



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



Trabalho de Graduação

Curso de Graduação em Geografia

A ANTROPOGEOMORFOLOGIA NA BACIA DO CÓRREGO DO CAVALHEIRO –
ANALÂNDIA/SP: UMA AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DO USO DA TERRA E SUA
ADEQUABILIDADE A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E A CAPACIDADE DE USO

Leandro de Godoi Pinton

Prof^a. Dr^a. Cenira Maria Lupinacci da Cunha (orientadora)

Rio Claro (SP)

2011

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

LEANDRO DE GODOI PINTON

A ANTROPOGEOMORFOLOGIA NA BACIA DO CÓRREGO
DO CAVALHEIRO – ANALÂNDIA/SP: UMA AVALIAÇÃO DA
DINÂMICA DO USO DA TERRA E SUA ADEQUABILIDADE A
LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E A CAPACIDADE DE USO

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

Rio Claro - SP
2011

551.4a Pinton, Leandro de Godoi
P659a A antropogeomorfologia na bacia do Córrego do Cavalheiro -
Analândia/SP: uma avaliação da dinâmica do uso da terra e sua
adequabilidade a legislação ambiental e a capacidade de uso / Leandro de
Godoi Pinton. - Rio Claro : [s.n.], 2011
102 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

1. Geomorfologia. 2. Restrições legais. 3. Capacidade de uso da terra.
I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

LEANDRO DE GODOI PINTON

A ANTROPOGEOMORFOLOGIA NA BACIA DO CÓRREGO
DO CAVALHEIRO – ANALÂNDIA/SP: UMA AVALIAÇÃO DA
DINÂMICA DO USO DA TERRA E SUA ADEQUABILIDADE A
LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E A CAPACIDADE DE USO

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

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Cenira Maria Lupinacci da Cunha (orientadora)

Prof^a. Dr^a. Andréia Medinilha Pancher

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

Assinatura do(a) orientador(a)

Aos meus pais,

Darlei e Marco.

Agradecimentos

À **Deus** – por me conceder refúgio às angústias;

À **minha família** – pelo suporte e amor, em especial, a tia Dica pelo incansável incentivo aos estudos.

À **Prof^a. Cenira** – pela *oportunidade de dividir* os seus conhecimentos geomorfológicos e *despertar* novos olhares à ciência; pela *amizade*, ao mostrar caminhos para a harmonia entre a ciência e a vida; pela *paciência e compreensão* nas escolhas realizadas ao longo deste período; pela *confiança* na minha pessoa; por *acreditar nos meus anseios* como pessoa e profissional; por *ser professora*, e demonstrar a capacidade de construir pensamentos através do ensino.

Aos **meus verdadeiros amigos**, *Aleksander (Keki), Juliana, Larissa e Ruan*, por dividirem diversos momentos de tristeza e alegria.

Aos **amigos professores do Colégio Puríssimo Coração de Maria** (Rio Claro-SP) por acreditar na educação.

Aos **funcionários da Prefeitura de Analândia**, em especial ao Eng^o. Savio, que despendeu tempo e material para fornecer informações sobre a realidade do município.

Aos **colegas do LAGEO** (Laboratório de Geomorfologia), em especial, Alan e Patrícia, pelas incessantes pesquisas para manter o nome da Geomorfologia de Rio Claro-SP.

Aos **amigos e funcionários da Biblioteca** – UNESP/Campus de Rio Claro-SP, pela alegria em auxiliar na busca por palavras e pelos conselhos de vida: Celinha, Gi, João, Meire, Monica, Nilza, Rejane, Rosangela e Suzi.

Aos **amigos e funcionários da seção técnica de graduação** pela paciência e cuidado nos tramites relacionados à graduação: Geraldo Forti Pereira da Silva, Catarina Aparecida Arraez Alves, Clebio Rachid Junior, Diogo Martins Furquim, Eliana Aparecida Jorge Gomes, Maria Cristina Noventa Diuri, Maria Elisabete Lopes, Matheus Felipe Calixto dos Santos e Walter Fernando Pinto.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** – pelo auxílio na minha formação como pesquisador ao longo da graduação.

Além do que se vê

[...]

É preciso força pra sonhar e perceber

Que a estrada vai além do que se vê

(Marcelo Camelo)

Resumo

A avaliação da dinâmica do uso da terra pode se constituir em instrumento de análise em antropogeomorfologia, permitindo verificar as ações geomorfológicas do homem e as suas diversas implicações na alteração da morfologia original para a criação de uma morfologia antropogênica. Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo geral avaliar a dinâmica do uso da terra e suas interferências na morfologia da bacia do córrego do Cavalheiro. A partir dessa avaliação, compreender as implicações do uso da terra na criação de uma morfologia antropogênica, assim como avaliar se o uso atual está de acordo com as restrições legais determinadas pela legislação ambiental vigente e com a capacidade de uso da terra. A escolha dessa área de estudo se deu devido aos pressupostos apontados por Pinton (2007) para as alterações verificadas na dinâmica pluvio-erosiva dessa área devido às ações antrópicas, principalmente pelo cultivo da cana-de-açúcar em morfologias inaptas para tal. A pesquisa teve como respaldo metodológico os princípios que concernem à Teoria Geral dos Sistemas, procurando compreender a bacia hidrográfica como um sistema aberto. Os dados geomorfológicos, de uso da terra e de restrições legais ao uso e ocupação do solo foram adquiridos a partir do uso de distintas técnicas cartográficas. Além disso, foi desenvolvido um esboço cartográfico da capacidade de uso da terra através da adaptação da técnica proposta por Lepsch (1983). Desta forma, considera-se que os dados obtidos na presente pesquisa forneceram subsídios para a identificação das alterações na morfologia original da bacia do córrego do Cavalheiro e a gênese de uma morfologia antropogênica, assim como os conflitos e adequações do uso da terra atual no sistema ambiental e no âmbito das restrições legais apontadas na legislação ambiental vigente, contribuindo para um planejamento ambiental adequado com as características do sistema ambiental físico dessa bacia.

Palavras Chave: dinâmica do uso da terra; antropogeomorfologia; restrições legais; capacidade de uso da terra.

Abstract

The assessment of land use dynamic can be an instrument for analysis in anthropogeomorphology, which would allow one to verify the human geomorphological actions and its various implications in changing the original morphology for the creation of a human morphology. This study aimed to consider the land use dynamics and its interference in the morphology of Cavalheiro Stream Basin. From this assessment, to understand the implications of land use in the creation of a human morphology, as well as to analyze if the current use is in accordance with the legal restrictions placed by ongoing environmental legislation and with the ability to land use. The chosen of this studied area was due to assumptions raised by Pinton (2007) for changes in the dynamic of rainwater erosion of this area caused by human actions, specially the cultivation of sugar cane in morphologies that are unfit for it. The search took as methodological support the principles that concern the General Systems Theory, trying to see the watershed as an open system. The geomorphological data, of land use and of legal restrictions to the use and occupation of land, were collected from different cartographic techniques. Besides, it was developed a sketch map of land use capacity by adapting the technique proposed by Lepsch (1983). This way, the data obtained in this survey are considered capable to provide subsidies for the identification of changes in original morphology of the Cavalheiro Stream Basin and the genesis of a human morphology, as well as conflicts and adjustments of current land use in environmental system and on the legal restrictions outlined in the ongoing environmental legislation, contributing to a proper environmental planning with the characteristics of the physical environmental system of this basin.

Key words: dynamics of land use; anthropogeomorphology; legal restrictions; ability to land use.

