150cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizontes A ou E. Para o IBGE (2007), esses solos podem ser de alta ou baixa fertilidade natural, tendo em casos de má drenagem a sua maior limitação de uso. Esses ocorrem em praticamente todas as regiões brasileiras e ocupam principalmente as planícies de inundação de rios e córregos.

Os Neossolos correspondem a “solos constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso menos de 30 cm de espessura, que não apresentam qualquer tipo de horizonte B diagnóstico” (IBGE, 2007, p.294). Segundo a Embrapa (2006), esses não denotam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos.

Os Nitossolos conferem “solos que apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A com argila de atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150cm da superfície do solo” (EMBRAPA, 2006, p. 85).

Os Nitossolos Vermelhos (Terras Roxas Estruturadas e Terras Roxas Estruturadas Similares) têm ocorrência em praticamente todo o País, sendo muito expressivos em terras da bacia platina que se estende desde o Rio Grande do Sul a Goiás (região sudoeste). (IBGE, 2007, p. 298).

Além dos fatores pedogenéticos, um importante agente que atua sobre o relevo é o clima, o qual é responsável por gerar os processos que, em conjunto com aspectos litológicos e estruturais, criam a morfologia original.

Monteiro (1973) classifica o clima na Depressão Periférica Paulista, como “Tropical”, que apresenta média anual em torno de 21° C. Esse tipo de clima, conforme evidencia Troppmair (1969), possui como característica essencial, estações bem definidas que dispõe de verão chuvoso e inverno seco. No que diz respeito à precipitação, teor de umidade e insolação Troppmair (2004) pontua:

A precipitação soma 1100 a 1200 mm/ano em 80 dias de chuva caindo aproximadamente 1000 mm em 60 dias no verão e, 200

mm em 15 dias, no inverno. O teor de umidade que acusa a média de 70 a 75% pode baixar para 30% ou menos nos meses de seca, testemunhando que a continentalidade já se faz sentir de forma bem acentuada. A insolação é elevada registrando-se 2.400 horas por ano. (TROPPMAIR, 2004, p.68).

No que concerne ao clima no setor das Cuestas, porção que assim como a Depressão Periférica também abarca a área de estudo, verifica-se a alteração de algumas condições. De acordo com Troppmair (2004), o degrau de aproximadamente 100 a 150 metros de desnível, obriga os ventos a realizarem movimentos ascendentes que levam a redução da temperatura, condensação e ocorrência de chuvas orográficas.

No verão somamos 1100 mm de chuva em 60 a 70 dias e 300 mm em 15 a 20 dias no inverno. A soma anual de chuva acusa 60 a 70 dias e 300 mm num total de 100 dias. Precipitações torrenciais podem ocorrer na primavera e no verão quando, em 24 horas, a chuva pode chegar a 150 mm. As condições térmicas registram temperaturas médias de 20 a 21°C, enquanto a média das máximas acusa 29°C e das mínimas 11°C. (TROPPMAIR, 2004, p. 71)

O autor ainda afirma que há divergência entre o tipo de vegetação predominante na Cuesta, já que observa-se no reverso o predomínio de restos de Cerrado em associação com a Mata Tropical de Encosta, que se diferenciam do *front*, no qual se encontra a Mata Atlântica Tropical de Encosta, que se caracteriza por ser de porte médio (10 a 15 metros) e por possuir sistema radicular pouco profundo. Já na Depressão Periférica dominam os Campos Cerrados (TROPPMAIR, 2004, p. 72).

Diante das características da bacia do rio Cabeça (SP) apresentadas, isto é, as formas de relevo, os dados litológicos, pedológicos e climáticos, constata-se um elevado conjunto de fatores físicos que influenciam na dinâmica geomorfológica do relevo, uma vez que os elementos que constituem as litologias interferem diretamente nos atributos associados aos solos que por sua vez sofrem influência climática.

2. Materiais, Métodos e Técnicas.

Para a produção e elaboração dos mapeamentos geomorfológicos e de uso e ocupação da terra, foram utilizadas técnicas distintas que serão abordadas neste tópico. Nessa perspectiva, ambos os mapeamentos foram elaborados a partir de levantamentos aerofotogramétricos, utilizando-se fotografias aéreas referentes ao ano de 1988 e ortofotos digitais de 2010, tomando possível a compreensão da dinâmica e formas recorrentes na bacia do rio Cabeça (SP).

Os produtos de sensoriamento remoto utilizados foram as fotografias aéreas de 1988, na escala de 1:40.000 obtidas gratuitamente do acervo de fotografias aéreas do Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da UNESP de Rio Claro e as ortofotos digitais de 2010, na escala de 1:25.000, foram adquiridas gratuitamente via requerimento junto a Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA).

No que tange a base para georreferenciamento dos produtos de sensoriamento remoto, foram utilizadas as cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes à Itirapina, Rio Claro e São Carlos e Corumbataí, com numeração SF-23-M-I-3, SF-23-Y-A-I-2, SF-23-M-I-4, SF-23-Y-A-I-1, respectivamente, do ano de 1969 e 1971.

Ademais, acentua-se que no ambiente do *software* ArcGis 9.2, disponibilizado no Laboratório de Geomorfologia (LAGEO), localizado no Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental integrante do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da UNESP de Rio Claro.

3.1 Mapeamentos Geomorfológicos

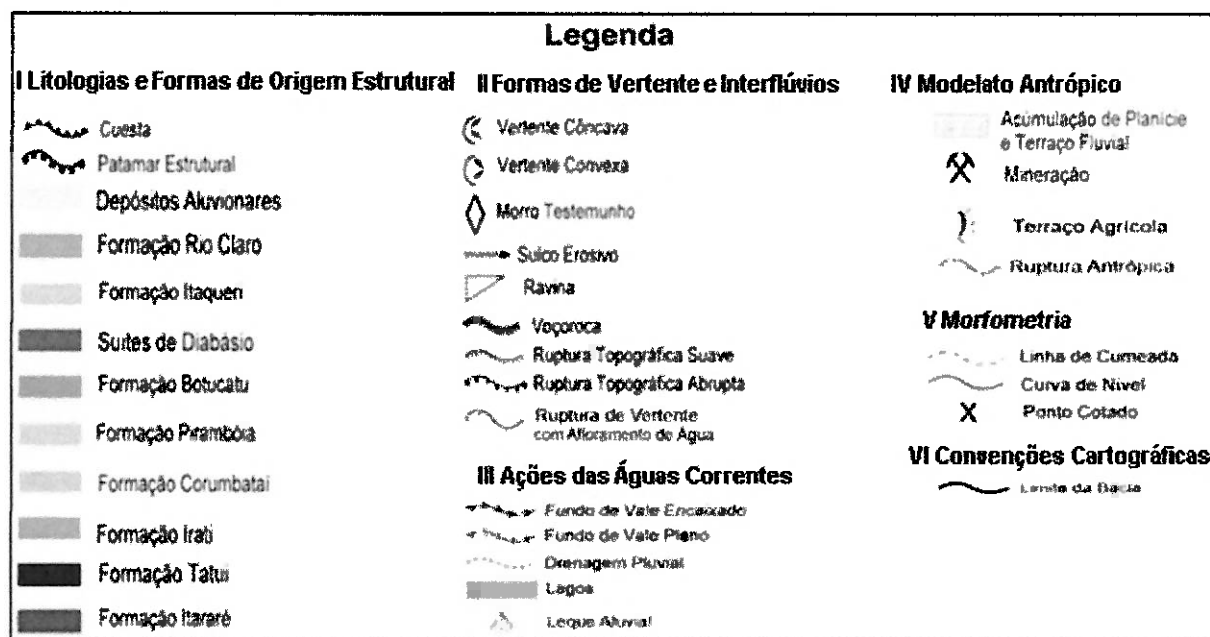
Os mapeamentos geomorfológicos foram produzidos com base nos conceitos de Tricart (1965), segundo os quais, a carta geomorfológica permite trazer melhorias decisivas para nossas concepções durante a pesquisa. Assim, Tricart (1965) ressalta, que apesar do mapa geomorfológico ser complexo e apresentar difíceis problemas técnicos para sua realização, o mesmo pode fornecer um inventário completo de todos os dados observáveis, concebido de maneira que cada unidade representada esteja inserida em seu contexto estrutural, em sua estrutura cronológica e em sua sequência genética (espacial e temporal).

Neste sentido, o autor aponta quatro parâmetros que devem compor o mapeamento geomorfológico: os dados morfométricos, referentes às dimensões métricas do relevo, assim como os elementos incorporados na representação das formas do relevo (altura das bordas dos terraços, cornijas, margens, etc.); as informações morfográficas, relacionadas à identificação das formas, transcritas através de simbologias que permitem a sua identificação; os dados morfogenéticos, associados à gênese do relevo, incluindo os processos de criação e de formação subterrânea, que devem aparecer no mapa da mesma forma que a natureza litológica de seu material, aspecto que pressupõe certo grau de desenvolvimento da pesquisa para confirmar ou especificar sua identificação genética; e por último, o parâmetro cronológico, correspondente à escala temporal e estrutural de cada elemento.

Nessa pesquisa, os mapeamentos geomorfológicos se basearam nos três primeiros critérios utilizados por Tricart (1965): apresentando: os dados morfométricos, as informações morfográficas e os dados morfogenéticos, sendo esses balizados também na bibliografia existente sobre a área.

Quanto às simbologias desenvolvidas para a representação das feições encontradas na área de estudo, essas foram adaptadas da proposta técnica desenvolvida por Paschoal, Conceição e Cunha (2010), assim como de Stefanuto e Lupinacci (2017), de forma que se tornassem condizentes com a escala desta pesquisa, 1:50.000. A Figura 4 apresenta os símbolos das feições identificadas, utilizados nas cartas geomorfológicas.

Figura 4. Legenda dos mapeamentos geomorfológicos da Bacia do Rio Cabeça (SP)



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Nesse contexto, a carta geomorfológica de 1988 foi elaborada em três principais estágios. Assim, primeiramente, foram as imagens anáglifos, seguido pelas adaptações da simbologia digital e posteriormente o mapeamento das feições. Ressalta-se que as imagens anáglifos foram geradas apenas para o cenário de 1988, uma vez que as ortofotos digitais de 2010 concedidas pela EMPLASA não permitiram sua sobreposição, impedindo o uso da estereoscopia.

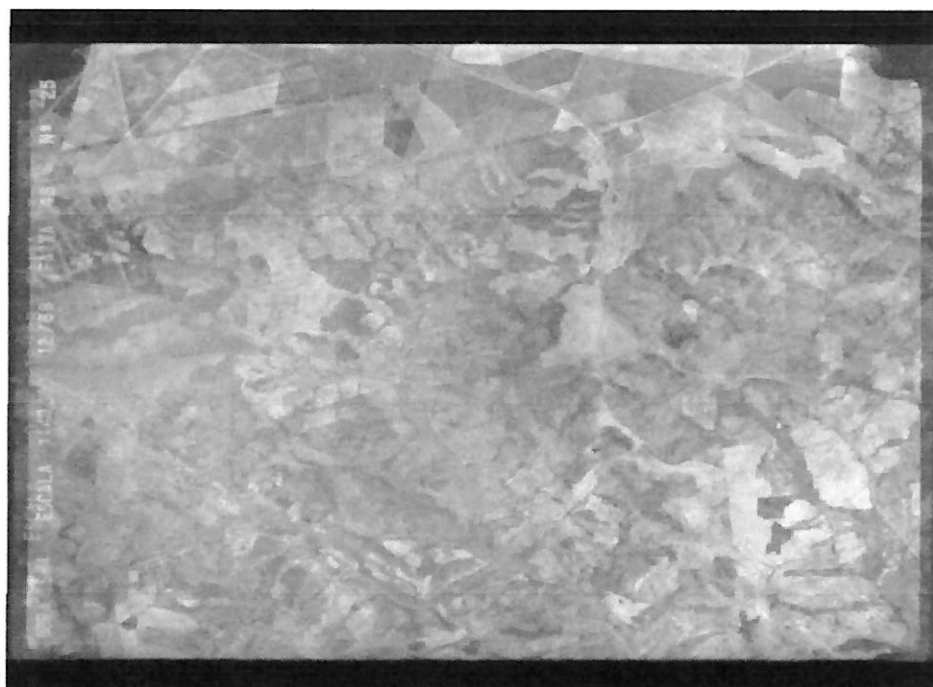
Sobre a formulação das imagens anáglifos, destaca-se que a interpretação de fotografias aéreas utilizando-se estereoscópio é uma das técnicas mais frequentemente utilizadas quando objetiva-se analisar o relevo a partir de uma visão tridimensional. Entretanto, de acordo com o Souza e Oliveira (2012), com o avanço da informática e dos softwares, as imagens passaram a ser avaliadas diretamente nos monitores dos computadores, com auxílio de óculos 3D que possibilitam a percepção da profundidade; tal técnica é denominada de anáglifo.

Evidencia-se que nesta pesquisa, as fotografias aéreas foram transformadas em imagens anáglifo, utilizando o *software* de uso gratuito *StereoPhoto Marker 5.20*. Entretanto, pontua-se que quatro fotografias aéreas

apresentaram irregularidades no plano de vôo, aspecto que dificultou o processamento de algumas imagens anáglifo.

Assim, com o *software StereoPhoto Maker* aberto adicionou-se um par de fotografias com áreas comuns por meio opção *file > Open Left/Right* imagens. Por meio da opção *Easy adjustment*, presente na barra de ferramentas, sobrepôs-se as fotografias, sendo necessário, por meio das ferramentas de ajuste *V.Position*, *H.Position*, *Rotation*, *Image Size* acomodar as duas áreas comuns das fotografias. As mesmas foram sobrepostas por meio da opção *Color Anaglyph*, gerando assim um produto final (Figura 5) que foi salvo ao clicar-se em *File > Save Stereo Image*, salvando as imagens no local desejado.

Figura 5. Imagem anáglifo, gerada a partir da utilização do *software StereoPhoto Marker 5.20*



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Posteriormente, as imagens anáglifos foram adicionadas ao *software* ArcGis 9.2 e georeferenciadas com base nas cartas disponibilizadas pelo IBGE, datada de 1969, folhas de Itirapina e Rio Claro, e 1971 folhas Corumbataí e São Carlos na escala 1:50.000.

É importante destacar que o georreferenciamento deve ser feito com o uso dos óculos anaglíficos, pois o anáglifo é uma composição de duas imagens com um ligeiro deslocamento entre elas. Com os óculos visualiza-se uma única imagem, sendo esta a que será vetorizada, por isso o

georreferenciamento deve ser feito desta maneira. (SANTOS; DIAS, 2011, p. 108).

Para a produção da carta geomorfológica do cenário de 2010, como salientado anteriormente, não foram utilizadas imagens anáglifos uma vez que, as fotografias disponibilizadas pela EMPLASA na escala de 1:25.000 são georreferenciadas e ortoretificadas, assim não possuem pares estereoscópicos, aspecto que não possibilita a geração de imagens anáglifos.

Sobre a ausência da estereoscopia, pontua-se a relativa dificuldade na vetorização do traçado das rupturas topográficas, uma vez que essas, por não possuírem visão em 3D como alicerce no mapeamento, ficaram comprometidas. Nesse sentido, para amenizar esta limitação, destaca-se a qualidade e resolução de detalhe das ortofotos de 2010, permitindo-se mapear as feições geomorfológicas com alto nível de detalhe. Além disso, para a interpretação das feições estruturais foram utilizados os mesmos critérios visuais de 1988, buscando manter o mesmo padrão de análise para cada item identificado. Em adição, por se tratar de um cenário mais recente, foi realizada a reambulação em campo, buscando evitar prejuízos à qualidade do mapeamento.

A respeito da segunda etapa do mapeamento geomorfológico, isto é, as adaptações da simbologia digital, foram utilizadas as técnicas desenvolvidas por Paschoal, Conceição e Cunha (2010) referentes aos mapeamentos desenvolvidos na escala de 1:10.000 ou 1:20.000, isto é, com alto grau de detalhamento. Entretanto, como essa pesquisa visa fornecer mapeamentos na escala de 1:50.000, escala média de detalhe, tornou-se necessária a adaptação da técnica proposta tanto para o mapeamento geomorfológico de 1988, quanto para o de 2010.

Além dessas técnicas, foram utilizadas as recomendações de Stefanuto e Lupinacci (2017). Nesse sentido, as simbologias correspondentes às feições de ruptura abrupta, ruptura suave, canal pluvial, fundo de vale encaixado, fundo de vale plano, linha de cumeada, sulco erosivo, vertente côncava e vertente convexa, morro testemunho, foram confeccionadas seguindo as recomendações desses autores.

Como pontuam Paschoal, Conceição e Cunha (2010) os símbolos são subdivididos em linhas, pontos e áreas, cada qual correspondendo ao tipo de feição do relevo a ser representado. Para cada um desses elementos, criou-se

um vetor (*shapefile*) no *ArcCatalog* obedecendo a um sistema de coordenadas geográficas, correspondente ao sistema de coordenadas da base cartográfica utilizada, neste caso SIRGAS 2000/UTM/Zona 23S.

Dessa forma, os vetores (*shapefiles*) do tipo linhas representaram diferentes elementos simbólicos no mapa geomorfológico como a ação das águas correntes (fundos de vale encaixado e plano e canais pluviais); as formas de vertentes e interflúvios (rupturas topográficas suaves, abruptas e com afloramento de água); as formas de origem estrutural (*front* da *cuesta* e patamares estruturais); morfometria (curvas de nível e linhas de cumeada) e feições erosivas (voçorocas). Assim, ao clicar sobre os símbolos de cada vetor criado abriu-se a janela *Symbol Selector* onde foram realizadas as edições necessárias em cada vetor.

No que concerne aos símbolos do tipo ponto, destacam-se atividades que evidenciam o modelado antrópico sobre o relevo (mineração e terraços agrícolas); formas de vertentes (vertentes côncavas, convexas e morros testemunhos); e feições erosivas lineares (ravinas e sulcos erosivos). Destaca-se que esses símbolos, que se constituem em pontos, foram gerados a partir de camadas configuradas como linha, visto que há símbolos que necessitam acompanhar a direção em que os processos ocorrem sobre o relevo, fato que feição do tipo “ponto” não permitem. Dessa forma, Paschoal, Conceição e Cunha (2014) evidenciam que a disposição de símbolos que seguem uma única orientação é válida, por exemplo, para indicar colos topográficos ou áreas de minerações, que não se relacionam a direção em que ocorre determinado processo e sim a existência desta feição ou atividade antrópica sobre o relevo.

A respeito das camadas do tipo polígono, pontua-se a utilização desses para representar áreas de acumulação de planície e terraço fluvial (APTF) e lagos. Para Paschoal, Conceição e Cunha (2014) os itens disponíveis nas camadas polígono possibilitam também a seleção ou criação de diferentes tipos de hachuras, como é o caso das áreas de acumulação de planície e terraço fluvial, que necessita de um preenchimento que envolve pontos de coloração diferentes.

Como última etapa foram mapeadas as feições geomorfológicas, a partir das imagens Anáglifos geradas com auxílio do *software StereoPhoto Marker*

5.20, assim como, no cenário de 2010, a partir da interpretação das ortofotos digitais.

Dessa forma, ativou-se o *shapefile* referente ao limite da bacia, de modo que fornecesse um recorte da área de interesse. Posteriormente, ativou-se a ferramenta *Editor*, e por meio das opções apresentadas na janela *Create Features* traçaram-se as feições geomorfológicas desejadas.

Ressalta-se que as simbologias de tipo ponto foram demarcadas em escala fixa de 1:50.000, já que em outras escalas essas apresentaram deformações que comprometem a qualidade dos mapeamentos. As simbologias em formato linha e área foram traçadas em escalas variadas, não apresentando deformações no mapeamento final.

Assim sendo, pode-se afirmar que o trabalho de cartografia geomorfológica deve ser apoiado em critérios de representação gráfica bem definidos, a fim de otimizar a leitura e facilitar a interpretação dos fenômenos geomorfológicos. (RODRIGUES, 2010, p. 3).

3.2 Mapeamentos de Uso e Ocupação da Terra

Para a elaboração dos mapeamentos de uso e ocupação da terra, foram consideradas as orientações do IBGE (2013), as quais propõem uma base conceitual voltada à observação e síntese do conjunto das particularidades dos padrões de uso da terra orientados segundo a distribuição geográfica, a apropriação social e as transformações ambientais, bem como procedimentos técnicos de levantamento e mapeamento.

Nesse sentido, o manual ressalta a importância do conhecimento sobre o uso da terra, já que evidencia a necessidade de garantir sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas trazidas à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável.

Ao retratar as formas e a dinâmica de ocupação da terra, estes estudos também representam instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental, frente aos diferentes manejos empregados na produção, contribuindo assim para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento. (IBGE, 2013, p. 37).

Além das pesquisas de escritório e de campo voltadas à interpretação, análise e registro da paisagem, ainda são destacados quatro princípios básicos para classificação e espacialização do uso da terra. Esses elementos são: a escala de mapeamento, que segundo o IBGE (2013, p. 37) “[...] É a proporção entre a representação gráfica de um objeto e a medida correspondente de sua dimensão real”; a natureza da informação básica, que está associada ao conhecimento da distribuição espacial dos tipos de uso e de cobertura da terra; a unidade de mapeamento, que se associa a representação da homogeneidade e da diversidade de objetos que recobrem a superfície da terra e, por último, a nomenclatura, que necessita de uma terminologia clara e precisa, para não comportar um sentido vago e ambíguo durante a interpretação e reprodução dos resultados.

Ainda no âmbito de mapeamento do uso da terra, foram utilizadas também as sugestões técnicas de análise de imagens propostas por Diniz e Ceron (1966), as quais evidenciam os elementos e as chaves de identificação das culturas manejadas em locais específicos. Entre esses elementos, os autores pontuam: cor, textura, forma da parcela, dimensão da área cultivada, dimensão

dos campos de cultivo, altura, espaçamento, restos de colheita e arranjo espacial.

Dessa forma, o mapeamento de uso e ocupação da terra dos anos de 1988 e 2010 foi processado da seguinte maneira: Inicialmente, na opção *Catalog*, criaram-se doze feições com características de polígono, cada um representando uma classe de uso e ocupação da terra a ser mapeada.

Posteriormente, em cada classe da legenda foram adicionadas as cores propostas pelo IBGE (2013), utilizando-se da padronização internacional, referente ao padrão de cores Red, Green, Blue (RGB). Entretanto, as classes de cores disponíveis não foram suficientes para contemplar todas as particularidades da área de pesquisa, sendo necessária a elaboração de uma nova matriz de cores, visando suprir as demandas apresentadas. Nesse sentido, o Quadro 1 descreve as classes e cores do mapeamento de uso e ocupação do ano de 1988 e 2010 adaptadas para este trabalho.

Quadro 1. Adaptações de cores RGB para as classes de o uso e ocupação da terra na Bacia do Rio Cabeça (SP).

Uso e Ocupação da Terra	RGB
Área Construída	R: 232; G: 138; B: 255
Cana de Açúcar	R:181; G:255; B:0
Citricultura	R: 255; G:184; B:5
Ferrovia	R: 104; G:104; B:120
Horticultura	R:77; G:196;B:127
Mineração	R:255; G:89; B:0
Pasto Sujo	R:155; G:76; B:0
Piscicultura	R:133 ; G:212; B:250
Rodovia	R: 204; G: 204; B:204
Solo Exposto	R:255; G:235; B:127
Vegetação Alagada	R:38; G:148; B:89
Vegetação Herbácea	R:171; G:204; B:127

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A classe de área construída apresentada na tabela incorporou setores afastados do meio urbano, mas que apresentaram características de construção civil, podendo ser entendida como propriedades rurais e como granjas. A classe cana de açúcar englobou áreas onde foi encontrado esse tipo de cultivo, mesmo

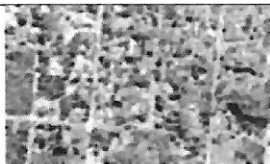
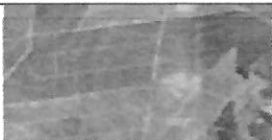
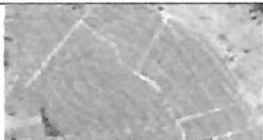
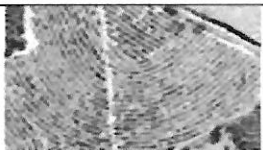
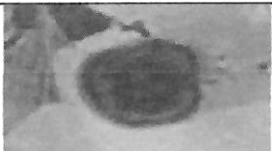
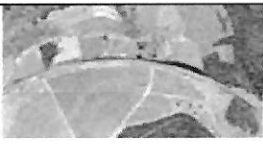
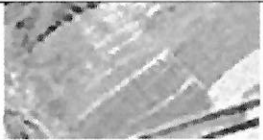
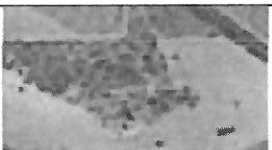
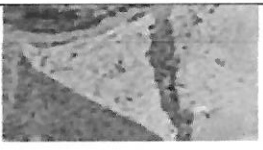
que caracterizasse diferentes estágios de desenvolvimento. Sobre a classe de citricultura, foram identificadas áreas referentes a cultivo e plantação de frutas cítricas, em especial a laranja.

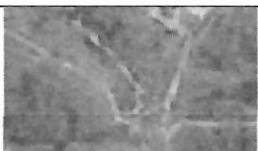
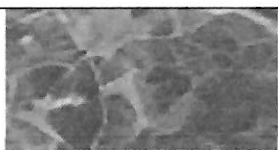
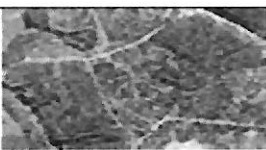
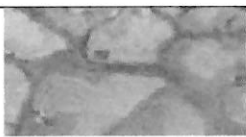
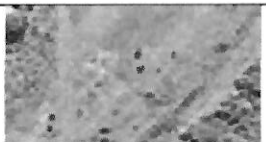
As classes horticultura e piscicultura integraram alguns pequenos setores do mapeamento de uso e ocupação da terra de 2010 que possuíam parcelas nas quais se encontravam pomares, hortas, estufas e criação de peixes em água doce. A classe ferrovia foi utilizada para representar a extensa linha ferroviária que corta a área de estudo, assim como a classe rodovia empregada para representar a Washington Luís.

A classe mineração foi elaborada para representar alguns espaços específicos na porção central da bacia do rio Cabeça (SP) que demonstram a presença desse tipo de atividade antrópica. A respeito da classe solo exposto, representaram-se alguns pontos no mapa que apresentavam solo degradado decorrente tanto de fatores físico-naturais, quanto da ação antrópica. No que concerne à classe pasto sujo, essa foi concebida tendo em vista a divergência com a classe de pasto limpo, já que apresenta elevada heterogeneidade de fisionomias, variadas formas arbustivas e divergentes estágios de desenvolvimento da vegetação. Por fim, a classe vegetação alagada foi produzida pretendendo atender à necessidade de representação das vegetações próximas aos vales fluviais planos que não se caracterizavam como vegetação arbórea.

As demais seis classes mapeadas, as quais não necessitaram de adaptações, foram: corpos d'água continental; vegetação arbórea (florestal); lavoura temporária; pasto (limpo), savana florestal (cerrado) e silvicultura. O Quadro 2 indica as respectivas chaves de identificação para cada classe de uso e ocupação da terra condizentes ao ano de 1988 e 2010.

Quadro 2. Chave de Identificação do Uso e Ocupação da Terra da Bacia do Rio Cabeça (SP).

Área Construída		
Cana de Açúcar		
Citricultura	ausente	
Corpos D'água Continental		
Ferrovia		
Horticultura	ausente	
Lavoura Temporária		
Mineração		
Pasto Limpo		
Pasto Sujo		

Piscicultura	ausente	
Rodovia	ausente	
Savana Florestal (Cerrado)		ausente
Silvicultura		
Solo exposto	ausente	
Vegetação Alagada		ausente
Vegetação Arbórea		
Vegetação Herbácea	ausente	

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

No mapeamento das classes de uso e ocupação da terra correspondente ao ano de 1988 e 2010 da bacia do rio Cabeça, quantificaram-se os dados de modo a constatar o valor em quilômetros quadrados ocupado por cada classe; dessa forma, essas foram submetidas à quantificação através da ferramenta *Calculate Geometry*.

Assim, para essa etapa utilizou-se a ferramenta *Open Attribute Table* de cada classe e em *Table* criou-se mais uma coluna através da opção *Add Field*,

localizado em *Table Opinions*. Seguidamente, o nome dado a essa coluna foi "Área em km²", e a opção *Double* foi selecionada na janela *Type*. Com a nova coluna criada, clicou-se com o botão direito, selecionando a ferramenta *Calculate Geometry*, e em *Propertie* selecionou-se a opção *Area* e posteriormente em *Units* à opção *Square Kilometers*.

Nesse sentido, obteve-se a área em quilômetros quadrados ocupada por cada classe, de forma a possibilitar a comparação e a análise evolutiva do uso e ocupação das terras na área da bacia do rio Cabeça (SP).

3. Resultados e Discussão

A bacia do rio Cabeça encontra-se na transição entre os compartimentos geomorfológicos da Depressão Periférica Paulista e das *Cuestas* Basálticas. Dessa forma, caracteriza-se por elevada variedade e complexidade litológica. Para Camargo (2017), as diferentes resistências litológicas do terreno implicam diretamente nos índices morfométricos, os quais apontam para diferentes graus de fragilidade da área do ponto de vista natural.

Além disso, observa-se na área de estudo que a variação da declividade do relevo influencia diretamente nos processos geomorfológicos e na dinâmica de uso e ocupação da terra. Nesse sentido, observa-se em porções que apresentam maior declividade de 30% a 45% (CAMARGO, 2017), como o *front*, nascentes, vertentes de vales encaixados e morros testemunhos, a maior potencialidade de atuação dos processos geomorfológicos, ao contrário do que é verificado no extremo norte, onde se localiza o reverso da *cuesta*, que se caracteriza pela baixa declividade de 5% a 12% (CAMARGO, 2017), favorecendo a expansão de atividades agrícolas como a monocultura de cana de açúcar.

Nesse contexto, buscando compreender as alterações do relevo ocasionadas pela ação antrópica na bacia do rio Cabeça a partir de uma proposta comparativa, analisaram-se dois cenários distintos, um de 1988 e outro de 2010, utilizando os dados gerados pelos mapeamentos geomorfológicos e de uso e ocupação da terra. Por meio dos mapeamentos geomorfológicos (Apêndices A e B), foram observadas feições como: patamares estruturais, *cuesta*, rupturas suaves e abruptas, sulcos erosivos, ravinas, voçorocas, terraços agrícolas, entre outros. Através dos mapeamentos de uso e ocupação da terra, constatou-se a presença de atividades associadas à pastagem, produção de cana de açúcar, silvicultura, lavoura temporária, citricultura entre outros (Apêndices C e D).

Diante disso, no que concerne ao mapeamento de uso e ocupação da terra, os dados obtidos foram analisados e organizados na Tabela 1, visando elucidar as classes de uso condizentes a cada ano, assim como a porcentagem correspondente a cada área mapeada.

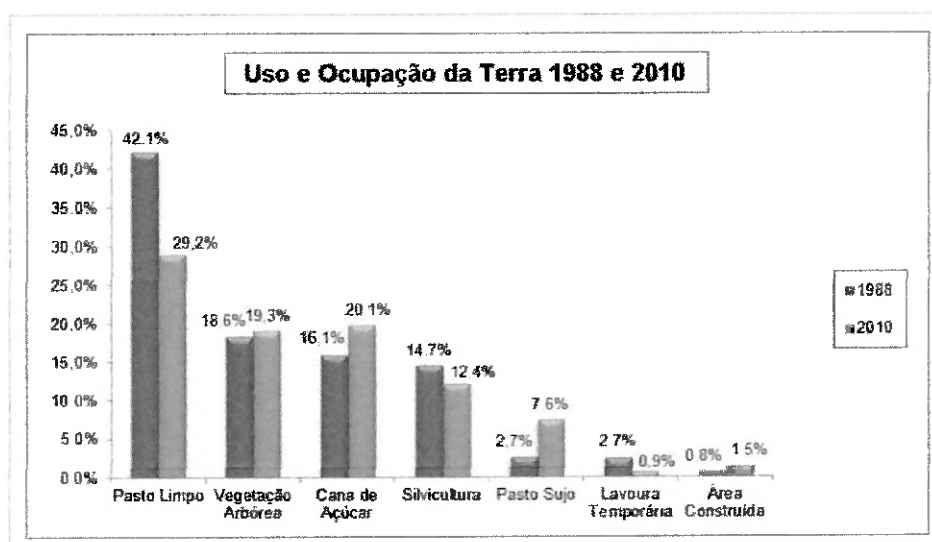
Tabela 1. Área ocupada pelas classes de uso e ocupação da terra de 1988 e 2010.