FIGURAS

Figura 1 – Localização da Bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP. Sem escala.....	5
Figura 2 e 3 – A geologia e os solos da bacia do córrego do Cavalheiro.....	8
Figura 4 – Adaptação dos dados referentes às classes de declividade.	30
Figura 5 – Determinação das glebas, considerando os limites das classes de solos, das classes de declividade e das áreas contendo as feições dos diferentes estágios dos processos erosivos lineares.	32
Figura 6 – Estrutura da fórmula mínima do sistema de classificação de uso da terra de Lepsch (1983).	33
Figura 7 – Fórmula mínima determinada para cada tipo de solo da bacia do córrego do Cavalheiro e o respectivo universo de variação.	36
Figura 8 – Inserção das fórmulas mínimas nas glebas mapeadas em áreas da bacia do córrego do Cavalheiro.....	37
Figura 9 – Mapa da compartimentação da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP. .	46
Figura 10 – Mudanças morfológicas e dinâmica do uso da terra – setor oeste da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.	64
Figura 11 – Mudanças morfológicas e dinâmica do uso da terra – setor centro-norte da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.	65
Figura 12 – Mudanças morfológicas e dinâmica do uso da terra – setor leste da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.	66
Figura 13 – Mudanças morfológicas e dinâmica do uso da terra – setor centro-sul da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.	68

TABELAS

Tabela 1 – Litologia sedimentar da bacia do córrego do Cavalheiro, espaçamento do tracejado e, o grau de compactação da litologia.....	18
Tabela 2 – Os fatores que compõem a fórmula mínima e as suas respectivas convenções.	35

GRÁFICOS

Gráfico 1 – Utilização das terras no município de Analândia nos anos de 1960, 1979, 1985 e 2006.	10
Gráfico 2 – A distribuição das classes de uso da terra em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem (%), identificadas no cenário de 1962.	41
Gráfico 3 – A distribuição das classes de uso da terra em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem (%), identificadas no cenário de 1978.	41
Gráfico 4 – A distribuição das classes de uso da terra em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem (%), identificadas no cenário de 1988.	42
Gráfico 5 – A distribuição das classes de uso da terra em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem (%), identificadas no cenário de 2007.	43
Gráfico 6 – Variação na distribuição das classes de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem, identificadas nos cenários de 1962, 1978, 1988 e 2007.	43

FOTOS

Foto 1 – Uso da técnica de terraceamento no plantio da silvicultura na área sudoeste do setor centro-sul da bacia do córrego do Cavalheiro – redução da energia do escoamento superficial.	67
---	----

QUADROS

Quadro 1 – Classes e subclasses delineadas para a bacia do córrego do Cavalheiro. Caracterização das classes e subclasses apresentadas por Lepsch (1983).....	38
---	----

APÊNDICES

Apêndice 1 – Carta de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1962.....	80
Apêndice 2 - Carta de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1978.....	81
Apêndice 3 - Carta de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1988.....	82
Apêndice 4 - Carta de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 2007.....	83
Apêndice 5 - Carta Geomorfológica da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1962.....	84
Apêndice 6 - Carta Geomorfológica da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1978.....	85
Apêndice 7 - Carta Geomorfológica da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1988.....	86
Apêndice 8 - Carta Geomorfológica da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 2007.....	87
Apêndice 9 - Carta de Restrições do Uso e Ocupação da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.....	88
Apêndice 10 - Esboço Cartográfico da Capacidade de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.....	89

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	5
3. MÉTODO E TÉCNICAS.....	12
3.1. Método	12
3.2. Técnicas	15
3.2.1. <i>Cartas geomorfológicas</i>	15
3.2.2. <i>Cartas de uso da terra</i>	18
3.2.3. <i>Carta de restrições ao uso e ocupação da terra</i>	20
3.2.4. <i>Esboço Cartográfico da Capacidade de Uso da Terra</i>	27
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	40
4.1. Análise da dinâmica do uso da terra e das alterações geomorfológicas	40
4.2. Avaliação do cenário atual do uso da terra e sua adequabilidade à legislação ambiental e a capacidade de uso da terra	68
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
6. REFERÊNCIAS	76
APÊNDICES	80

1. INTRODUÇÃO

A geomorfologia, segundo Cooke & Doornkamp (1990, p. 1), é definida como sendo o estudo das formas do relevo, em particular sua natureza, origem, processos de desenvolvimento e sua composição material. Desta forma, é possível atribuir o desenvolvimento dos processos à ação das forças internas da Terra (forças endógenas) e às forças advindas da atmosfera (forças exógenas), bem como ainda “abordar as recentes e profundas mudanças impostas pelas sociedades humanas na superfície terrestre” (RODRIGUES, 2005, p. 102).

Em relação às interferências antrópicas, Nir (1983, p. 1) considera “o homem como um agente geomorfológico independente”. A partir desta visão, “toda atividade humana sobre (ou abaixo) da superfície da Terra causa uma reação no ambiente natural” (NIR, 1983, p. 10).

A introdução, desenvolvimento e aplicação de uma metodologia para estudos na área da antropogeomorfologia no Brasil foi proposta por Rodrigues (1997). Segundo Rodrigues (2005), as orientações básicas desta metodologia reforçam a necessidade de superar as abordagens com ênfases nos elementos exclusivamente definidos pela natureza e apontam à importância de tratamento simultâneo e sistemático das interferências antrópicas. Essas interferências são avaliadas enquanto ações geomorfológicas, podendo ser estudadas como intervenções nas formas, materiais e processos.

Nesta abordagem, há a necessidade do reconhecimento de sistemas geomorfológicos em seus diversos estágios de intervenção antrópica, buscando identificar unidades espaciais em suas combinações de morfologia original e antropogênica.

A morfologia original é a que não sofreu intervenção direta nas formas originais, enquanto que a morfologia antropogênica é aquela que se origina induzida pela consideração da interferência antrópica como ação geomorfológica (RODRIGUES, 2005).

As orientações básicas adotadas por Rodrigues (2005) para se estudar os efeitos das ações antrópicas no meio físico possibilita o respaldo para estudos que auxiliem a compreensão da dinâmica do uso da terra, visto que, a evolução temporal dos diversos tipos de uso em certo espaço, pode acarretar na gênese ou dinamização de processos geomorfológicos.

Neste sentido, a aquisição de informação sobre a dinâmica do uso da terra ganha grande relevância, pois, permite a obtenção de dados sobre “elementos-chave para a identificação da gênese das intervenções em sistemas naturais que levaram à ocorrência de

algumas situações impactantes ou potenciais” (SIMON; CUNHA; NOAL, 2006, p. 53). As informações adquiridas da análise destas intervenções devem proporcionar subsídio para uma avaliação dos impactos ambientais gerados na natureza devido aos conflitos ocasionados pelos diferentes tipos de uso da terra e, ainda, uma avaliação destes conflitos às “transgressões na legislação ambiental incidente” (ROSS, 1995, p. 72). Para a aquisição destas informações

[...] os levantamentos, mapeamentos e análises das formas, gênese e dinâmica do relevo oferecem importante subsídio à avaliação do potencial de uso da terra e da fragilidade dos ambientes naturais em função dos usos atuais e futuros (ROSS, 1995, p. 69).

Para avaliar o potencial de uso da terra e a fragilidade dos ambientes, além do mapeamento geomorfológico, consideram-se como essenciais outros mapeamentos temáticos, como a carta de uso da terra (ROSS, 1995) e a carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra (OLIVEIRA, 1997). Além de diversas outras fontes de dados, como por exemplo, o sistema de classificação de terras em capacidade de uso (LEPSCH, 1983).

Desta forma, a aplicação de técnicas e métodos geomorfológicos vem a se constituir de extrema valia ao planejamento ambiental, relatando possibilidades de moderar, reverter e, até mesmo estimar cenários futuros de sistemas ambientais, amparados por uma legislação ambiental que mantenha estes sistemas em equilíbrio.

Pinton (2007) ao estudar a bacia do córrego do Cavalheiro, através de técnicas da cartografia geomorfológica, evidencia que os dados obtidos com os produtos cartográficos desenvolvidos em sua pesquisa, bem como a análise minuciosa dos mesmos, forneceram subsídios para um planejamento de uso e ocupação da terra da bacia em questão, sobretudo, identificando os setores do relevo potencialmente mais susceptíveis às ações antrópicas, assim como os impactos já existentes sobre as feições geomorfológicas.

Este autor destaca que certas feições erosivas existentes nesta bacia estão diretamente relacionadas aos seus próprios atributos naturais, entretanto, o mesmo relata o impacto das atividades antrópicas na dinâmica pluvio erosiva da bacia do córrego do Cavalheiro com a introdução da cana-de-açúcar. Assim, Pinton (2007) aponta a necessidade da realização de estudos que avaliem a dinâmica do uso da terra e suas implicações sobre a morfologia da bacia do córrego do Cavalheiro para a criação de uma morfologia antropogênica, a qual pode ocorrer em desequilíbrio com o sistema ambiental físico desta bacia.

Ademais, Pinton (2007, p. 96 – 97) assinala a necessidade de “analisar se o uso da terra atual está em consonância com o sistema natural da bacia do córrego do Cavalheiro, por meio do sistema de capacidade de uso da terra”. Esse autor ainda evidenciou uma discordância entre a legislação ambiental vigente com o cultivo de cana-de-açúcar em

determinada área da bacia do córrego do Cavalheiro. Neste sentido, o autor propõe avaliar se o uso da terra atual é coerente com as restrições empregadas pela legislação ambiental vigente.

Desta forma, considerando os pressupostos apresentados por Pinton (2007), selecionou-se a bacia do córrego do Cavalheiro como área de estudo.

Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo geral avaliar a dinâmica do uso da terra e suas interferências na morfologia da bacia do córrego do Cavalheiro. A partir dessa avaliação, compreender as implicações do uso da terra na criação de uma morfologia antropogênica, assim como avaliar se o uso atual está de acordo com as restrições legais colocadas pela legislação ambiental vigente e com a capacidade de uso da terra.

Para atingir tal objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a dinâmica do uso da terra por meio da comparação das cartas da década de 60 e 70, a serem elaboradas, com aquelas já desenvolvidas dos cenários de 1988 e 2007 por Pinton (2007).
- Avaliar as mudanças morfológicas do relevo através da análise comparativa das cartas geomorfológicas de 1962, 1978 e 1988, a serem elaboradas, e do cenário de 2007, já confeccionada por Pinton (2007).
- Compreender como o uso da terra interferiu nas mudanças geomorfológicas, produzindo uma morfologia antropogênica. Os dados para esta análise foram obtidos através do cruzamento das informações sobre a dinâmica do uso da terra e as mudanças geomorfológicas.
- Avaliar se o uso atual da terra está condizente com as restrições geomórficas ambientais colocadas pela legislação vigente. Esta avaliação foi realizada a partir da comparação da carta de uso da terra atual com a carta de restrições legais ao uso do solo (OLIVEIRA, 1997).
- Analisar a capacidade de uso da terra (LEPSCH, 1983) da bacia e avaliar se o uso da terra atual está condizente com este parâmetro.

Assim, a pesquisa se organiza da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta a caracterização da área de estudo. O Capítulo 3 indica os pressupostos teóricos, respaldados nos princípios da Teoria Geral dos Sistemas e, ainda, as técnicas utilizadas na elaboração dos documentos cartográficos específicos. O Capítulo 4 apresenta a discussão dos resultados obtidos na pesquisa em dois tópicos: a) Análise da Dinâmica do Uso da Terra e das

Alterações Geomorfológicas e b) Avaliação do Cenário Atual do Uso da Terra e sua Adequabilidade à Legislação Ambiental e a Capacidade de Uso da Terra. Por fim, o Capítulo 5 aborda as considerações finais da pesquisa.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do córrego do Cavalheiro localiza-se no setor centro-leste do Estado de São Paulo, no município de Analândia, entre as coordenadas geográficas de 22°05'36'' e 22°07'58'' Sul e 47°39'14'' e 47°41'28'', possuindo uma área de 9,9 km² (Figura 1).

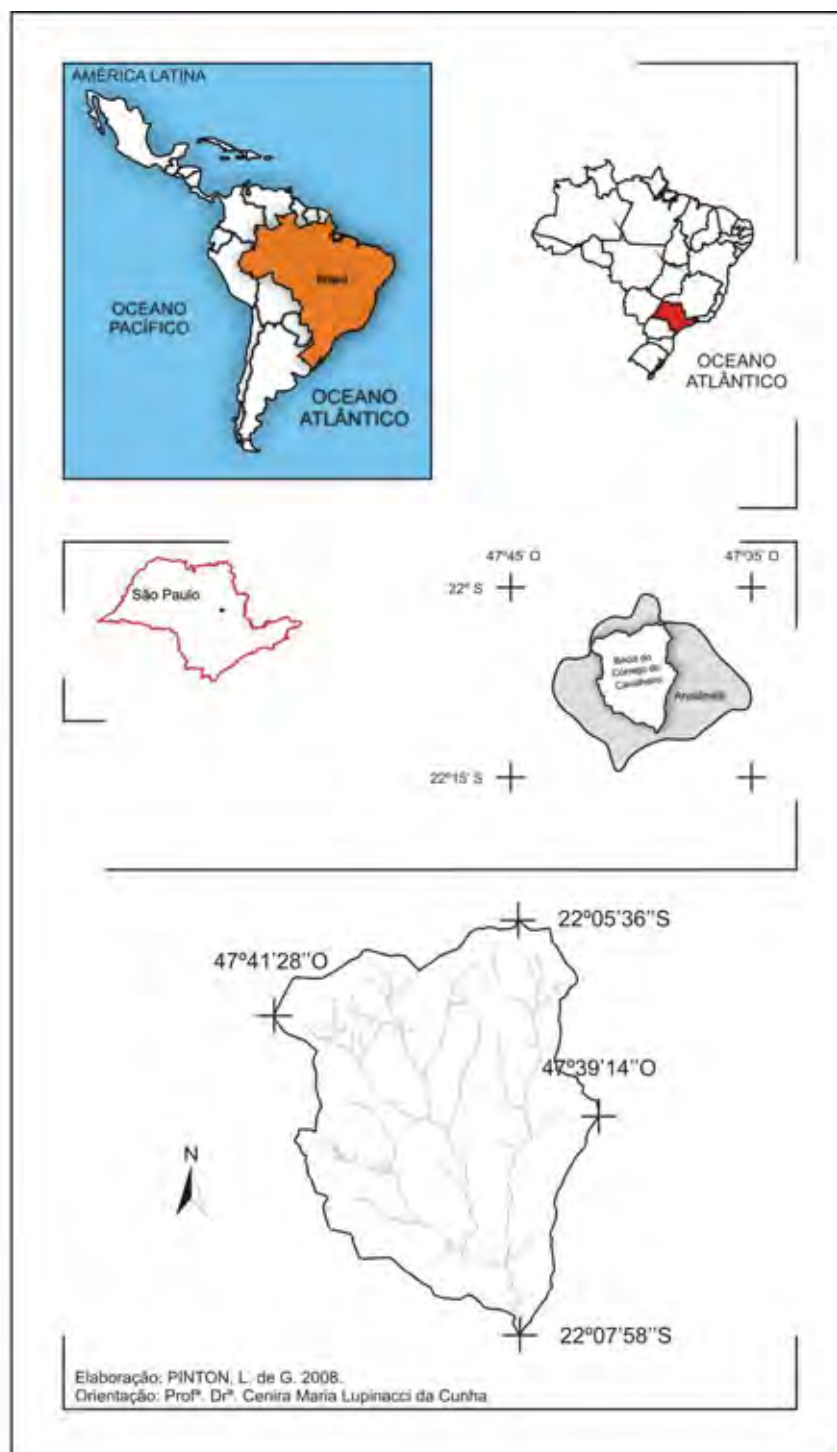


Figura 1 – Localização da Bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP. Sem escala.