Classes	1988		2010	
	%	Km	%	Km
Área Construída	0,82%	1,7km ²	1,52%	3,2km ²
Cana de Açúcar	16,05%	34,8km ²	20,07%	43,5km ²
Citricultura	-	-	2,64%	5,7km ²
Corpos D'água Continental	0,03%	0,06km ²	0,30%	0,6km ²
Ferrovia	0,43%	0,93km ²	0,30%	0,6km ²
Horticultura	-	-	0,01%	0,02km ²
Lavoura Temporária	2,70%	5,8km ²	0,85%	1,8km ²
Mineração	0,26%	0,56km ²	1,12%	2,4km ²
Pasto Limpo	42,12%	91,4km ²	29,18%	63,3km ²
Pasto Sujo	2,74%	5,9km ²	7,57%	16,4km ²
Piscicultura	-	-	0,04%	0,08km ²
Rodovia	-	-	0,50%	1,0km ²
Savana Florestal (Cerrado)	0,47%	1,0km ²	-	-
Silvicultura	14,72%	31,9km ²	12,4%	26,9km ²
Solo exposto	-	-	0,06%	0,13km ²
Vegetação Alagada	1,06%	2,3km ²	-	-
Vegetação Arbórea	18,60%	39,1km ²	19,25%	41,7km ²
Vegetação Herbácea	-	-	4,19%	9,09km ²

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Com base nos dados, elaborou-se um gráfico visando evidenciar a comparação entre a área ocupada pelas principais classes de uso e ocupação da terra no ano de 1988 e 2010.

Gráfico 1: Comparação entre as principais classes de uso e ocupação da terra na bacia do Rio Cabeça (SP).



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A partir da análise comparativa, identificou-se, em ambos os cenários, a predominância da classe de pasto limpo (Figura 6). O predomínio dessa prática pode estar vinculada aos terrenos de alta declividade que dificultam o avanço de outras culturas.

Figura 6: Pastagem em terrenos de maior declividade na Bacia do Rio Cabeça (SP)



Fonte: SILVA, M.M (2021)

Outros estudos em áreas de setor *cuestiforme* também apontam para o predomínio da pastagem, como verificado por Stefanuto (2014) no estudo da Serra do Cuscuzeiro, que constatou com base nos dados de uso e ocupação da terra, o domínio da pastagem apresentando para o cenário de 1988, percentual de 75% da área total, isto é, 72,2 km² de um total de 96,7 km². Litholdo (2017)

na análise da bacia do rio Passa-Cinco também presenciou o predomínio da pastagem no cenário de 2010, mesmo que em proporção menor.

In loco, foi possível constatar que as áreas de pastagem abarcam elevada quantidade de feições erosivas, principalmente sulcos erosivos (A) e ravinamentos (B), que atrelados ao pisoteio do gado, aceleram o processo de erosão linear. (Figura 7)

Figura 7: Sulcos (A) e Ravinas (B) em áreas de pastagem na Bacia do Rio Cabeça (SP)

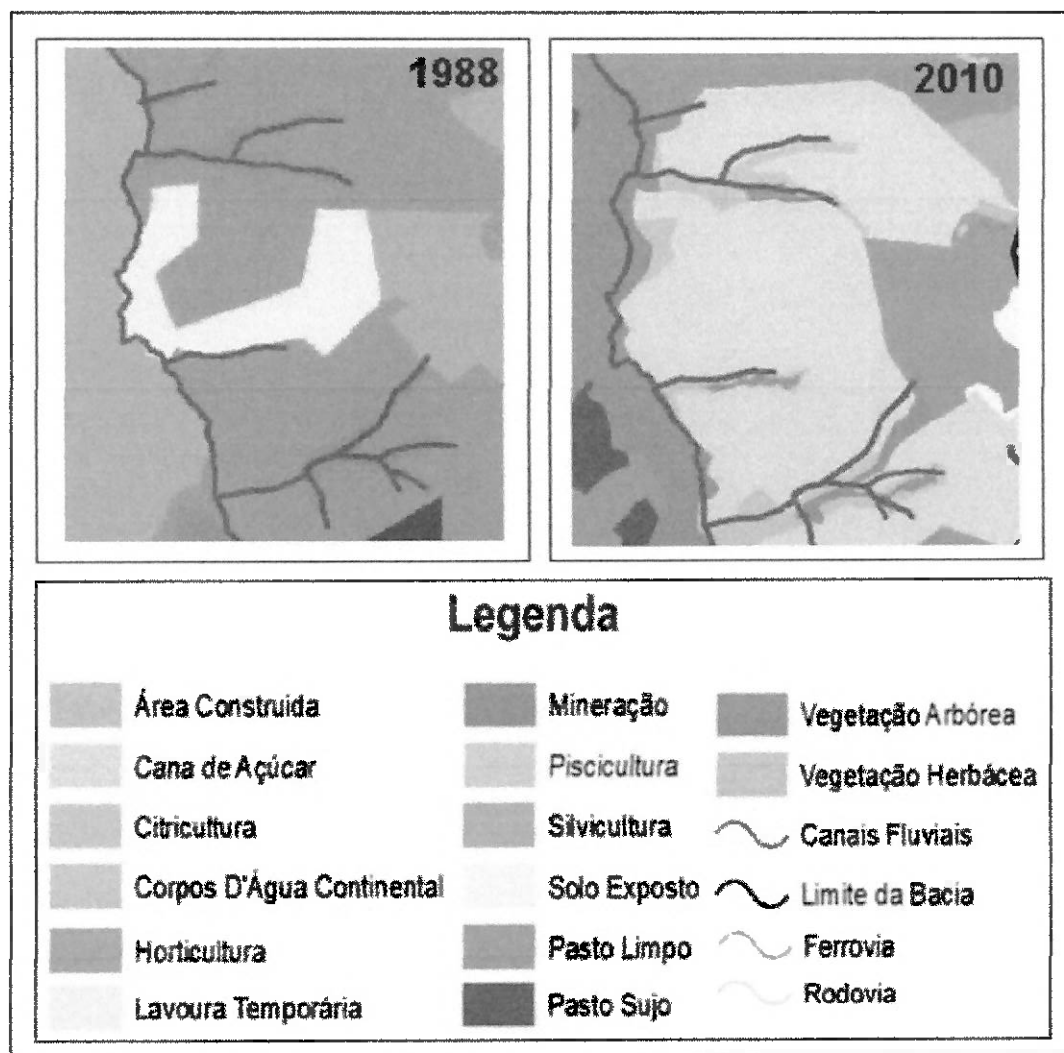


Fonte: SILVA, M.M (2021).

Pode-se observar que a classe mapeada como pastagem sofreu redução de 12,9%, passando de 91,4km² em 1988 para 63,3km² em 2010, dando margem ao crescimento das demais classes, exceto a silvicultura que diminuiu 2,35% e

o cultivo de lavoura temporária que perdeu 1,8% da área, cedendo seu espaço prioritariamente a cana de açúcar (Figura 8).

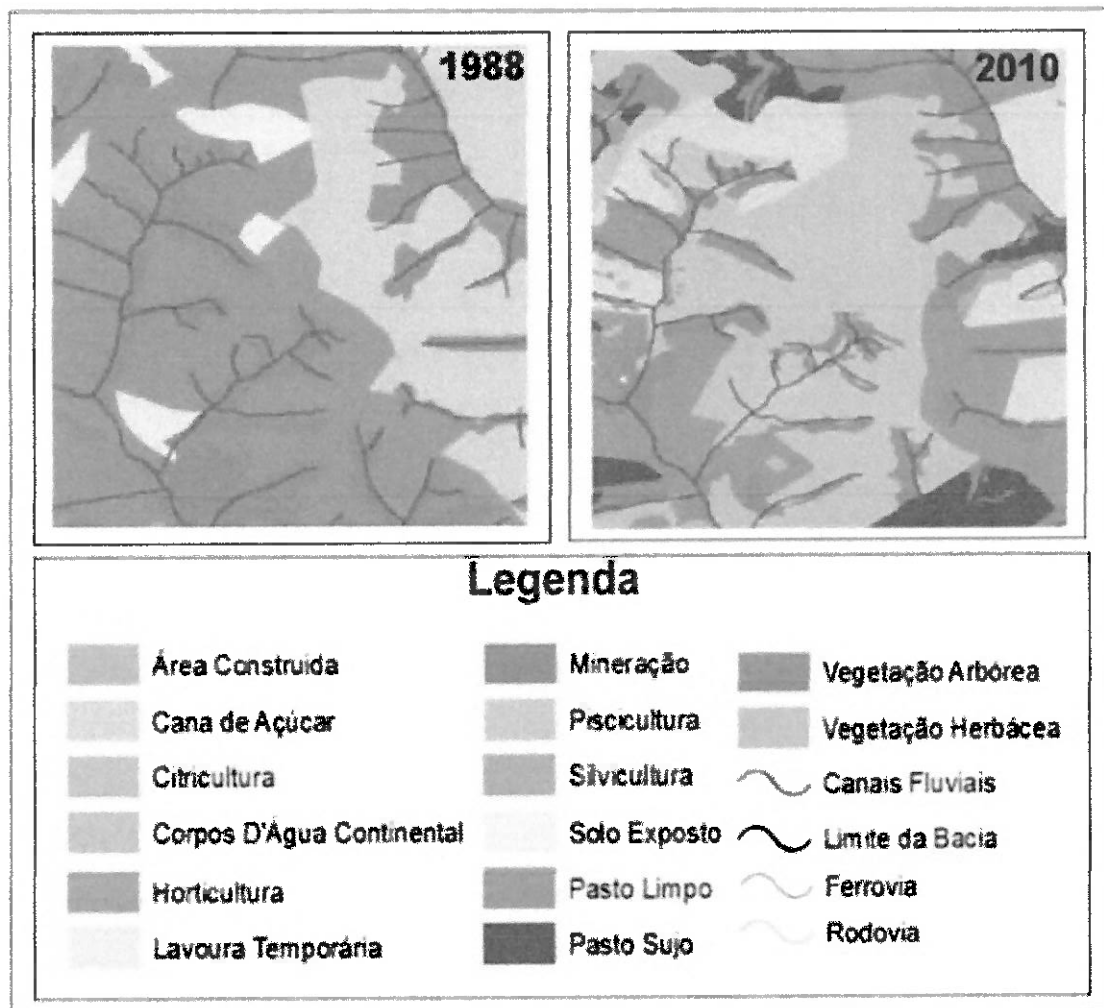
Figura 8: Diminuição da área ocupada pela lavoura temporária no setor sul da Bacia do Rio Cabeça (SP).



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Ainda sobre a diminuição da área ocupada pela classe pasto limpo no ano de 2010, constata-se que esse frequentemente é substituído pelo cultivo de citricultura, isto é, produção e plantação de frutas cítricas em especial, as laranjas. (Figura 9)

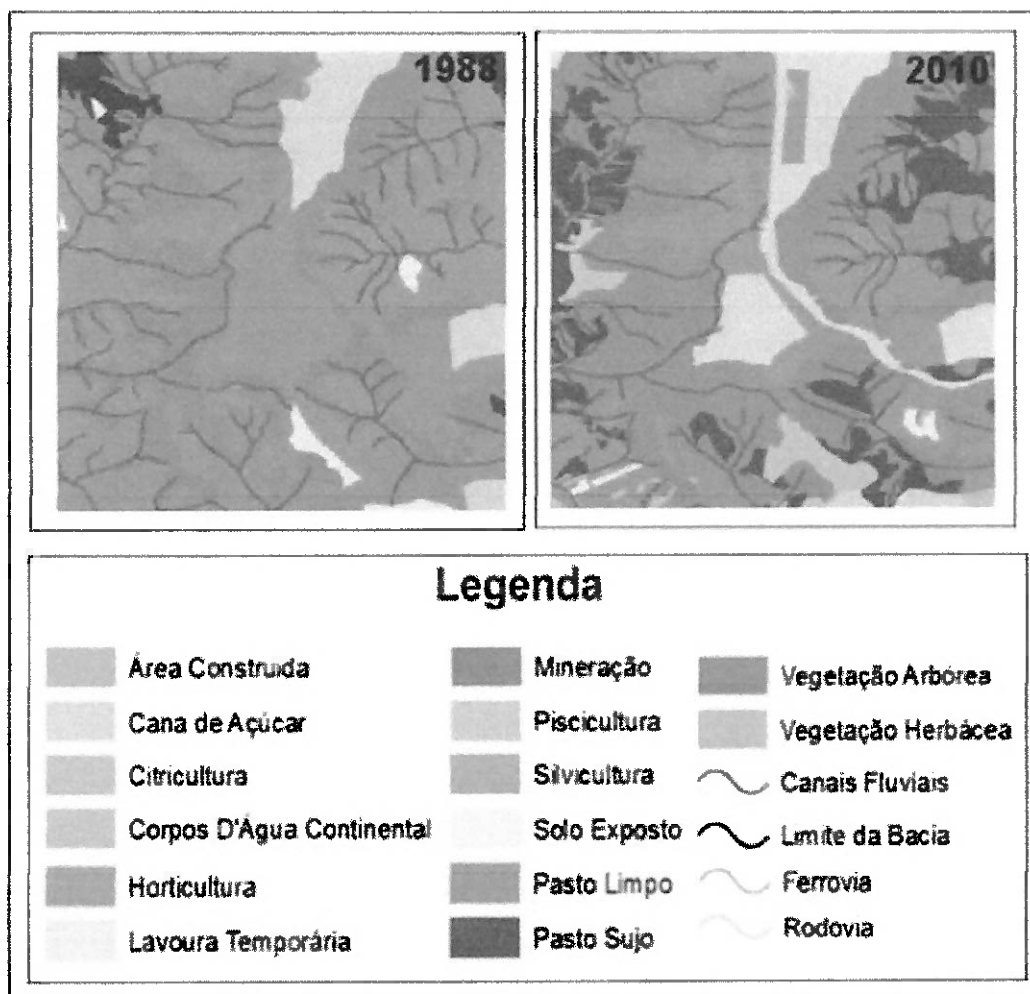
Figura 9: Cultivo de citricultura em áreas nas quais se registravam o predomínio de pastagem.



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

No que tange a vegetação arbórea, nota-se sua presença em maior relevância nos domínios que concernem ao *front* da *cuesta*, assim como nos locais onde há maior concentração dos canais de primeira ordem. Dessa forma, constatou-se que tal classe teve um aumento de 1,19% entre os cenários, expandindo sua área de 39,1km² no ano de 1988 para 41,7km² em 2010. (Figura 10)

Figura 10: Aumento da área ocupada pela vegetação arbórea na porção norte da Bacia do Rio Cabeça (SP).

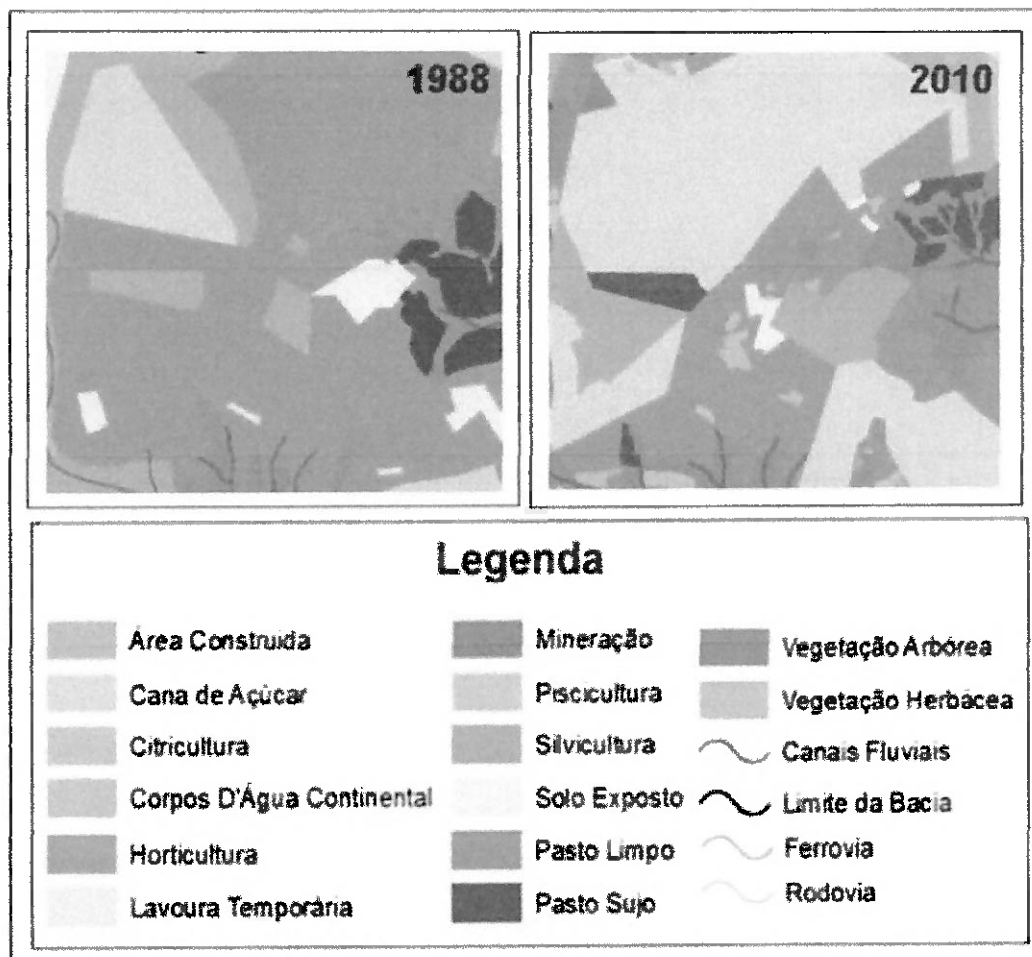


Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A respeito do uso e ocupação da terra pela cana de açúcar, verifica-se aumento da área ocupada por essa atividade no cenário de 2010, já que a mesma passa de 34,8km² em 1988 para 43,5km². Pontua-se que esse cultivo distribui-se em diferentes partes da área de estudo, entretanto, destaca-se no setor norte, principalmente no reverso cuneiforme que apresenta um relevo mais plano, quando comparado ao *front* da cuesta, o qual facilita o processo de mecanização desse tipo de atividade agrícola.