O córrego do Cavalheiro é afluente da margem esquerda do rio Corumbataí, sendo que, no baixo curso, drena um setor do perímetro urbano do município de Analândia. Convém ressaltar que a bacia do córrego do Cavalheiro constitui-se em uma das áreas de nascentes do rio Corumbataí, o qual possui grande importância regional devido ao seu potencial hídrico para abastecimento dos municípios de Analândia, Corumbataí, Rio Claro e Piracicaba.

A área de estudo situa-se na maior unidade geológica do Estado de São Paulo, a Bacia Sedimentar do Paraná. O IPT (1981, p. 21) chama a atenção para dois fatores litoestruturais deste pacote vulcânico sedimentar: “a disposição das camadas, com caimento suave para noroeste, e a presença de marcado horizonte de basaltos separando as rochas paleozóicas e mesozóicas inferiores, dos arenitos cretáceos pós-basálticos”. Tal caimento proporciona a formação de relevos estruturais, cuja maior manifestação é o Planalto Ocidental. A presença de rochas basálticas, “mais resistentes que as que lhe são sotopostas, permitiram o desenvolvimento da erosão diferencial, originando ampla escavação que constitui a Depressão Periférica, bem como as escarpas das linhas de Cuesta” (IPT, 1981, p.21).

Deste modo, se encontra sobre tal unidade geológica, três grandes compartimentos geomorfológicos, sendo esses: Depressão Periférica, *Cuestas Arenítico-Basálticas* e o Planalto Ocidental. A bacia hidrográfica do córrego do Cavalheiro distribui-se em parte na Depressão Periférica, mais especificamente na unidade designada de Zona do Médio Tietê (ALMEIDA, 1964) e, em parte, nas *Cuestas Arenítico-Basálticas*.

Segundo Ab’Sáber (1969) a gênese de ambos os compartimentos está relacionada com o processo de circundesnudação, de idade pós-cretácea, ocorrido nas margens da Bacia Sedimentar do Paraná. Esse processo está vinculado a dinâmica erosiva decorrentes da ação de rios subsequentes, situados a frente das cuestras que normalmente ocorrem nas bordas de bacias sedimentares. Ressalta-se que o processo denudativo da circundesnudação é acelerado devido à inclinação das camadas sedimentares. Essa inclinação é decorrente da subsidência do pacote sedimentar na área central desta bacia, proporcionando epirogênese nas bordas da mesma, ou ainda, pode estar vinculada à reativação do Planalto Atlântico.

O processo geomorfológico mencionado, na bacia do córrego do Cavalheiro, desenvolve-se sobre litologias cujas datações vão desde o período Mesozóico ao Cenozóico (Figura 2).

De acordo com Pinton (2007), datadas do Mesozóico, encontram-se as formações pertencentes ao Grupo São Bento: a formação Pirambóia, situada ao longo do vale do baixo curso do córrego do Cavalheiro; a formação Botucatu, localizada no setor norte da área de estudo, mais especificamente, no front cuestiforme, entre os afloramentos da formação Serra

Geral e, ainda, a formação Serra Geral, situada ao longo do front cuestiforme da bacia do córrego do Cavalheiro. Em relação ainda ao período Mesozóico, São Paulo (1984 apud PINTON, 2007) insere a formação Itaqueri como pertencente a esse período. Contudo, é necessário fazer ressalva para essa datação, pois, a formação Itaqueri já foi considerada inicialmente como série basal do Grupo Bauru e, atualmente, essa formação possui sua datação questionada, sendo que, para alguns autores, sua formação pode ser posterior ao referido grupo (MELO, 1995 apud CUNHA, 2001). Assim, pode-se dizer que não há um consenso relativo à datação dessa litologia. A formação Itaqueri situa-se no reverso das *cuestas arenítico-basálticas*, localizado no setor norte da bacia do córrego do Cavalheiro (PINTON, 2007).

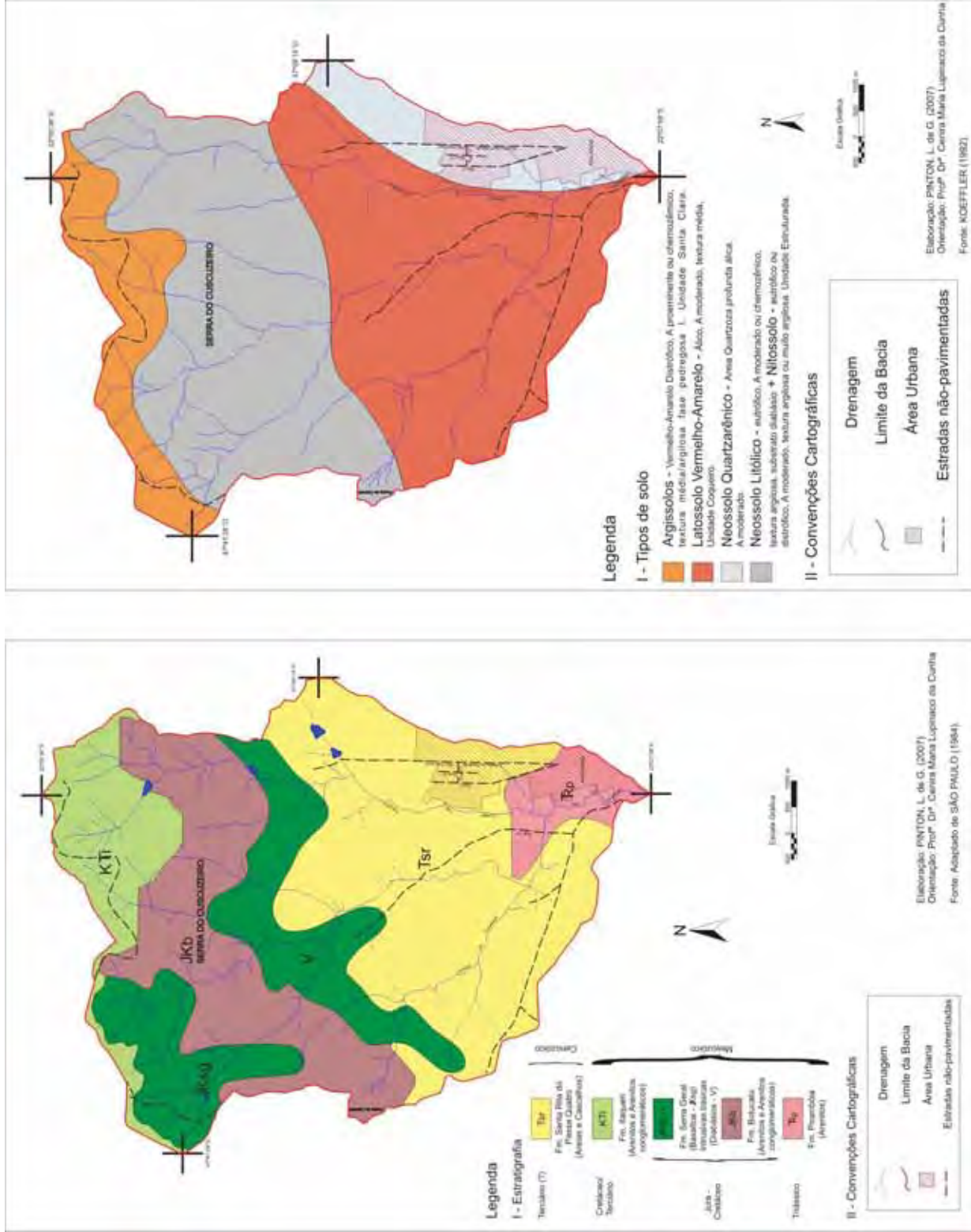
Em relação às litologias datadas do Cenozóico, encontra-se a formação Santa Rita do Passa Quatro. Essa formação está situada ao longo do médio curso do córrego do Cavalheiro (Pinton, 2007), o qual se encontra inserido no setor centro sul da área de estudo.