Nesse contexto, constata-se (Figura 11) a diminuição da classe pasto limpo em detrimento do aumento do cultivo de cana-de-açúcar.

Figura 11: Evolução do cultivo de cana-de-açúcar no setor de reverso cuestasiforme na Bacia do Rio Cabeça (SP).

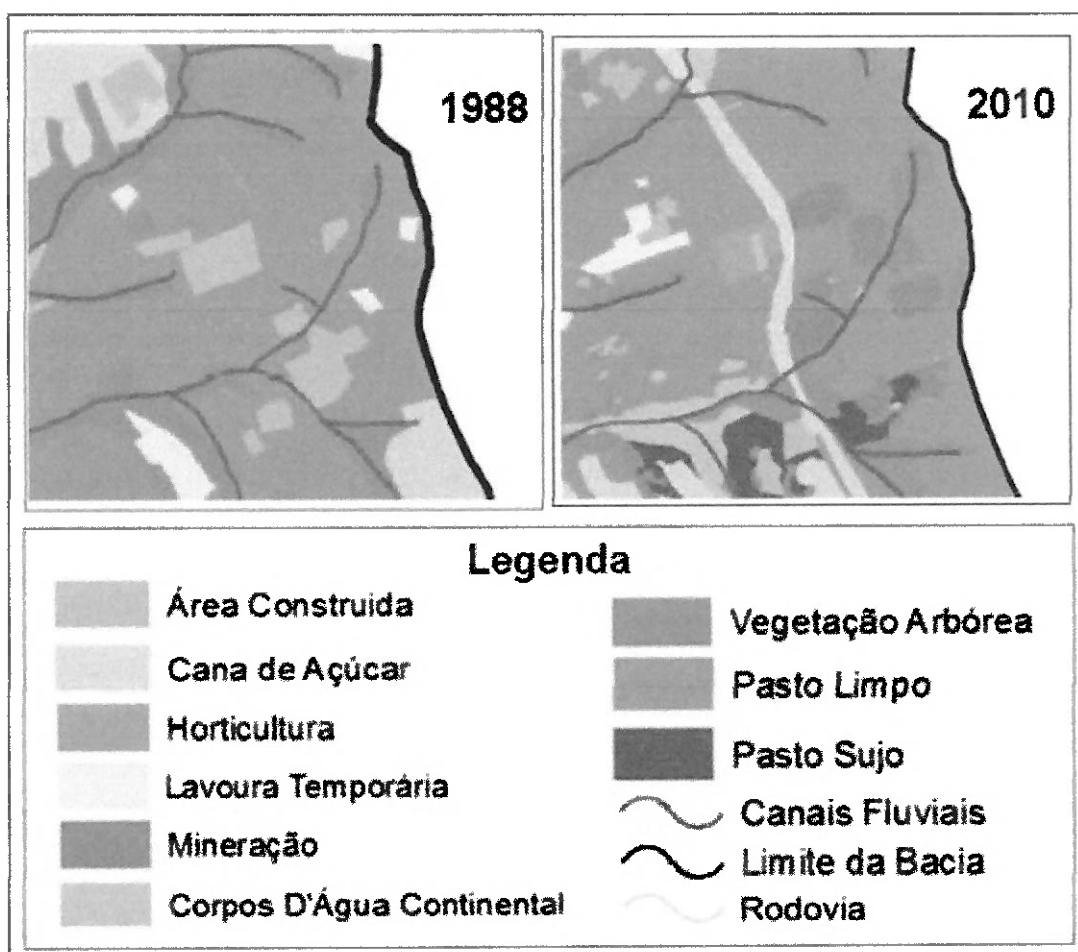


Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O aumento das atividades de uso e ocupação da terra pela monocultura de cana de açúcar em áreas que abarcam o setor das Cuestas também foi apontado por Stefanuto (2014), que afirma aumento expressivo dessa atividade agrícola na Serra do Cuscuzeiro, visto que a mesma passa de 0,4% em 1988 para 21,6% no ano de 2010.

Sobre a atividade de mineração, nota-se relativo crescimento no cenário de 2010 quando comparado ao de 1988, visto que essa classe passa de 0,56km² para 2,4km², aumentando cerca de 0,8%. (Figura 12)

Figura 12: Aumento de áreas ocupadas pela mineração no setor sudeste da Bacia do Rio Cabeça (SP), na região do polo cerâmico de Santa Gertrudes.



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O uso e ocupação da terra pela mineração ocorre sobre a Formação Corumbataí explorada para fabricação de cerâmica vermelha (Figura 13). Pontua-se que essa atividade acarreta em sérios problemas ambientais, já que além de implicar na poluição sonora e do ar, provoca também a retirada da cobertura vegetal e a intensificação de processos erosivos alterando a configuração do relevo.

Paschoal e Cunha (2016) em estudo aplicado a áreas de mineração identificam a existência de alterações antrópicas nos locais destinados às atividades minerárias, ao apontarem a descaracterização nos interflúvios, a dinamização dos processos de denudação e de sedimentação dos rios,

alterações no escoamento pluvial e cursos d'água e afloramento do lençol freático.

De acordo com Regensburger (2004), no processo de mineração os impactos diretos alteram características físicas, químicas e biológicas do ambiente, tendo como resultado um forte impacto visual em função da morte das comunidades de espécies vegetais e animais, alteração no relevo pela modificação da topografia, desestruturação do solo, erosão, assoreamento do sistema de drenagem, perda de matéria orgânica, maior incidência de raios solares e maiores amplitudes térmicas. Nesse sentido, observa-se que o ser humano torna-se agente responsável pelo esculpimento da paisagem por meio da imposição de mecanismos de controle aos processos naturais.

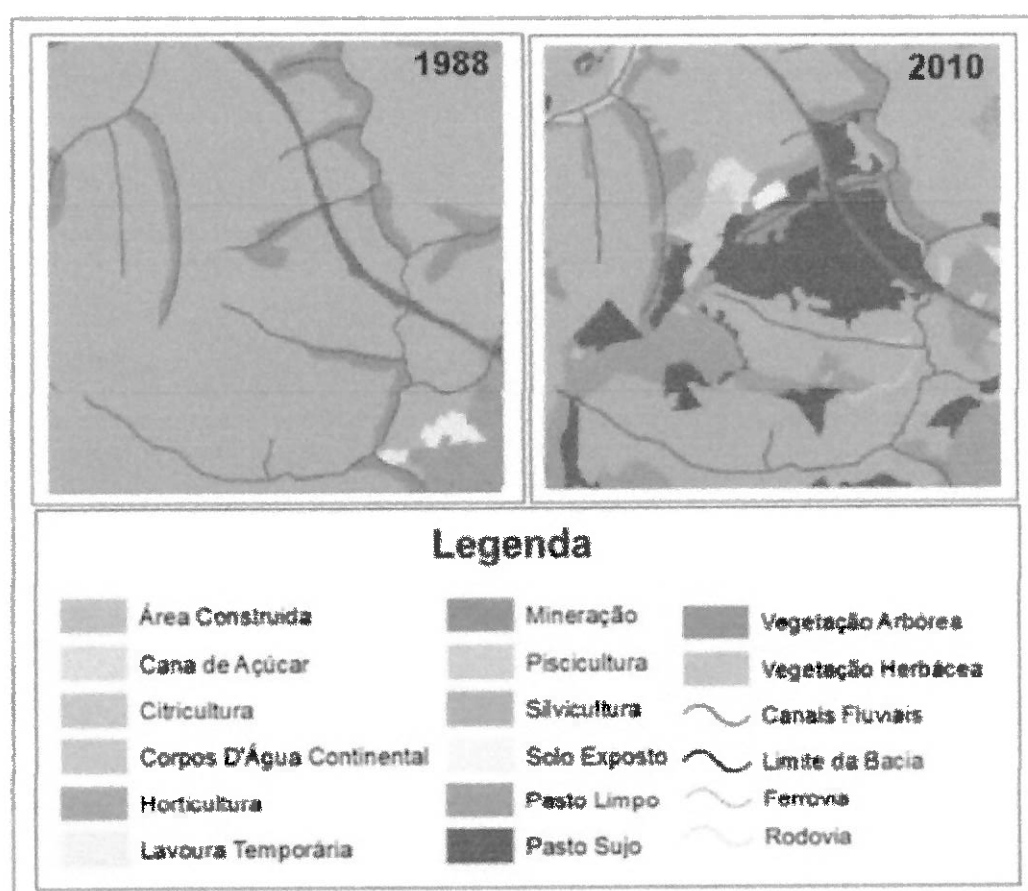
Figura 13: Mineração no setor sudeste da Bacia do Rio Cabeça (SP).

Fonte: SILVA, M.M (2019).



No que concerne à classe mapeada como silvicultura, constata-se a diminuição da área ocupada que passa de 31,9km² em 1988 para 26,9km² em 2010. Tal aspecto é relevante no setor sul, em direção à foz da bacia do rio Cabeça, onde se registrou o predomínio de outras atividades, associadas ao cultivo de cana-de-açúcar, citricultura e expressivo uso atrelado à pastagem, principalmente pasto sujo. (Figura 14)

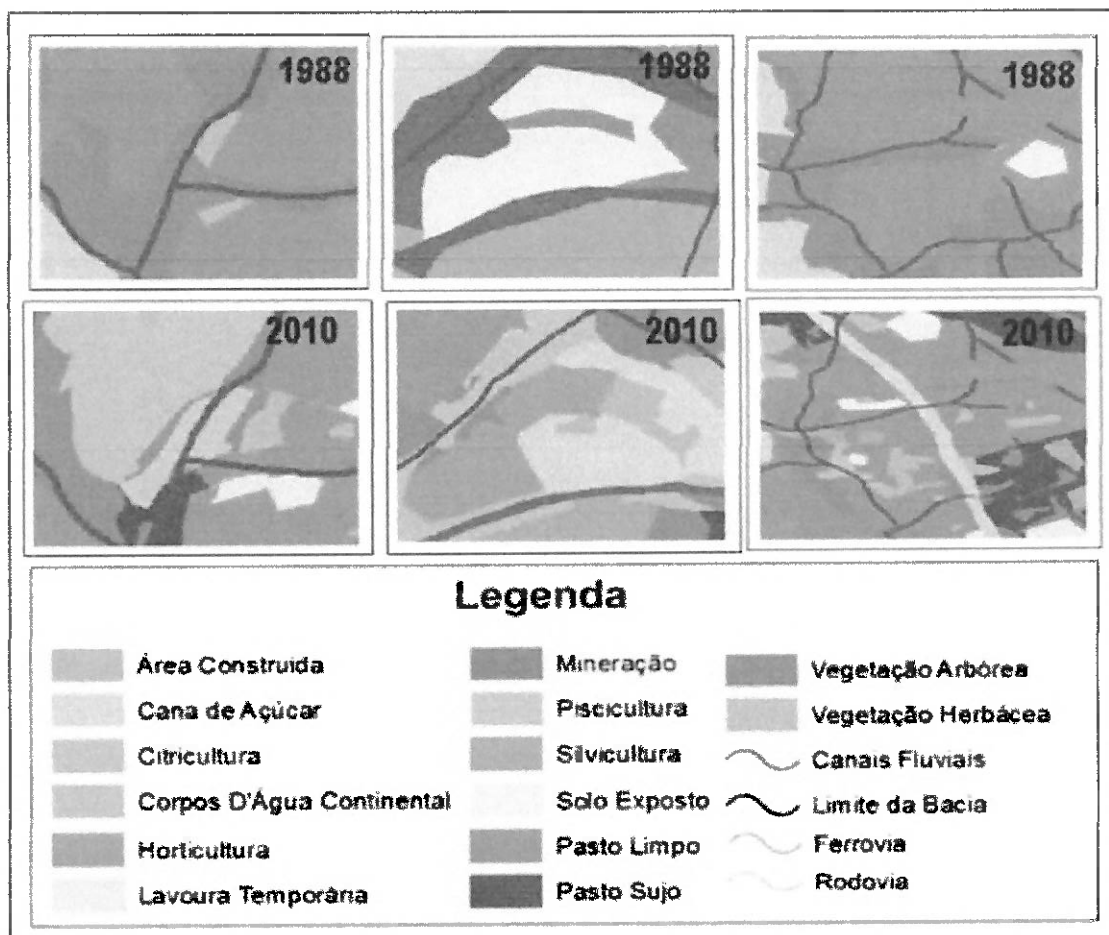
Figura 14: Diminuição da área ocupada pela silvicultura no setor sul da Bacia do Rio Cabeça no ano de 2010.



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Constata-se ainda que as classes mapeadas como piscicultura com 0,08km², horticultura com 0,02km² e rodovia com 1,08km² são ausentes no cenário de 1988. Assim, verifica-se que a área de piscicultura no cenário antigo era ocupada pela presença de vegetação arbórea, a horticultura pela lavoura temporária e a rodovia por pasto limpo. (Figura 15)

Figura 15: Análise comparativa da alteração no uso e ocupação da terra do ano de 1988 para 2010 na Bacia do Rio Cabeça (SP).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Com base nos dados obtidos por meio do mapeamento de uso e ocupação da terra de 1988 e 2010, verifica-se que a bacia do rio Cabeça, no primeiro período de análise, era ocupada por atividades como pastagem, silvicultura e cultivo de cana de açúcar, entretanto, verifica-se que esse cenário modifica-se no ano de 2010, quando se observa a diminuição da pastagem e o aumento das demais culturas, além do aparecimento de outras atividades não registradas anteriormente, como a citricultura, horticultura e piscicultura.

Cabe ainda compreender a mudança da dinâmica geomorfológica (Apêndice A e B) ocasionada na bacia do rio Cabeça nos períodos estabelecidos, a partir da comparação com o uso e ocupação da terra de modo a identificar a

expansão ou regressão de sulcos, ravinas, voçorocas, rupturas abruptas e suaves, bem como a influência direta da atuação antrópica através da construção de terraços agrícolas, ferrovias e rodovias.

Pontua-se que as informações geomorfológicas mapeadas foram sobrepostas aos dados referentes à litologia (Figura 2) e solos (Figura 3), a fim de considerar também a influência desses aspectos na análise das feições do relevo.

Nesse sentido, no que concerne aos mapeamentos geomorfológicos, os dados obtidos foram analisados e transpostos em uma tabela visando demonstrar os dados quantitativos referentes às feições vinculadas à erosão linear correspondentes a cada cenário mapeado. (Tabela 2)

Tabela 2. Comparação entre o número de feições erosivas na Bacia do Rio Cabeça (SP).

Feições	1988	2010
Sulcos Erosivos	423	618
Ravinas	97	107
Voçorocas	3	36

Com base nos dados apresentados na tabela 2, verifica-se uma mudança considerável em relação a algumas feições. Nesse contexto, nota-se que a quantidade de feições erosivas na bacia do rio Cabeça aumentou consideravelmente de um cenário para o outro, aspecto que permite inferir a suscetibilidade da área de estudo aos processos erosivos atuantes.

Litholdo (2017), na análise de dados gerados a partir dos mapeamentos geomorfológicos na bacia do rio Passa-Cinco, constata também um expressivo aumento das feições denudativas em áreas pertencentes à *cuestas*, exibindo o salto de 8 ravinas e 3 voçorocas em 1988, para 363 ravinas e 22 voçorocas no ano de 2010.

No que diz respeito às rupturas topográficas abruptas, verifica-se que essas aumentaram 4,27 km, indo de 69,03 km em 1988, para 73,3 km em 2010; já o mapeamento das rupturas suaves exibe uma relativa queda passando de 245,8 km para 206,1 km. (Figura 16)

Figura 16: Ruptura Topográfica Suave na Bacia do Rio Cabeça (SP).



Fonte: SILVA, M.M (2019).

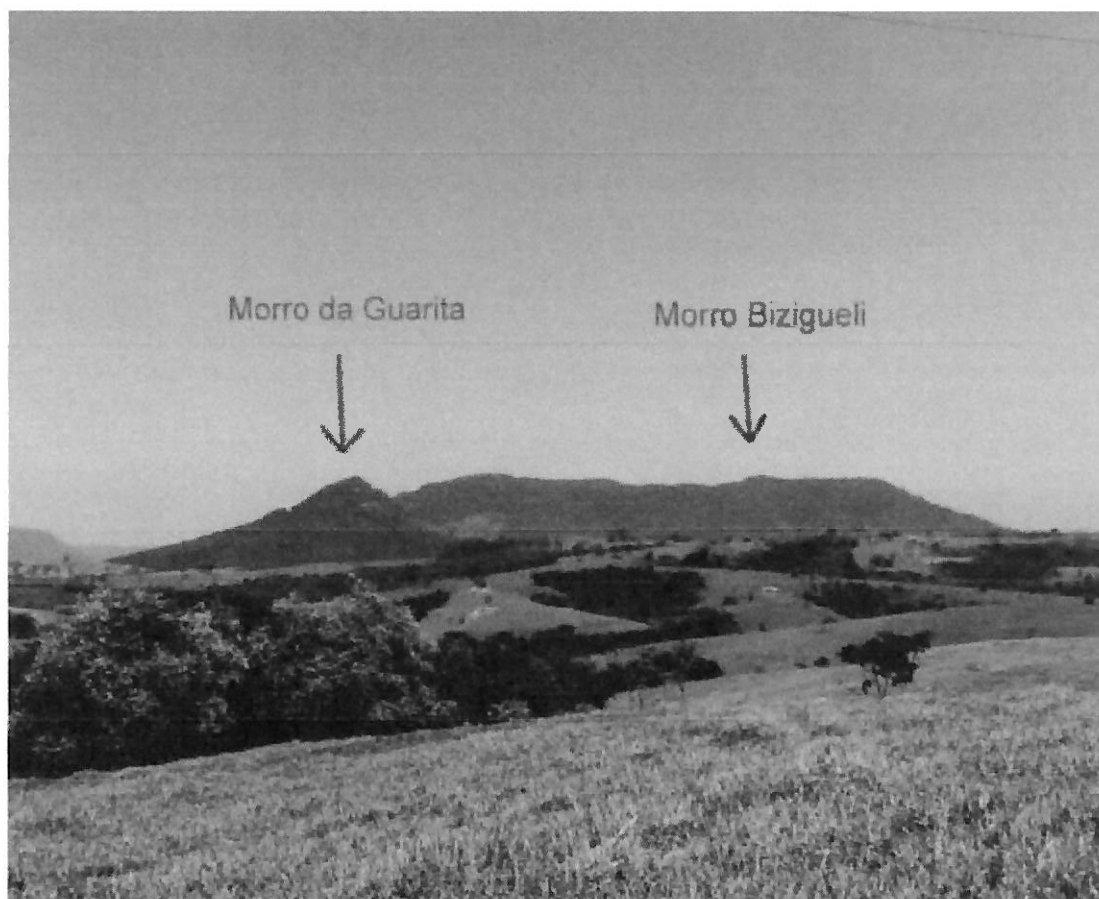
Destaca-se que a diminuição da extensão das rupturas topográficas suaves pode estar atrelada a introdução da cana de açúcar, visto que este cultivo é comumente realizado por meio do plantio em curvas de nível, cuja técnica possibilita a aparente eliminação desta feição geomorfológica.

Nesse contexto, Stefanuto (2014), que também analisou um setor *cuestiforme*, aponta a diminuição de 1,1km dessas estruturas entre o período de 1988 e 2010. Segundo o autor, essa diminuição ocorre devido a inserção massiva da cultura canavieira na área, que utiliza terraços agrícolas para seu cultivo, elemento responsável pela modificação na ocorrência das rupturas em 2010. Litholdo (2017) também pontua que a diminuição das rupturas pode ser ocasionada pela morfologia advinda do uso antrópico na área.

A respeito da presença dos morros residuais Bizigueli e Guarita, constata-se que esses se constituem nos divisores de água entre a bacia do rio Cabeça

e do rio Passa Cinco, também afluente do rio Corumbataí. Além disso, essas estruturas configuram-se como a linha de cumeada existente a sudoeste da área de estudo e caracterizam-se pelo elevado grau de dissecação do relevo, configurando-se com redes de drenagens bem encaixadas. (Figura 17)

Figura 17: Divisores de água da Bacia do Rio Cabeça (SP).



Fonte: SILVA, M.M (2019).

Litholdo (2017), através da análise geomorfológica da bacia do rio Passa-Cinco constata a tendência dos processos erosivos nas áreas entorno do Morro do Bizigueli, visto que a mesma aponta para o aumento na quantidade de sulcos, ravinas e rupturas topográficas abruptas no ano de 2010. Além disso, o fato dessas áreas estarem posicionadas em locais de transição litológica e alto declive gera a potencialização da dinâmica de escoamento superficial.

Visando uma compreensão detalhada dos processos e feições diferenciadas de relevo, dividiu-se a área em três setores principais: o reverso da *cuesta*, o *front cuestiforme* e a área da Depressão Periférica.

O setor referente ao reverso *cuestiforme*, na figura 18, localiza-se ao norte da bacia do rio Cabeça e caracteriza-se por baixos níveis de declividade; dessa forma, trata-se do setor mais elevado da área de estudo, entretanto com relevo mais suavizado.

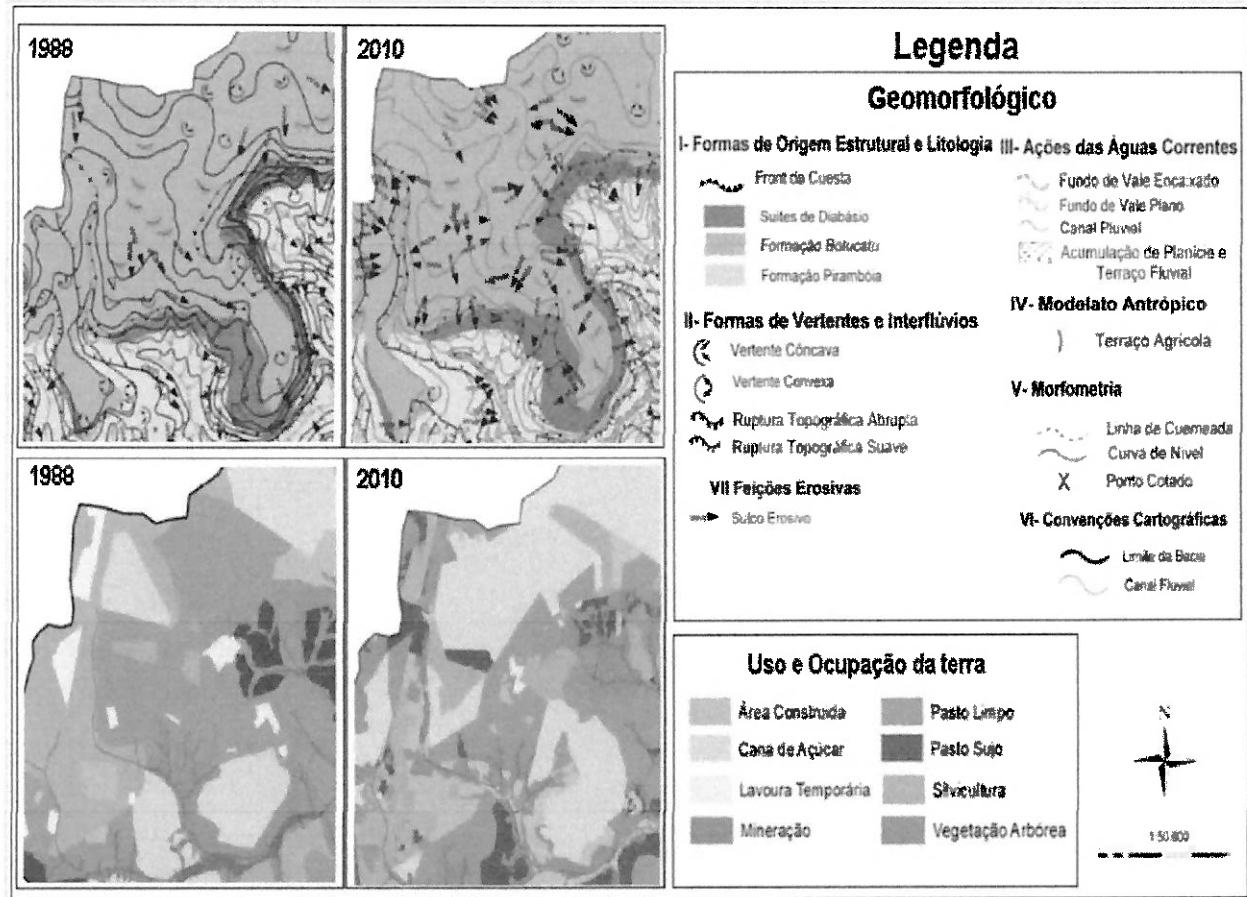
Figura 18: Reverso Cuestiforme na Bacia do Rio Cabeça (SP).



Fonte: SILVA, M.M (2019).

Para o cenário geomorfológico de 1988, constatou-se a presença de 22 unidades de sulcos erosivos que saltam para 73 unidades no cenário de 2010. Quanto ao uso e ocupação da terra, identificou-se predominantemente a produção de cana de açúcar, silvicultura e em menores proporções a pastagem. Já no cenário de 2010 observou-se o surgimento da citricultura, diminuição da área ocupada por pastagem e silvicultura e aumento da produção de cana-de-açúcar. (Figura 19). Nesse sentido, nota-se que os materiais que constituem o reverso *cuestiforme* convergem para que a área esteja sucessível aos processos erosivos, visto que é dominado pela Formação Botucatu e por Latossolo Vermelho Amarelo Álico, que caracteriza solos com elevada permeabilidade e baixa coesão, o que, segundo o IAC (2014), gera suscetibilidade a degradação sob manejo agrícola.

Figura 19: Mudança dos sulcos erosivos no reverso da *cuesta* basáltica devido ao avanço da cana-de-açúcar.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A erosão em sulcos ocorre em locais onde um fluxo concentrado de água flui em canais efêmeros, os quais podem ter por origem processos erosivos anteriores, as feições da topografia, a rugosidade do solo e as marcas ou traços de equipamentos de cultivo (MARTINS FILHO, 1999).

Weill e Sparovek (2008), na busca de indicadores para avaliação do impacto da erosão na qualidade do solo em sistemas de produção agrícola, constataram que em mais de 99 % da área ocupada com cana-de-açúcar as taxas estimadas de perda de solo por erosão superaram a taxa de renovação do solo, caracterizando a degradação desse recurso. Diante do exposto, constata-se que as medidas de conservação, como a implantação de terraços agrícolas (Figura 20-A), mostraram-se ineficientes, pois em áreas de pastagem,

encontram-se inúmeras feições denudativas (Figura 20-B) potencializadas pela presença do gado que ao compactar o solo pelo pisoteio, acelera a formação de escoamento superficial (Figura 20).

Figura 20: Sulcos erosivos em áreas com a presença de terraços agrícolas na Bacia do Rio Cabeça (SP)

Fonte: SILVA, M.M (2021).



Stefanuto (2014), também observa esse mesmo fenômeno, constatando que mesmo com o uso de técnicas agrícolas de manejo do solo, não houve contenção expressiva no número de sulcos erosivos na Serra do Cuscuzeiro, chegando a ocorrer, em alguns compartimentos, o aumento dos mesmos.

No que se refere ao *Front cuestiforme* observa-se um relevo mais declivoso (Figura 21), com escarpa colonizada pela vegetação arbórea (A). Em adição, verifica-se nesse setor, o desnível altimétrico entre o *Front* (A) e o Patamar estrutural (B). Além disso, em terreno abaixo do Patamar Estrutural identifica-se a presença de feições denudativas exibidas através dos sulcos erosivos em área ocupada por pastagem (C). (Figura 21)

Figura 21: Front Cuestiforme (A), Patamar estrutural (B) e Sulcos erosivos em terreno mais baixo (C) na Bacia do Rio Cabeça (SP).



Fonte: SILVA, M.M (2021).

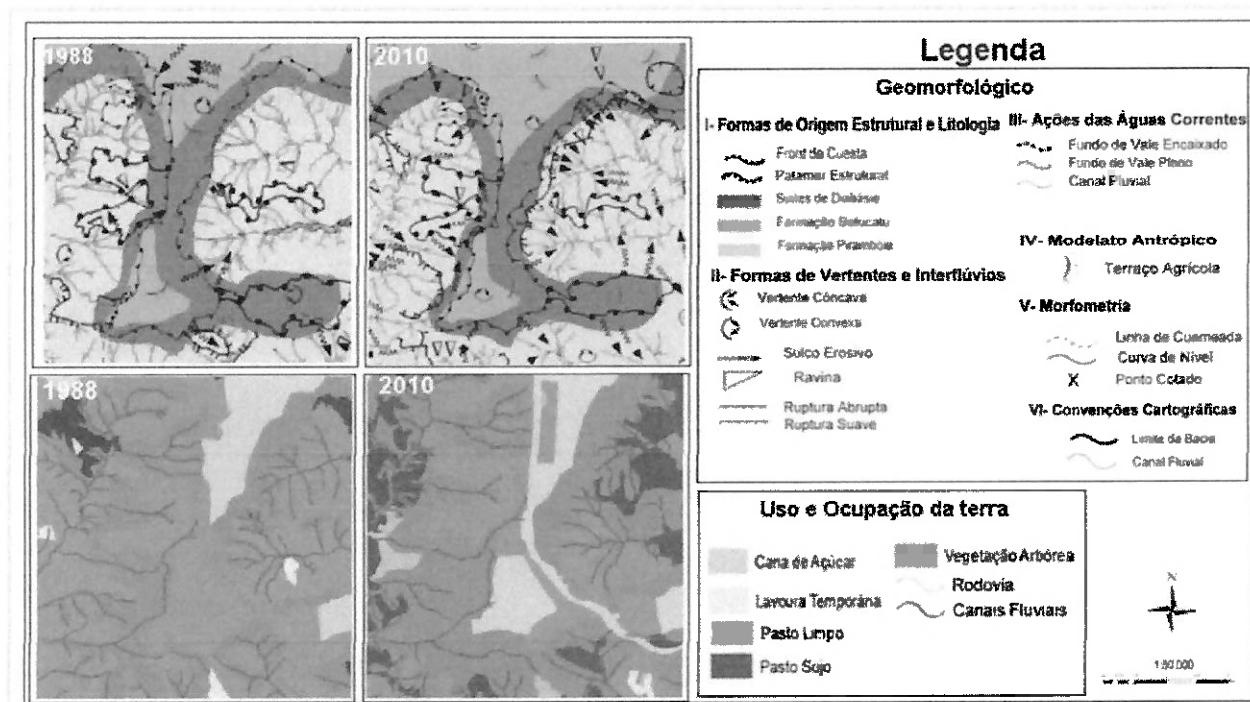
Nesse contexto, quanto ao mapeamento geomorfológico de ambos os cenários, nota-se nesse setor o aumento da quantidade de sulcos erosivos na proximidade dos canais de primeira ordem que drenam o *front*. Este fato pode estar atrelado à fragilidade estabelecida em áreas de transição litológica, no caso entre as Formações Serra Geral e Botucatu que abrangem um conjunto de derrames de basalto que se intercalam com fáceis areníticas.

Além disso, observa-se que a declividade mais acentuada no setor, interfere de maneira direta na velocidade de escoamento superficial, na taxa de infiltração e no poder erosivo da água. Guerra e Botelho (1996) evidenciam que, além dos fatores químicos e físicos da propriedade dos solos, fatores como as características das encostas, forma, comprimento e declividade principalmente influenciam de maneira variada nos processos denudativos, acelerando ou retardando os mesmos.

Sobre o uso e ocupação da terra de 1988, identificou-se o predomínio da pastagem com a presença de vegetação arbórea na escarpa do *front*. Em 2010 observa-se que, mesmo com o predomínio da vegetação, tem-se o aumento do número de sulcos erosivos que podem ser decorrentes também de um uso anterior por pastagem.

Dessa forma, nota-se que o abandono por parte dos proprietários da atividade pecuária permitiu a expansão da vegetação arbórea no local. Nesse sentido, verifica-se que as áreas mapeadas como pasto são as que comportam maior quantidade de sulcos erosivos. (Figura 22)

Figura 22: Aumento de sulcos erosivos no *Front da Cuesta* em áreas ocupadas por pastagem na Bacia do Rio Cabeça (SP).