Sobre essas condições litológicas da bacia do córrego do Cavalheiro se desenvolvem as seguintes classes de solos: neossolos, nitossolos, latossolos e argissolos (PINTON, 2007) (Figura 3).

Com relação aos solos da classe neossolos, encontra-se no setor centro norte, mais especificamente no front cuestiforme da bacia do córrego do Cavalheiro, o tipo neossolo litólico (PINTON, 2007). Há ainda, situado a leste do setor centro sul da área de estudo, o tipo neossolo quartzarênico (PINTON, 2007).

Já em relação aos nitossolos, chama-se a atenção de que, a presença desses na bacia do córrego do Cavalheiro dá-se em associação com os neossolos litólicos. Dessa forma, os nitossolos também são encontrados no setor centro norte, mais especificamente, no setor de front cuestiforme da bacia do córrego do Cavalheiro (PINTON, 2007).

Em relação aos solos da classe latossolos, esses se distribuem em todo o setor centro sul da bacia do córrego do Cavalheiro, destacando-se o tipo latossolo vermelho-amarelo (PINTON, 2007). Por fim, situado no reverso das *cuestas arenítico-basálticas*, ao norte da área de estudo, há a presença dos argissolos (PINTON, 2007).



Troppmair (1975) aponta que dentre os solos acima citados, nota-se que, no geral, esses se caracterizam por serem de baixa fertilidade, vinculando-se à sustentação da vegetação primitiva de campos sujos e cerrados. Contudo, no que se refere à presença desse tipo de vegetação na área de estudo, Pinton (2007, p. 24) salienta que “muitas destas manchas de cerrados inclusas na área de estudo já não existem mais, sendo substituídas pela cultura de cana-de-açúcar”. Ademais, Troppmair (1975) ainda relata o desaparecimento por completo da vegetação primitiva de mata latifoliada tropical.

Esses fatos encontram-se diretamente relacionados à ação antrópica, a qual se vincula com a dinâmica de uso da terra da área de estudo. Com relação à dinâmica do uso da terra, deve-se considerar que os diversos processos decorrentes dessa estão relacionados a vários fatores, dentre os quais, Ross (1994, p. 63) aponta que

[...] a crescente industrialização concentrada em cidades, a mecanização da agricultura em sistema de monocultura, a generalizada implantação de pastagens, a intensa exploração de recursos energéticos e matérias-primas como o carvão mineral, petróleo, recursos hídricos, minérios, têm alterado de modo irreversível o cenário da terra e levado com frequência a processos degenerativos profundos da natureza.

Assim, os diversos tipos de uso da terra, segundo Ross (1995, p. 71), “revelam um retrato estático da manifestação dinâmica das relações sócio-econômicas” em determinado território.

Neste sentido, pelo fato da bacia do córrego do Cavaleiro estar inserida no município de Analândia, o qual se constitui em área essencialmente rural, nota-se nessa bacia uma dinâmica vinculada a atividades agropecuárias. Tal fato pode ser observado na evolução temporal da utilização das terras apontada pela análise dos censos agropecuários¹ realizados pelo IBGE nos anos de 1960, 1979, 1985 e 2006 acerca do município de Analândia. Evidencia-se que a escolha destes censos agropecuários se deu em razão do período de dados a ser utilizado para atender as indagações do objetivo geral desta pesquisa. O gráfico 1 apresenta a utilização das terras no município de Analândia nos anos de 1960, 1979, 1985 e 2006, permitindo a visualização da evolução temporal da utilização das terras segundo as seguintes categorias:

¹ Os censos agropecuários elaborados pelo IBGE utilizam-se da unidade de medida hectare para apresentar os dados de área. Desta forma, optou-se por transformar os dados em hectares para a unidade de medida quilômetros. Essa transformação foi realizada com dois propósitos: facilitar a visualização da extensão das áreas e padronizar a unidade de medida a ser utilizada nessa pesquisa.

- Lavouras permanentes e temporárias: compreendem as áreas plantadas ou em preparo para o plantio de culturas de longa duração e culturas de curta duração, respectivamente (IBGE, 1960).
- Pastagens naturais e artificiais: compreendem as áreas destinadas ao pastoreio do gado sem terem sido formadas mediante plantio e constituídas mediante plantio, respectivamente (IBGE, 1960). É importante salientar que a partir do censo de 1979, a categoria pastagens naturais passou a ser denominada de pastagens plantadas. No entanto, não há diferença no conteúdo que compreendem as mesmas.
- Matas naturais e reflorestadas: áreas de matas e florestas naturais utilizadas para extração de produtos ou conservadas como reservas florestais e áreas plantadas ou em preparo para o plantio de essências florestais (eucalipto, pinheiro, etc), respectivamente (IBGE, 1960). É importante salientar que a partir do censo de 1979, a categoria matas reflorestadas passou a ser denominada de matas plantadas. No entanto, não há diferença no conteúdo que compreendem as mesmas.