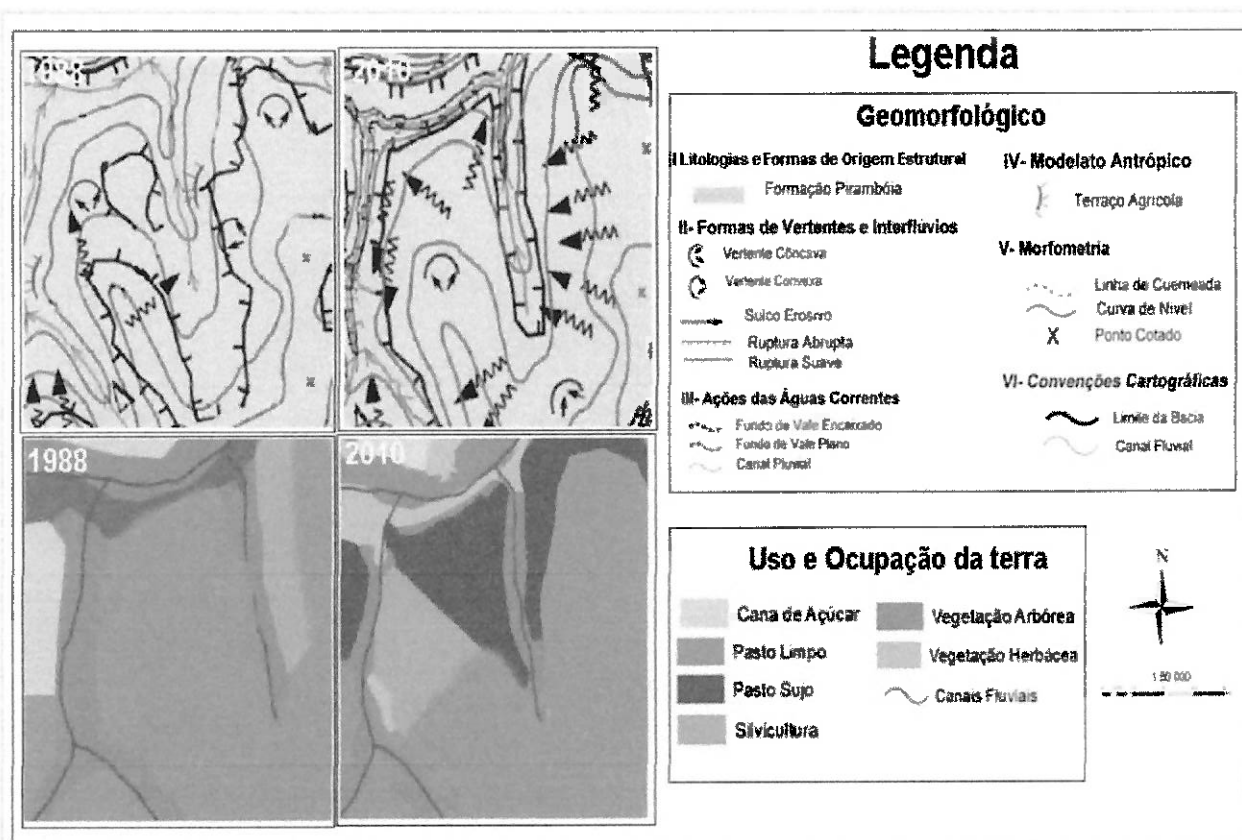
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O setor da Depressão Periférica, área mais baixa do relevo da bacia do rio Cabeça, destaca-se pela presença de sulcos erosivos por toda a área, principalmente naquelas com predomínio da Formação Pirambóia que, por comportar solos arenosos, apresenta elevado grau de fragilidade erosiva. Assim, outro aspecto que converge para a configuração das feições denudativas é a

presença do Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico que apresenta elevada susceptibilidade à erosão, exigindo práticas intensivas de controle a partir do manejo agrícola.

Nesse contexto, no mapeamento geomorfológico observa-se que os sulcos erosivos aumentaram no ano de 2010 quando comparado a 1988, concentrando-se em áreas com predomínio da pastagem. (Figura 23).

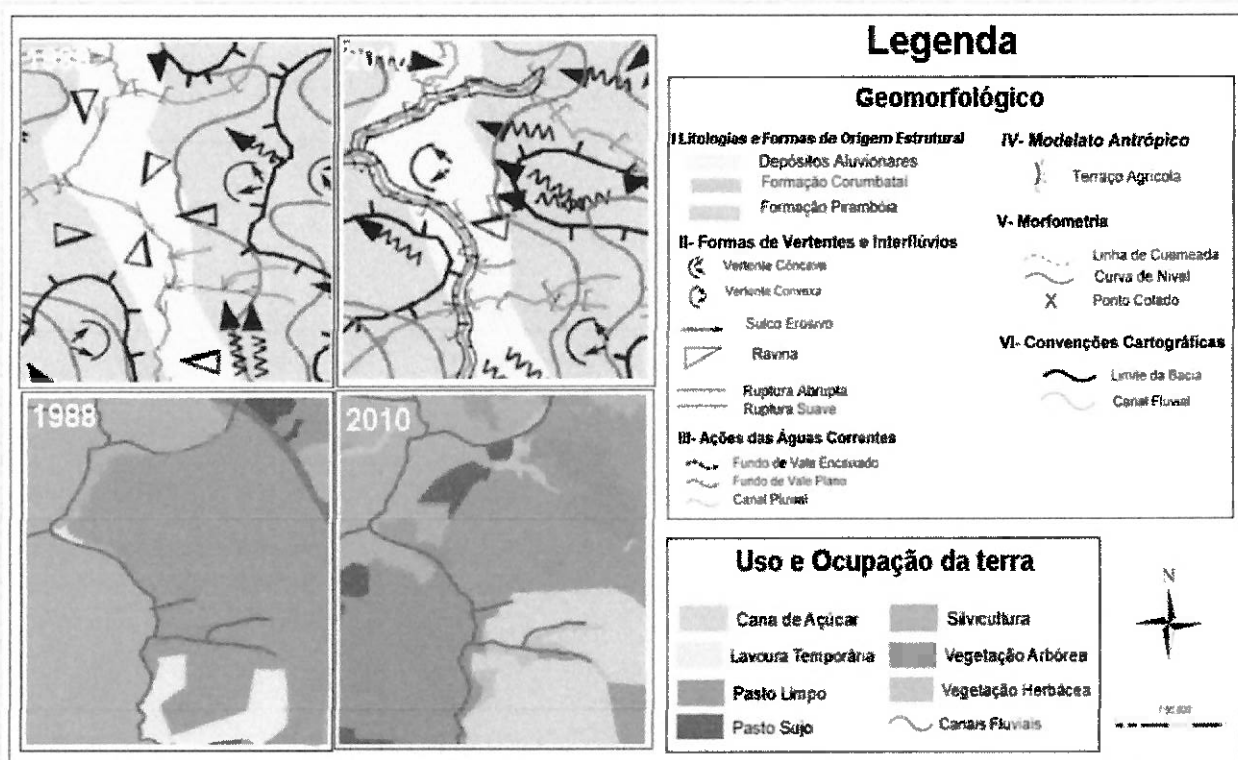
Figura 23: Aumento na quantidade de sulcos erosivos no setor da Depressão Periférica em área de pastagem na Bacia do Rio Cabeça (SP)



Sobre as ravinas, estágio intermediário do desenvolvimento das feições lineares, observa-se que essas se encontram dispostas em sua maioria no setor sul da Depressão Periférica, sendo distribuídas sobre a Formação Pirambóia, Rio Claro e Corumbataí, sobreposta por Latossolo Vermelho Amarelo, Neossolo Quartzarênico e Argissolo com alto grau de fragilidade erosiva.

A respeito da quantidade mapeada, nota-se relativa diminuição dessas feições no setor sul da Depressão Periférica no cenário de 2010, visto que, com base nos dados de uso e ocupação da terra, observa-se no ano de 1988 o predomínio da pastagem que corroborava no aceleração dos processos de erosão linear; já em 2010 nota-se que essa atividade foi substituída pelo relativo crescimento da vegetação arbórea e plantio de cana-de-açúcar (Figura 24).

Figura 24: Diminuição na quantidade de ravinas no setor da Depressão Periférica devido ao crescimento da vegetação arbórea e à plantação de cana-de-açúcar na Bacia do Rio Cabeça (SP).



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

No que concerne às voçorocas, observa-se que essas estão prioritariamente dispostas sobre os arenitos das Formações Botucatu e Pirambóia, recobertos por Neossolos Quartzarênicos e Latossolo Vermelho Amarelo Álico. Para o IAC (2014) esses solos se desenvolvem sobre arenitos e localizam-se em posições com relevo suavizado (declividades de 0 a 20 %), podendo apresentar maior estresse hídrico nos períodos de estiagem e maior susceptibilidade à erosão nos períodos chuvosos.

Nesse sentido, observa-se no setor noroeste da bacia do rio Cabeça, a presença dessas feições que exibem claramente a dinâmica e atuação dos processos erosivos em atividade, principalmente pelo fato dessa área apresentar alto grau de fragilidade litológica, exibindo taludes poucos vegetados e materiais sobre o canal, resultantes de ações de solapamento. (Figura 25).

Figura 25: Voçorocas no setor noroeste da Bacia do Rio Cabeça (SP).



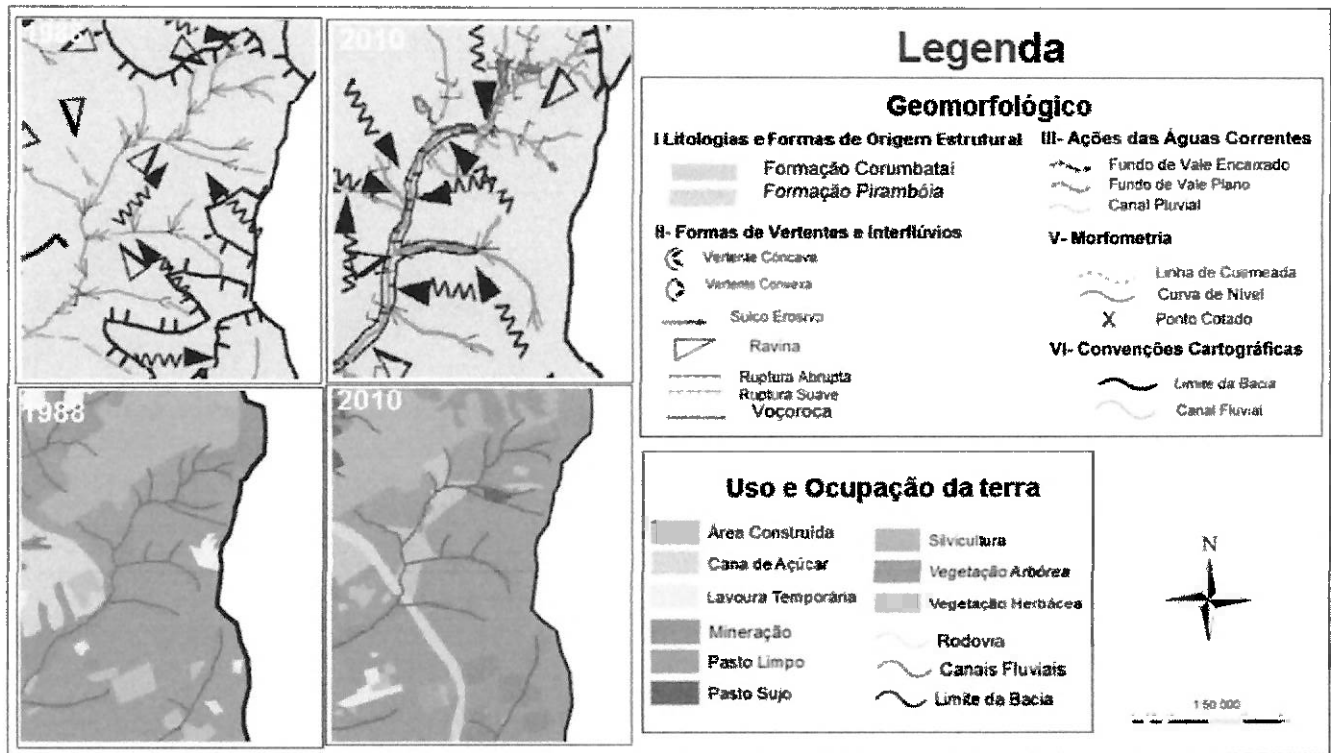
Fonte: SILVA, M.M (2021).

Para Guerra e Botelho (1996) uma vez estabelecida, a voçoroca tende a evoluir rapidamente, através de desmoronamentos que ocorrem tanto nas laterais, como no seu topo. O escoamento das águas que ocorre dentro das voçorocas se encarrega de transportar os sedimentos que se depositam no seu fundo; assim, em função desses desmoronamentos, a sua recuperação torna-se mais difícil e de custo elevado, devido á quantidade de sedimentos que é removida pelo escoamento superficial.

Quanto ao uso e ocupação da terra, nota-se que essas feições localizam-se sobre as classes de pastagem que evidenciam novamente a alta

susceptibilidade dessa atividade frente à evolução dos processos erosivos lineares. (Figura 26)

Figura 26: Surgimento de voçorocas no setor noroeste da Bacia do Rio Cabeça (SP) em áreas onde há o predomínio da pastagem.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A pequena presença de atividades atreladas à agricultura e o predomínio da pastagem na área, converge ao fato desse setor comportar solos quimicamente ácidos que necessitam de fertilização corretiva frequente. Outrossim, quanto ao uso e ocupação da terra, observa-se no ano de 2010, o surgimento da rodovia Washington Luiz no entorno desse setor, que pode ser considerada como outro elemento que pode propiciar a retomada erosiva do rio e a configuração dessas voçorocas. Além disso, verifica-se também o aparecimento de atividades associadas à mineração que demarcam a influência da dinâmica antropogênica no desdobramento de tais feições erosivas.

Augustin e Aranha (2006) destacam que a gênese e a localização de voçorocas podem estar associadas a diferentes fatores antrópicos que criam condições básicas para que ocorra um desequilíbrio entre a quantidade e a

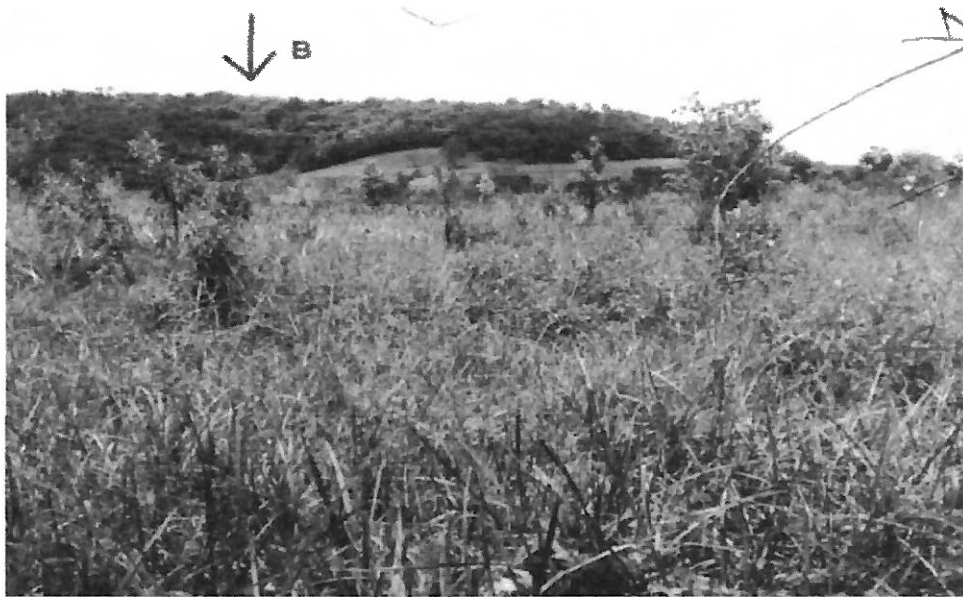
velocidade da água de chuva (potencial erosivo) e a quantidade de material efetivamente mobilizado dentro do canal. Nesse sentido, os autores apontam algumas ações antrópicas relevantes como: o desmatamento e as queimadas; a abertura de valas e uso de murunduns para separação de propriedades; o pisoteio do gado e a presença de trilhas; a abertura e drenagem de estradas vicinais e as atividades de mineração.

Pontua-se que a presença de feições erosivas, como as voçorocas, provocam o aumento na quantidade de sedimentos nos fundos de vale, convergindo assim para o aparecimento de Áreas de Acumulação de Planície de Terraço Fluvial (APTFs). Com base nos dados dos mapas geomorfológicos, constata-se o notório aumento das APTFs, passando de 3,84 km² em 1988, para 5,38km² em 2010.

Esse relativo aumento pode estar atrelado também ao conjunto de processos denudativos mais intensos que ocorrem na porção norte da bacia do rio Cabeça, já que a mesma apresenta maior declividade e conseqüentemente acelera o processo de escoamento e transporte de sedimentos pelo curso principal depositando no setor da Depressão Periférica, que apresenta canais com fundos de vales planos por receberem esses materiais erodidos. (Figura 27 e 28).