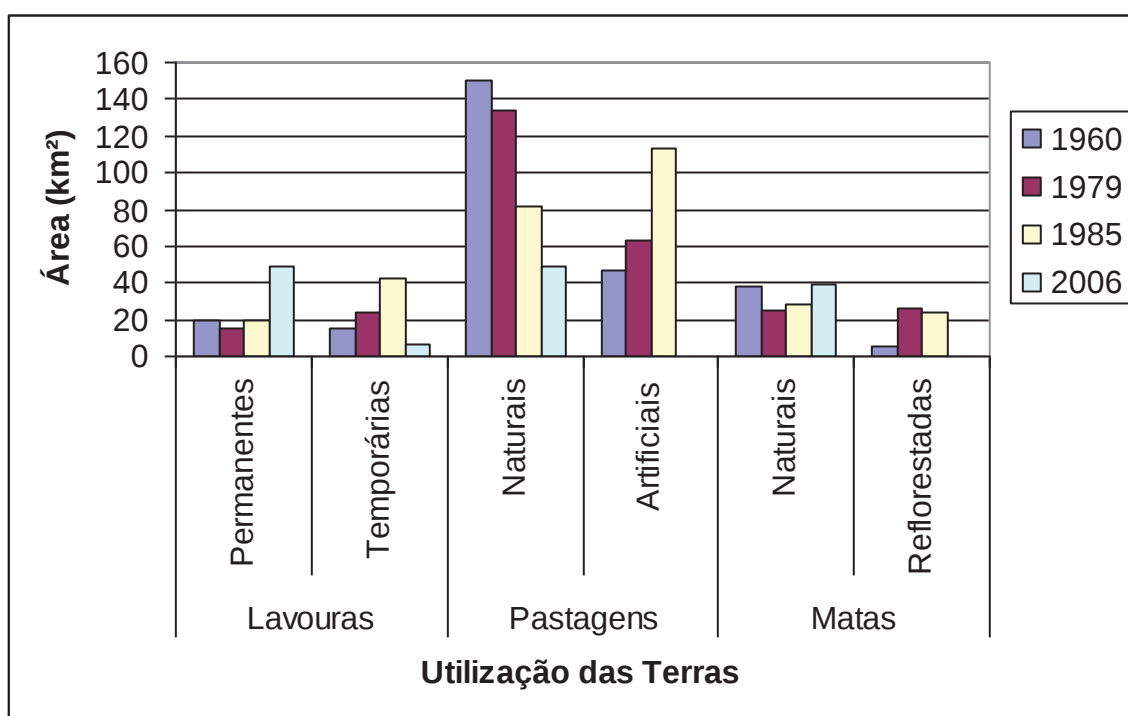


Gráfico 1 – Utilização das terras no município de Analândia nos anos de 1960, 1979, 1985 e 2006.
Fonte: IBGE (1960, 1979, 1985 e 2006).

A análise do gráfico 1 evidencia um aumento tanto das lavouras permanentes quanto das temporárias nesse período, com exceção da diminuição das lavouras temporárias em 2006. Concomitantemente, houve uma diminuição gradual das áreas de pastagens naturais em todo o período. Esse fato pode estar atrelado ao aumento das áreas com lavouras permanentes e temporárias, bem como ao aumento das áreas de pastagens artificiais. Ademais, relata-se uma estabilidade das matas naturais em todo o período. Contudo, verifica-se que a área dessa categoria não ultrapassa 40 km², o que implica em uma possível expropriação antiga de áreas dessa categoria para a realização de outras atividades vinculadas à dinâmica agropecuária do município em questão. Em relação às áreas reflorestadas, nota-se um aumento dessas entre os anos de 1960 para 1979 e, uma posterior estabilidade entre os anos de 1979 e 1985. Ressalta-se a inexistência dos dados referentes a essa categoria do ano de 2006, assim como dos dados da categoria de pastagens artificiais.

É importante salientar que as mudanças do uso da terra são tão intensas que, segundo Lambim et al. (2001, p. 262),

[...] essas quando são globalmente agregadas, afetam significativamente aspectos chaves do funcionamento do sistema da Terra. Elas causam impactos diretamente na diversidade biótica mundial; contribuem para mudanças climáticas regionais e locais, como também para o aquecimento global; são a fonte primária de degradação do solo; alteram o suprimento do ecossistema e, afeta a habilidade dos sistemas biológicos de dar suporte às necessidades humanas.

Dessa forma, surge a necessidade do conhecimento do clima da bacia do córrego do Cavalheiro. O conhecimento do clima da área de estudo é relevante por esse possuir influência direta no ciclo hidrológico e, conseqüentemente, nos processos de formação dos solos, no desenvolvimento da vegetação natural e na produção agrícola, assim como na morfogênese do relevo.

De acordo com a classificação de Koeppen, verifica-se na área de estudo a ocorrência do tipo climático Cwa, o qual se caracteriza por possuir a temperatura do mês mais frio inferior a 18° C, porém, superior a -3° C. Esse tipo climático possui 4 meses com temperaturas superiores a 10° C, sendo a temperatura do mês mais quente superior a 22° C. O período das chuvas nesse tipo climático concentra-se no verão (TROPPMAIR, 1975).

Com relação à dinâmica das massas de ar e tipos de tempo, a bacia do córrego do Cavalheiro se insere na subunidade intitulada de Centro-Norte. Essa subunidade integra-se aos climas regionais tropicais alternadamente secos e úmidos, os quais fazem parte dos climas zonais controlados por massas equatoriais e tropicais (MONTEIRO, 1973).

Brino (1973, p. 107) ao estudar a definição climática da bacia do rio Corumbataí e adjacências, com ênfase a caracterização dos tipos de tempo acrescenta que

[...] os tipos de tempo que ocorrem na área, do ponto de vista genético, enquadram-se em 2 (dois) grupos:

1 – Anticiclônicos – que conduzem a tipos de tempo secos – apresentando uma dependência acentuada dos fatores climáticos sub-regionais.

2 – Perturbados da Frente Polar Atlântica (FPA) – que origina tipos de tempo chuvosos, apresentando, na sua definição, contribuição decisiva do dinamismo atmosférico reinante, e apenas influência secundária dos fatores climáticos estáticos próprios da área.

Ressalta-se que, devido a bacia do córrego do Cavalheiro estar localizada na transição de dois compartimentos geomorfológicos do Estado de São Paulo – Depressão Periférica e *Cuestas Arenítico-Basálticas* – há grande interferência desses em seu quadro climático. Boin (2000, p. 56) salientou que as “correntes de leste encontram barreiras topográficas como as Serras de Botucatu, São Pedro e do Cuscuzeiro, que formam o front (...) das *cuestas arenítico-basálticas*, posicionadas a Leste e Sudeste, do Planalto Ocidental, em cujas bordas precipitam”.

Por fim, é importante evidenciar que, além de possíveis alterações no clima da bacia do córrego do Cavalheiro, a intervenção da atividade humana na forma de mudanças do uso da terra também é responsável pelos problemas de complexidade dos sistemas geomorfológicos (COOKE; DOORNKAMP, 1990), bem como à gênese de morfologias antropogênicas, dinamizando os processos geomorfológicos responsáveis pela formação das feições do relevo.

A investigação da complexidade dos sistemas geomorfológicos e da gênese de morfologias antropogênicas da área de estudo foi realizada por meio do método e técnicas descritos no capítulo a seguir.

3. MÉTODO E TÉCNICAS

3.1. Método

A orientação metodológica para a presente pesquisa teve respaldo nos princípios que concernem à Teoria Geral dos Sistemas aplicados à ciência geográfica.

A Teoria Geral dos Sistemas foi desenvolvida nos EUA, sendo que as primeiras aplicações dessa teoria foram realizadas na termodinâmica e na biologia, por R. Defay em 1929 e, por Ludwing Von Bertalanffy, em 1932, respectivamente. Gradualmente, essa teoria foi sendo ampliada e aplicada em outras ciências (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Em relação à Geografia, a aplicação dessa teoria

[...] serviu para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com maior exatidão o setor de estudo desta ciência, além de proporcionar oportunidade para reconsiderações críticas de muito dos seus conceitos (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. XI).

A introdução dessa teoria na geomorfologia se deu a partir das valiosas contribuições atribuídas à Strahler (1950, 1952), Culling (1957), Hack (1960) e por Hack e Goodlett (1960), sendo ainda ampliada e discutida em vasta bibliografia (CHORLEY, 1971).

Cowan (1936 apud HOWARD, 1973, p. 4) afirma que “um sistema é composto de elementos (objetos), seu estado instantâneo e inter-relações, estando sujeito a modificações através do tempo”.

Já Mattos; Perez Filho (2004, p. 12) definem sistema

[...] como um todo organizado composto de elementos que se inter-relacionam. A idéia de sistema só ganha sentido se forem considerados conjuntamente esses três conceitos: todo, partes e inter-relação. A simples interação entre elementos não forma um sistema se não forem capaz de criar algo que funcione como um todo integrado. Por outro lado, não é possível compreender totalmente esse todo se não entendermos quais são suas partes e como elas se inter-relacionam.

Morin (1977, p. 119) atenta para a necessidade e discute o conceito de sistema exprimindo “simultaneamente unidade, multiplicidade, totalidade, diversidade, organização e complexidade”.

Com relação à composição dos sistemas, deve-se levar em consideração aspectos como a matéria, a energia e sua estrutura. Assim, nos estudos de Geomorfologia considera-se que, para compreender a morfogênese do relevo, devem-se analisar os fluxos de matéria e energia, bem como a estruturação do mesmo, ou seja, as relações entre os seus elementos. Desse modo, por meio da Teoria Geral dos Sistemas é possível estabelecer e analisar as inter-relações inerentes à morfogênese do relevo.

Neste viés e pelo fato dessa pesquisa enfocar aspectos relacionados aos estudos de Antropogeomorfologia, deve-se evidenciar que esses também se utilizam desta abordagem metodológica, pois, ao considerar o homem como um agente geomorfológico independente, atribui-se a esse as condições para alterar a distribuição de matéria e energia de um sistema. Nir (1983, p. 13) ao apresentar em seu trabalho as diversas formas das intervenções do homem no “*steady state*”, reforça a necessidade do uso da abordagem sistêmica para estudos em antropogeomorfologia, em que “as intervenções do homem na natureza são definidas como um distúrbio do equilíbrio natural existente”.

Rodrigues (2005, p. 101) ao definir e aperfeiçoar uma metodologia para o estudo do meio físico em seus diversos graus de intervenção antrópica reforça “a importância de

tratamento simultâneo e sistemático das interferências antrópicas”, ao apresentar, nas orientações básicas para se estudar os efeitos das ações antrópicas no meio físico, um item para “explorar a abordagem sistêmica” (RODRIGUES, 2005, p. 102).

Em relação à classificação dos sistemas, Christofolletti (1979) salienta que esses podem ser classificados segundo critérios variados, nos quais, para a análise geográfica, o critério funcional e o da complexidade estrutural são os mais importantes.

O critério funcional, segundo Forster, Rapoport e Trucco (1957 apud CHRISTOFOLETTI, 1979, P. 14-15), distingue os seguintes tipos de sistemas:

- a) Sistemas isolados são aqueles que, dadas as condições iniciais, não sofrem mais nenhuma perda nem recebem energia ou matéria do ambiente que os circundam.
- b) Sistemas não-isolados mantêm relações com os demais sistemas do universo no qual funcionam, podendo ser subdivididos em:
 - Fechados, quando há permuta de energia (recebimento e perda), mas não de matéria.
 - Abertos, são aqueles nos quais ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo. Os sistemas abertos são os mais comuns, podendo ser exemplificados por uma bacia hidrográfica, vertentes, homem, cidade, indústria, animal e muitos outros.

Desse modo, devido a presente pesquisa utilizar como unidade de estudo a bacia hidrográfica do córrego do Cavalheiro, encontra-se por meio dessa a justificativa para a utilização da metodologia da Teoria Geral dos Sistemas levando em consideração os critérios funcionais, já que a bacia hidrográfica pode ser entendida como um sistema aberto.

Como em cada bacia hidrográfica todas as linhas de drenagem unem-se numa linha principal, um distúrbio sobre qualquer das linhas será comunicado através dela à linha principal, e desta a todos os tributários. E como um membro do sistema pode influir em todos os outros, cada um dos membros pode ser influenciado por qualquer outro. Há uma interdependência através de todo o sistema (GILBERT, 1880 apud CHORLEY, 1971, p. 8).

Quanto ao critério da complexidade estrutural, Chorley e Kennedy (1971 apud CHRISTOFOLETTI, 1979) distinguem onze tipos de sistemas: sistemas morfológicos, sistemas em sequência, sistemas de processos-respostas, sistemas controlados, sistemas automantenedores, plantas, animais, ecossistemas, homem, sistemas sociais e ecossistemas humanos.

Para o critério da complexidade estrutural, essa pesquisa em sua totalidade utilizou-se da concepção dos sistemas controlados.

Os sistemas controlados segundo Christofolletti (1979, p. 19) “são aqueles que apresentam a atuação do homem sobre os sistemas de processos-respostas”, visto que “o homem pode intervir para produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro

dos sistemas em sequência e, conseqüentemente, influenciar nas formas que com ele estão relacionadas”. No caso específico da bacia do córrego do Cavalheiro, acredita-se que a dinâmica do uso da terra, vinculada as ações antrópicas, vêm proporcionando tais modificações, culminando em uma morfologia antropogênica.

A avaliação desse aspecto do sistema foi possível por meio de uma análise correlativa entre os dados obtidos com as cartas de uso da terra e geomorfológicas dos cenários de 1962, 1978, 1988 e 2007 da bacia do córrego do Cavalheiro. Os dados obtidos com esses documentos cartográficos proporcionaram respaldo às inferências dos processos que dão origem às formas de relevo da área de estudo, principalmente, no que concerne à ação antrópica através do conhecimento da dinâmica das diversas formas de uso da terra, cujas práticas conduzem a implicações sobre a distribuição de energia e matéria, influenciando diretamente nas formas de relevo a essas relacionadas. Ademais, os sistemas controlados foram avaliados por meio de uma análise do cenário de uso da terra atual e sua adequabilidade à legislação ambiental vigente e à capacidade de uso da terra do sistema ambiental físico da bacia do córrego do Cavalheiro. Essa avaliação foi realizada por meio da correlação dos dados obtidos com a carta de uso da terra do cenário de 2007, com a carta de restrições legais ao uso da terra e, ainda, com o esboço cartográfico da capacidade de uso da terra da área de estudo. Esses documentos cartográficos possibilitaram a espacialização das restrições para as atividades antrópicas, tanto no âmbito da legislação quanto em relação à capacidade do uso da terra.

3.2. Técnicas

Esse item apresenta, separadamente, as técnicas utilizadas na elaboração dos documentos cartográficos que foram produzidos nessa pesquisa. Cabe evidenciar que a escala final adotada para a plotagem desses produtos cartográficos foi de 1:10.000.

3.2.1. Cartas geomorfológicas

A cartografia geomorfológica não deve se restringir à indicação das formas de relevo, mas sim interpretá-las com base em sua constituição geológica e nos processos atuantes em tais litologias (TRICART, 1965).

Nesse contexto, as cartas geomorfológicas devem fornecer uma análise de todos os elementos do relevo. Dessa forma, tais cartas se tornam documentos de grande complexidade,

pois as mesmas abarcam quatro tipos de informação, sendo essas: a morfometria, a morfografia, a morfogênese e a cronologia (TRICART, 1965).

A *morfometria* pode ser representada por um fundo topográfico contendo as curvas de nível e a rede de drenagem. Todavia, outras características da morfometria podem ser inseridas na carta geomorfológica. A *morfografia* caracteriza-se pela representação espacial e areal das formas de relevo, estando diretamente relacionada para as suas características morfogenéticas. A *morfogênese* é representada por meio do agrupamento das formas de relevo de acordo com os processos que deram origem a elas. E, por fim, a *cronologia* caracteriza-se pelo momento da história geológica em que as formas ou o conjunto dessas se desenvolveram (TRICART, 1965).