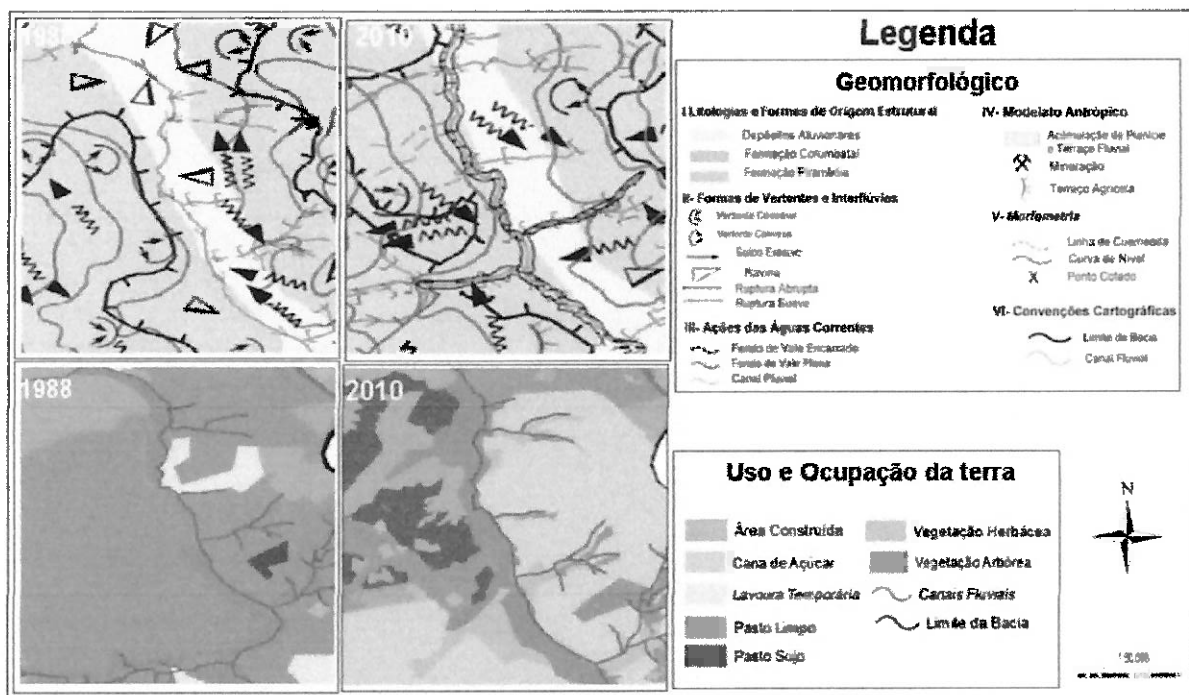
Dessa forma, constata-se que os canais de segunda ordem dispostos sobre a Depressão Periférica apresentam-se com fundos de vales planos que indicam a deposição de sedimentos em suas calhas, diferentemente dos canais de primeira ordem que apresentam em sua maioria, fundos de vale em "v" ou também descritos como encaixados.

Figura 27: Área de Acumulação de Planície de Terraço Fluvial (A) e Front Cuestiforme (B) na Bacia do Rio Cabeça (SP).



Fonte: SILVA, M.M (2021).

Figura 28: Aumento das áreas de APTFs em 2010 na Bacia do Rio Cabeça (SP)



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Além disso, observa-se também a correlação dessas APTFs com o uso e ocupação da terra, já que a pastagem no ano de 1988 que foi substituída pela

cana de açúcar em 2010, pode propiciar o acúmulo de materiais na formação dos leques aluviais.

A expansão e o cultivo de cana-de-açúcar realizado indistintamente, não considerando as condições de fragilidade natural de cada ambiente, propiciam a intensificação dos processos erosivos, degradação e depauperamento dos solos, principalmente solos arenosos que se apresentam mais suscetíveis a elevadas perdas. Em consequência tem-se o aumento do escoamento superficial e o destacamento de grandes quantidades de material erodido, intensificando os processos de assoreamento dos corpos hídricos do entorno. (CORRÊA *et. al*, 2016).

Diante do exposto, compreende-se que práticas agrícolas voltadas à plantação de cana-de-açúcar constituem-se em um elemento que evidencia a constituição de morfologias antropogênicas, uma vez que acarreta na perda da capacidade potencial de transporte da Bacia do Rio Cabeça diante da carga excessiva de materiais vindos das vertentes, fornecendo condições necessárias para a formação de leques aluviais.

4. Considerações finais

Com base no mapeamento geomorfológico do cenário de 1988 e 2010, constata-se no geral, que a bacia do rio Cabeça abrange o setor de Depressão Periférica e da Cuesta Basáltica, composta por reverso suavizado e *front*. Nesse sentido, verifica-se elevado predomínio de feições erosivas como os sulcos, ravinas e voçorocas instaladas principalmente no Reverso Cuestiforme e Depressão Periférica que comportam áreas de litologias mais susceptíveis aos processos denudativos, tratando-se de regiões nas quais se denotam intensos processos de dissecação da morfologia do relevo.

Assim, a partir do estudo realizado pode-se reconhecer a estrutura morfológica da área de estudo, assim como localizar as feições do relevo e suas modificações entre 1988 e 2010. Nesse sentido, verificou-se o expressivo aumento das feições denudativas no cenário mais recente, como observado na quantidade de sulcos erosivos, ravinas e voçorocas mapeadas.

Quanto à elevada presença dessas feições denudativas, nota-se que as mesmas estão presentes por todo o setor da Bacia do Rio Cabeça, com predomínio sobre a Formação Pirambóia, que por comportar solos arenosos apresenta elevado grau de fragilidade erosiva permitindo que os processos erosivos lineares instalem-se com maior rapidez. Ainda sobre as feições do relevo, nota-se que a diminuição das rupturas topográficas suaves em 2010, permite inferir, em análise conjunta com os dados de uso e ocupação da terra, que o cultivo de cana de açúcar por meio do plantio em curvas de nível possibilita a eliminação desta feição geomorfológica.

No que tange ao sistema hidrográfico, constata-se que os canais de primeira ordem apresentam, em sua maioria, fundos de vale em “V” ou também descritos como encaixados. Diferentemente, os canais de segunda ordem dispostos sobre a Depressão Periférica, apresentam-se com fundos de vales planos, visto que, nessas porções, observa-se a disposição de extensas planícies aluviais ao longo da bacia do rio Cabeça, que indicam elevado processo de erosão nas vertentes cujos materiais se depositam ao longo do curso principal, implicando também na formação dos leques aluviais.

Sobre a mudança da dinâmica geomorfológica frente ao uso e ocupação da terra referente aos dois anos mapeados (1988 e 2010), identificou-se a tendência do desenvolvimento de feições erosivas lineares sobre a classe pastagem, constatadas a partir do surgimento de ravinas e voçorocas em ambos os períodos de análise. Dessa forma, a pecuária possibilita a movimentação do solo através do pisoteio do gado, além de estar presente em terrenos de alta declividade, fator importante no processo de desenvolvimento das feições erosivas.

Em adição, percebe-se que as medidas de conservação, como o desenvolvimento dos terraços agrícolas, mostraram-se ineficientes, pois se encontram, na bacia do rio Cabeça, inúmeras feições denudativas potencializadas pela presença do gado que compacta o solo e acelera a formação de escoamento superficial.

Além disso, o aumento da classe de práticas agrícolas voltadas à plantação de cana-de-açúcar é outro elemento que evidencia a constituição de morfologias antropogênicas relacionadas ao surgimento das feições erosivas, visto que influi na compactação dos solos pelo uso de máquinas agrícolas, assoreamento dos corpos d'água, desmatamento para manutenção desse tipo de monocultura, além de acarretar na perda do potencial de transporte do rio Cabeça, fornecendo condições necessárias para a formação de leques aluviais.

Outrossim, o crescimento de áreas de mineração dispostas sobre a Formação Corumbataí explorada para fabricação de cerâmica, é outro dado que demarca a influência da dinâmica antropogênica no desdobramento das feições erosivas, uma vez que a retirada da cobertura vegetal influi no aceleração de processos erosivos.

Em suma, avaliando os resultados atingidos, considera-se que a presente pesquisa contribuiu nos estudos condizentes a antropogeomorfologia, já que se observa, com base nos mapeamentos apresentados, que o homem interferiu de forma considerável no relevo da bacia do rio Cabeça, implicando no estabelecimento de uma nova dinâmica erosiva em resposta às suas ações. Nesse sentido, pontua-se que esse estudo forneceu dados relevantes que podem ser utilizados pelo poder público, para auxiliar em planos que visem o

aprimoramento do planejamento de uso e ocupação da terra, bem como a compreensão das características morfológicas da região.

5. Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. N. Regiões de Circundesnudação Pós-Cretácea no Planalto Brasileiro. São Paulo: **Boletim Paulista de Geografia**, 1949.

AGRA FILHO, S. S. Conflitos ambientais e os instrumentos da política nacional de meio ambiente. **eGesta**, Santos, v. 4, n. 2, p. 127-140, 2008.

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

AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. A ocorrência de voçorocas em Gouveia, MG: Características e Processos Associados. **Geonomos**. n.14, p.75-86, 2006.

BROWN, E. H. O Homem modela a terra. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v. 30, n. 222, p. 03-18, 1971.

CAMARGO, M. Z. C. Análise Morfométrica da Bacia do Rio Cabeça (SP). São Paulo: **Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo**, Processo Nº: 2016/19564-0, 2017.

CANTALICE, *et al.* Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em sulcos em solo franco-argilo-arenoso. Minas Gerais: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2005.

CASSETI, Valter. Geomorfologia. [S.l.]: 2005. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: 07 jan. 2019

CERON, A. O.; DINIZ, J. A. F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia**. n. 2, v. 28, p. 161-173, 1966.

CÔRTEZ, A.R.P. Fácies e associação de fácies da Formação Piramboia na região de Descalvado (SP). São Paulo: **Revista do Instituto de Geociências**, 2015.

CORRÊA, E.A; MORAES, C.I; PINTO, S.A.F; LUPINACCI, C.M Perdas de Solo, Razão de Perdas de Solo e Fator Cobertura e Manejo da Cultura de Cana-de-Açúcar: Primeira Aproximação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v.32, p. 72-87, 2016.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. Tese (Doutorado Geociências)-Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2001.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

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

GUERRA, A. J. T e CUNHA, S.B.da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 338-345, 2001

GUERRA, A. J; BOTELHO, R.G.M. Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. Rio de Janeiro: **Anuário do Instituto de Geociências**, 1996.

HOBBSAWM, E. J. **A Era das Revoluções: Europa 1789-1848**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. **Solos do Estado de São Paulo**. 2014. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/>>. Acesso em: 10 ago. 2019

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; DIVISÃO DE MINAS E GEOLOGIA APLICADA. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981.

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.

LITHOLDO, K. R. Análise das alterações geomorfológicas derivadas do uso da terra na alta Bacia do Rio Passa Cinco (SP). São Paulo: **Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo**, Processo N°: 2017/22257-4, 2017.

MARTINS FILHO, M.V. **Modelagem do processo de erosão entressulcos em latossolos de Jaboticabal - SP**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

MILANI, E. J.; THOMAZ, F. A. Sedimentary Basins of South América. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. **A Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro: Fólio Produção Editorial, 2000.

MILANI, E. J.; et al. Bacia do Paraná. Rio de Janeiro: **Boletim de Geociências da Petrobrás**, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo, **Instituto de Geografia**, 1973.

NIR, D. Man, a Geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology. Jerusalém: Katem Pub, House, 1983.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. 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*. Recife, 2010.

PASCHOAL, L.G; CUNHA, C.M.L. Estudos geomorfológicos em área de mineração em Portugal: Cartografia Geomorfológica para análise do impacto sobre o relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, nº1, 2016.

PINTON, L. de G.; CUNHA, C. M. L. O uso de Geoindicadores em paisagem rural: subsídios à análise das mudanças morfológicas antropogênicas da bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia (SP). **Revista do Departamento de Geografia**. V. 29, p. 01-19, 2015.

PENTEADO, M. M. Fundamentos de Geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

PENTEADO, M. M. Implicações tectônicas na gênese das cuevas da bacia de Rio Claro. Campinas: **Notícia Geomorfológica**, 1968.

REGENSBURGER, B. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila através da regularização topográfica, da adição de insumos e sarrapilheira e de atratores da fauna**. Tese (Mestrado em Agroecossistemas)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

RICCOMINI, C. Considerações sobre a posição estratigráfica e tectonismo deformador da Formação Itaquerí na porção centro-leste do estado de São Paulo. São Paulo: **Revista Geológica (IG) série científica**. São Paulo, 1997.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros.**

Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades Espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. São Paulo: **Revista do Departamento de Geografia**, 2005.

RODRIGUES, S. C. Cartografia e Simbologia Geomorfológica: Evoluindo da Cartografia Tradicional para o uso de Simbologia Digital. São Paulo: **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2010.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. Campinas: **Texto para Discussão**. IE/UNICAMP, 2001.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos EIAs – RIMAs. In: GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

ROSS, J.L.S; MOROZ, I. Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo. São Paulo: **Revista do Departamento de Geografia**, 2011.

ROSS, J.L.S. **Geografia do Brasil**. 2ªed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998.

SAAD, A.R; SANTOS, P.R; CAMPOS, A.C. Evolução Tecto-Sedimentar do Grupo Tubarão (Neopaleozóico), na Margem Nordeste da Bacia do Paraná. Rio de Janeiro: **Academia Brasileira de Ciência**, 1979.

SANTOS, D.S. dos; DIAS. F.F. Uso de Anaglífos como Alternativa para Práticas de Estereoscopia em Sensoriamento Remoto. Rio de Janeiro: **Anuário do Instituto de Geociências**, 2011.

SCHNEIDER, R. L. et al. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**. 1974, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: SBG/RS, 1972.

SOUZA, T. de A. de.; OLIVEIRA, R. C. de. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. Amazonas: **Revista Geonorte**, 2012.

STEFANUTO, E.B. Mapeamento morfoestrutural na faixa de transição Cuesta-Depressão Periférica: A região de Analândia (SP). São Paulo: **Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo**, Processo Nº: 2014/11697-5, 2014.

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. A simbologia geomorfológica adaptada para mapeamentos de feições do relevo desenvolvidos em ambiente SIG. In: **Sociedade brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto**. Rio de Janeiro, 2017.

TORRES, F.T.P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S.O. Introdução a Geomorfologia. São Paulo: **Cengage Learning**, 2012.

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

TROPPEMAIR, H. **Fundamentos de Pedologia**. Rio Claro: Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, 1969.

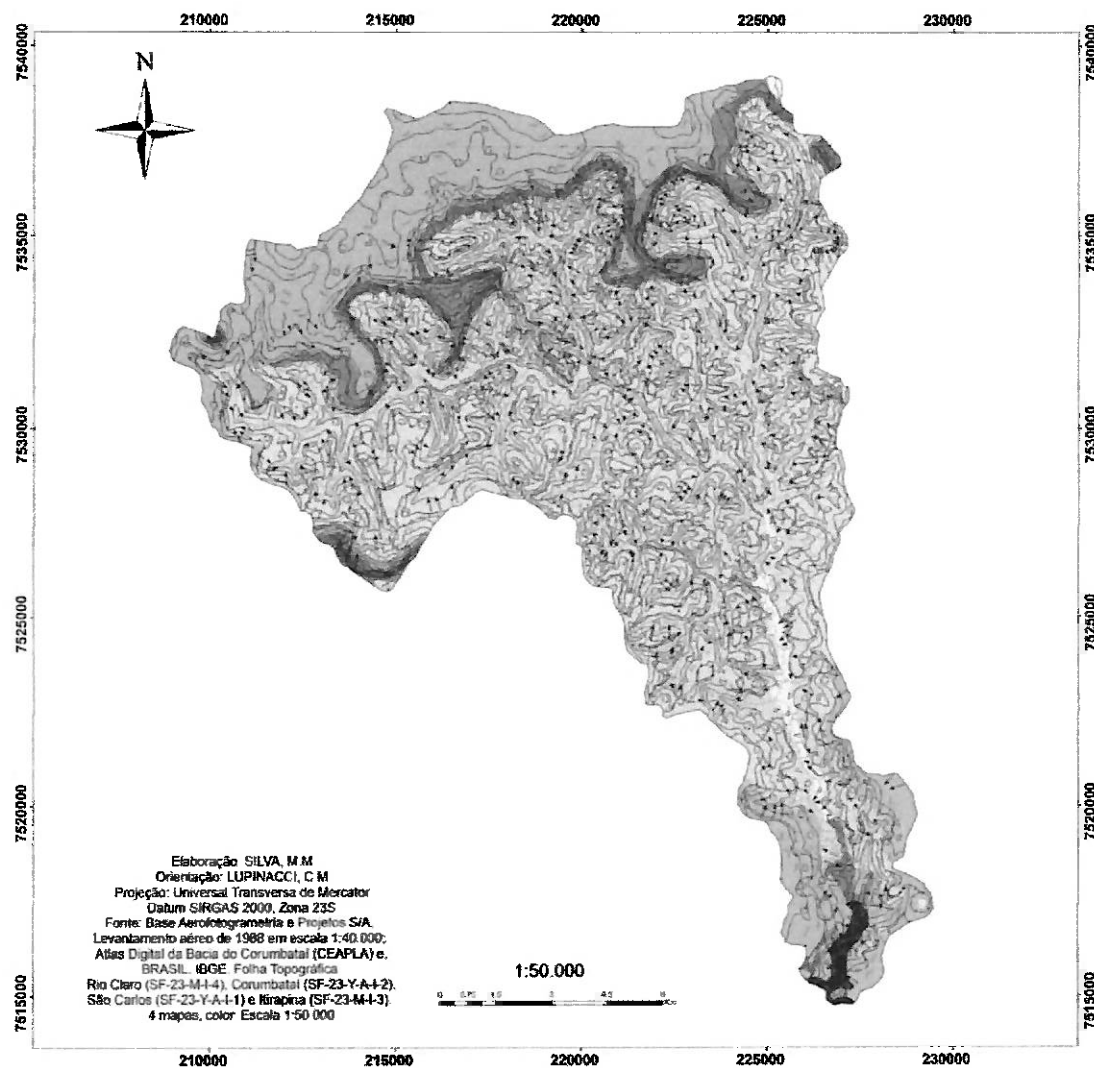
TROPPEMAIR, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro: Helmut Troppmair, 2004.

WEILL, M.A.M. & SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). II Interpretação da tolerância de perda de solo utilizando o método do Índice de Tempo de Vida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 815-824, 2008.

ZAINE, J.E. Geologia da Formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP). Tese (Mestrado em Geociências)- Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 1994.

APÊNDICE A- Carta Geomorfológica da Bacia do Rio Cabeça (SP)-1988.

Carta Geomorfológica da Bacia do Rio Cabeça (SP) -1988



Legenda

I- Formas de Origem Estrutural e Litologia

- Front da Cuesta
- Patamar Estrutural
- Depósitos Aluvionares
- Formação Rio Claro
- Formação Itaqueri
- Suões de Diabásio
- Formação Botucatu
- Formação Pirambóia
- Formação Corumbatal
- Formação Itati
- Formação Tatui
- Formação Itaqueri

II- Formas de Vertentes e Interflúvios

- Vertente Côncava
- Vertente Convexa
- Morro Testemunho
- Sulco Erosivo
- Ravina
- Vogoroca
- Ruptura Abrupta
- Ruptura Suave

III- Ações das Águas Correntes

- Fundo de Vale Encaixado
- Fundo de Vale Plano
- Canal Fluvial
- Lago

IV- Modelato Antrópico

- Acumulação de Planície e Terraço Fluvial
- Mineração
- Terraço Agrícola

V- Morfometria

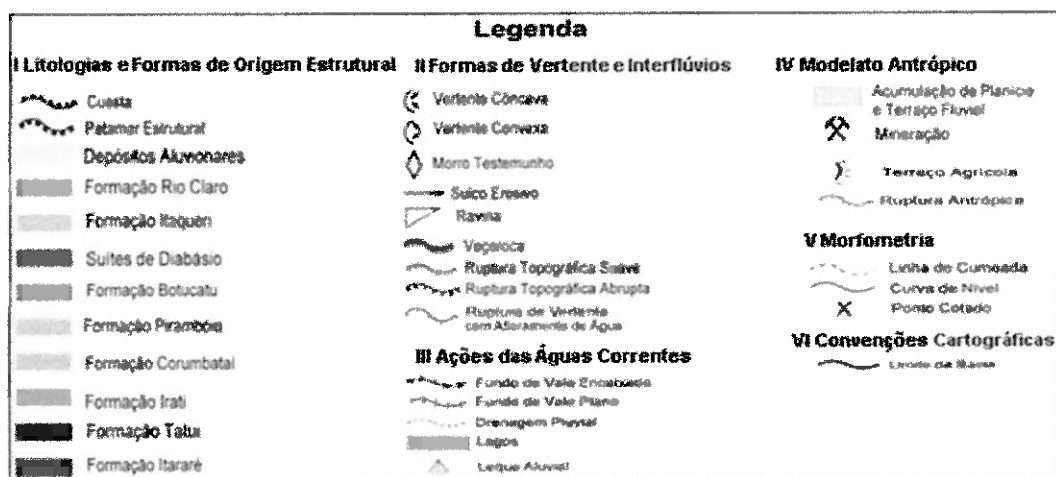
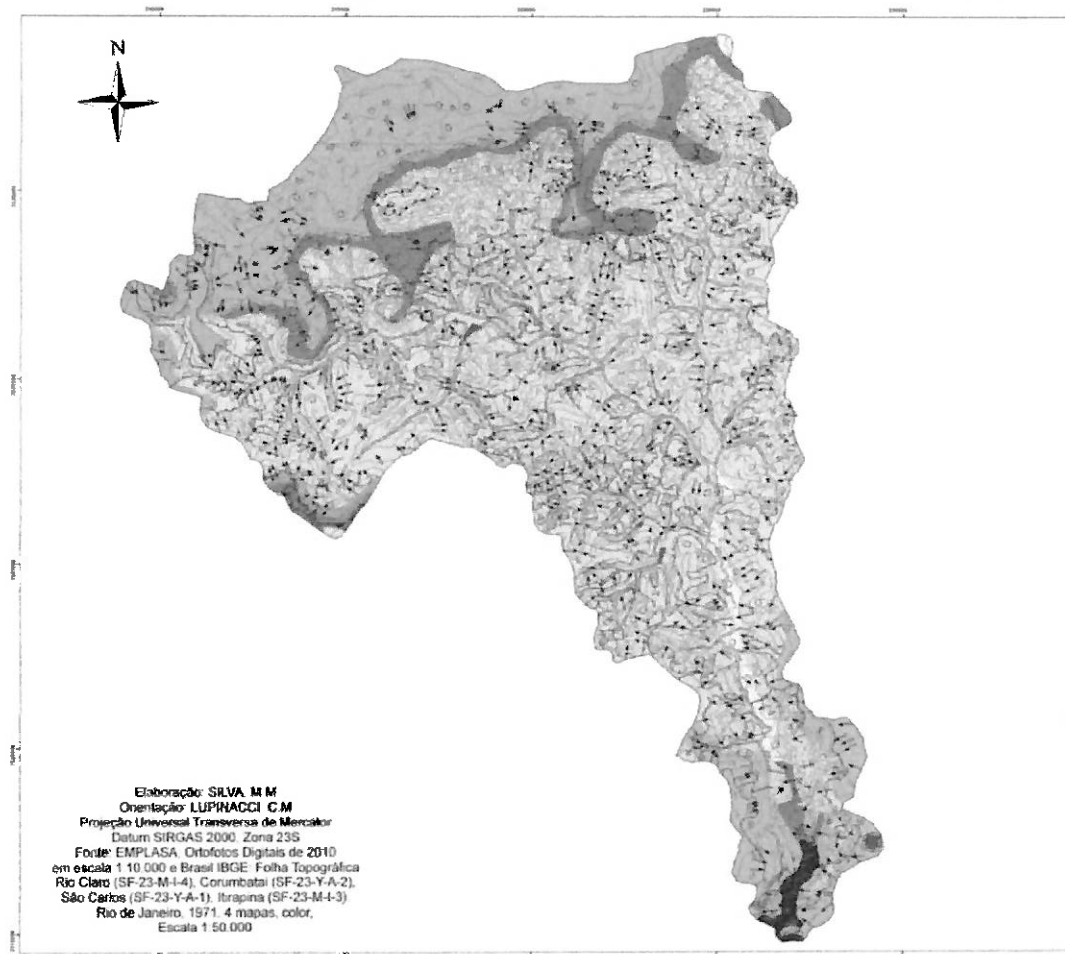
- Linha de Cuernhada
- Curva de Nível
- Ponto Cotado

VI- Convenções Cartográficas

- Limite da Bacia
- Canal Fluvial

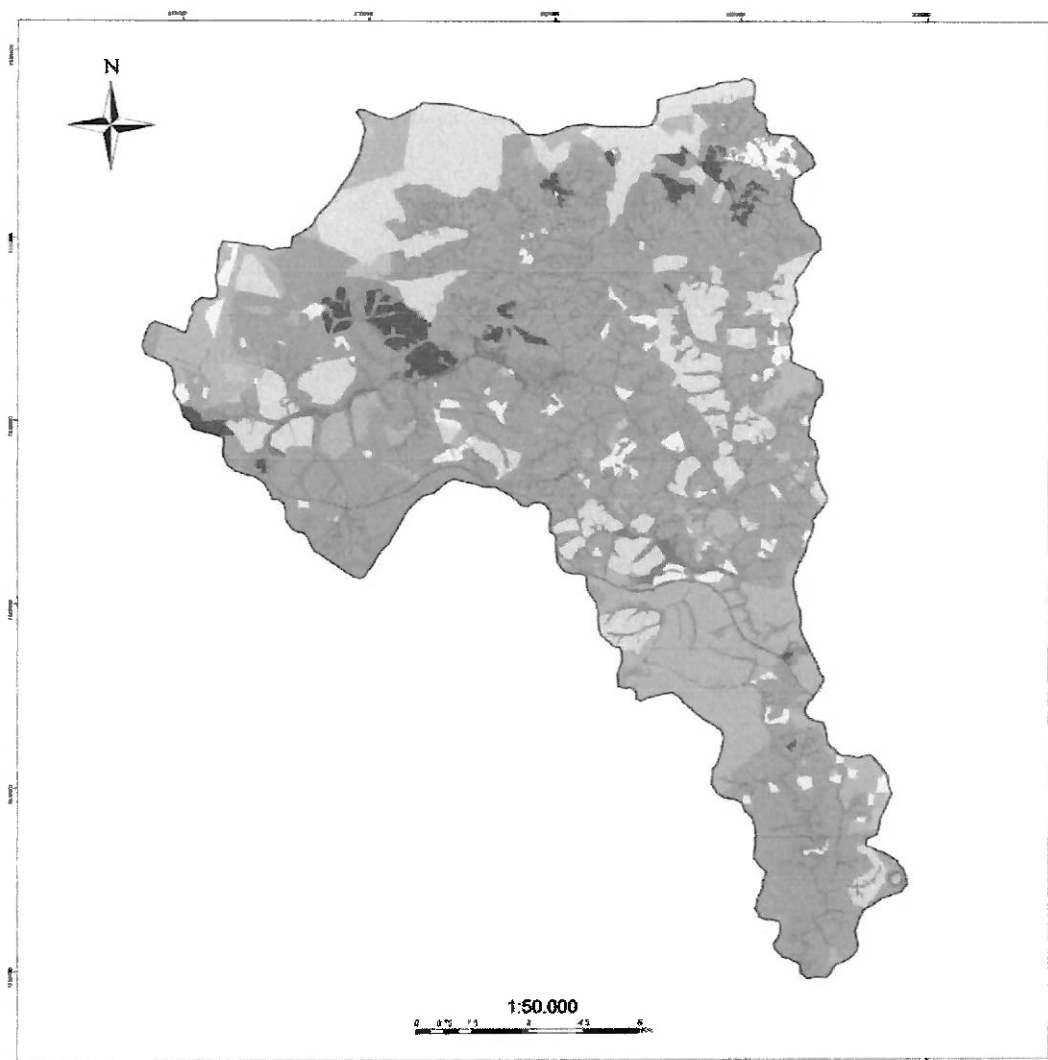
APÊNDICE B- Carta Geomorfológica da Bacia do Rio Cabeça (SP)-2010

Carta Geomorfológica da Bacia do Rio Cabeça (SP) -2010



APÊNDICE C- Carta de Uso e Ocupação da Terra da Bacia do Rio Cabeça (SP)- 1988

Carta de Uso e Ocupação da Terra da Bacia do Rio Cabeça (SP)- 1988



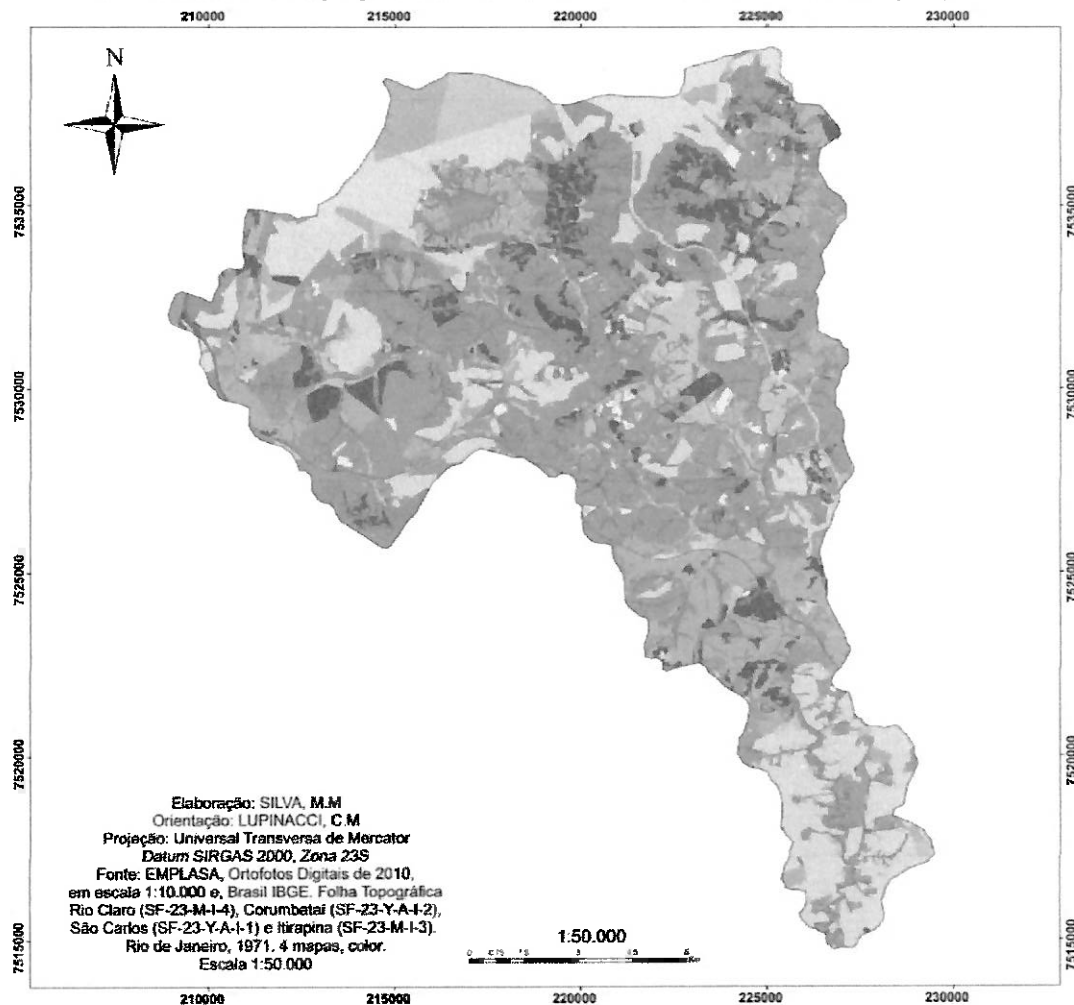
Legenda

Área Construída	Pasto Sujo
Cana de Açúcar	Savana Florestal
Corpos D'Água Continental	Silvicultura
Ferrovia	Vegetação Alagada
Lavoura Temporária	Vegetação Arbórea
Mineração	Canais Fluviais
Pasto Limpo	Limite da Bacia

Elaboração: SILVA, M.M.
 Orientação: LUPINACCI, C.M.
 Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Datum SIRGAS 2000, Zona 23S
 Fonte: Base Aerofotogrametria e Projetos S/A.
 Levantamento aéreo de 1988 em escala 1:40.000 e,
 Brasil IBGE. Folha Topográfica Rio Claro (SF-23-M-I-4),
 Corumbataí (SF-23-Y-A-I-2), São Carlos (SF-23-Y-A-I-1) e
 Itirapina (SF-23-M-I-3). Rio de Janeiro, 1971. 4 mapas, color.
 Escala 1:50.000

APÊNDICE D- Carta de Uso e Ocupação da Terra na Bacia do Rio Cabeça (SP)- 2010.

Carta de Uso e Ocupação da Terra da Bacia do Rio Cabeça (SP)- 2010



Legenda

Área Construída	Mineração	Vegetação Arbórea
Cana de Açúcar	Piscicultura	Vegetação Herbácea
Citricultura	Silvicultura	Canais Fluviais
Corpos D'Água Continental	Solo Exposto	Limite da Bacia
Horticultura	Pasto Limpo	Ferrovia
Lavoura Temporária	Pasto Sujo	Rodovia