Em relação a esses quatro tipos de informação, torna-se de suma importância salientar que a presente pesquisa vem atribuindo uma maior importância para a morfografia e a sua correlação com o modelado antrópico, pelo fato dessa buscar compreender as implicações do uso da terra na criação de uma morfologia antropogênica.

Tricart (1965) acrescenta que, além dessas informações, é essencial que tais cartas contenham dados referentes ao arcabouço estrutural, sendo esse mapeado em dois níveis – feições estruturais e dados litológicos.

Desse modo, evidencia-se que a elaboração das cartas geomorfológicas da presente pesquisa – cenários de 1962, 1978 e 1988 – foi realizada a partir dos princípios propostos por Tricart (1965). Ressalta-se que a carta geomorfológica elaborada por Pinton (2007) referente ao cenário de 2007 também foi realizada segundo tais princípios.

Cabe salientar que a elaboração de cartas geomorfológicas de diferentes cenários da área de estudo deve-se ao fato dessas possibilitarem, por meio de uma avaliação comparativa, relatar as mudanças morfológicas do relevo da bacia do córrego do Cavalheiro. Ademais, o cruzamento das informações da dinâmica geomorfológica com a do uso da terra subsidia a compreensão da gênese de determinadas feições possivelmente advindas de processos antrópicos.

Para a elaboração das cartas geomorfológicas desses diversos cenários utilizou-se como fonte de dados pares estereoscópicos de fotografias aéreas do cenário de 1962, na escala 1:25.000, do cenário de 1978, na escala de 1:35.000 e do cenário de 1988, na escala de 1:40.000, disponíveis no Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Campus de Rio Claro; mapeamentos geológicos elaborados por Pinton (2007), adaptados de São Paulo (1984) e a base cartográfica elaborada por Pinton (2007).

A primeira etapa para a elaboração das cartas geomorfológicas da bacia do córrego do Cavalheiro foi a realização da fotointerpretação dos pares estereoscópicos das fotografias aéreas, utilizando-se um estereoscópio de bolso. Nesse procedimento foram obtidas as informações referentes à morfometria, morfografia e morfogênese. Nota-se que, as informações sobre a cronologia não foram representadas. Esse fato se dá pela falta de informações sobre a mesma da área de estudo. Tricart (1965) salienta ainda que, esse tipo de informação “constitui-se no de mais difícil obtenção, assim como no mais complexo e de difícil precisão na cartografia geomorfológica” (CUNHA; MENDES; SANCHEZ, 2003, p. 3).

As informações referentes à morfometria foram representadas apenas pela rede de drenagem, as linhas de cumeada e o limite da bacia, visto que a inserção de outras informações morfométricas nas cartas geomorfológicas pode vir a refletir na poluição visual desses documentos, introduzindo obstáculos para a análise dos mesmos.

Já em relação às informações da morfografia foram mapeados os seguintes elementos geomorfológicos: vertentes retilíneas, vertentes irregulares, vertentes côncavas, vertentes convexas, caimento topográfico, sulcos erosivos, ravinas, voçorocas, colo topográfico, morro testemunho, drenagens perenes e sazonais, cascatas, leques aluviais, ruptura topográfica, formas de fundo de vales e terraço agrícola.

Esses elementos se encontram inseridos nos grandes grupos de morfogênese delineados por Tricart (1965). Os grandes grupos de morfogênese utilizados foram: as formas de vertentes e interflúvios; as formas originadas pela ação das águas correntes e; o modelado antrópico.

Os dados referentes ao arcabouço estrutural foram mapeados da seguinte maneira:

- *feições estruturais*: foram identificadas as seguintes feições: bloco soerguido, linha de cuevas e patamares estruturais;

- *dados litológicos*: foram representados ao fundo das cartas geomorfológicas de acordo com as suas resistências. Dessa forma, a representação da litologia de menor compactação, as rochas sedimentares, foi realizada por meio de tracejados cinzas. Enquanto a representação da litologia de maior compactação, as rochas magmáticas, foi realizada por meio do preenchimento homogêneo da área que compreende essas, com a utilização da cor cinza.

Ressalta-se que, para a representação da litologia sedimentar, realizou-se uma delimitação de valores no espaçamento do tracejado para a identificação dos diversos graus de compactação existentes nas mesmas segundo as suas propriedades físico-químicas. Assim, onde o tracejado possui um espaçamento maior, esse indica uma menor compactação dessa

litologia e, o inverso, ou seja, as áreas onde o tracejado possui um espaçamento menor indicam uma maior compactação dessa litologia. A litologia sedimentar encontrada na bacia do córrego do Cavalheiro, o espaçamento do tracejado e o grau de compactação dessas pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 – Litologia sedimentar da bacia do córrego do Cavalheiro, espaçamento do tracejado e, o grau de compactação da litologia.

Litologia sedimentar	Espaçamento do tracejado (cm)	Grau de compactação
Formação Santa Rita do Passa Quatro	0,4	 Maior compactação
Formação Itaqueri	0,3	
Formação Pirambóia	0,2	
Formação Botucatu	0,1	

A simbologia utilizada na elaboração das cartas geomorfológicas da bacia do córrego do Cavalheiro seguiu predominantemente a proposta de Tricart (1965), sendo utilizados símbolos de Verstappen e Zuidam (1975) exclusivamente para a representação do bloco soerguido e das formas de vertentes, feições não contempladas por Tricart (1965).

É necessário ainda, chamar a atenção para um fato na simbologia utilizada na elaboração desses documentos cartográficos. Esse se refere ao símbolo utilizado para a representação de cascatas. Segundo a proposta de Tricart (1965), a simbologia da cascata pode ser dividida de acordo com o desnível topográfico dessas. Porém, na escala de trabalho adotada foi impossível tal diferenciação através da fotointerpretação. Assim, a simbologia adotada na representação das cascatas nas cartas geomorfológicas se deu de modo genérico, ou seja, foi utilizado apenas um símbolo de cascata para a identificação dessas.

Após o término da fotointerpretação dos respectivos cenários, iniciou-se a etapa final de elaboração das cartas geomorfológicas, a qual constituiu-se na edição das mesmas no programa CorelDraw 12.

3.2.2. Cartas de uso da terra

A elaboração das cartas de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro possibilitou a avaliação da dinâmica do uso da terra, a qual pôde propiciar indícios das interferências de tal uso sobre as formas de relevo.

Dessa forma, ressalta-se a avaliação do uso da terra em quatro cenários distintos – 1962, 1978, 1988 e 2007. Nessa pesquisa foram elaboradas somente as cartas de uso da terra referentes aos cenários de 1962 e 1978, haja vista, a existência das cartas de uso da terra dos cenários de 1988 e 2007 desenvolvidas por Pinton (2007).

A constituição das cartas de uso da terra dos cenários de 1962 e 1978 teve como base de dados as fotografias aéreas datadas desses cenários, respectivamente, na escala de 1:25.000 e na escala de 1:35.000, disponíveis no Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Campus de Rio Claro.

A elaboração dessas cartas foi efetuada em meio digital através do software AutoDesk Map 2004 seguindo as 4 etapas apresentadas por Pinton (2007), sendo essas:

- 1) Aquisição de imagens digitais das fotografias aéreas dos respectivos cenários;
- 2) Inserção das imagens no ambiente do software Autodesk Map 2004 e, posterior georreferenciamento dessas junto à base cartográfica da bacia do córrego do Cavalheiro;
- 3) Interpretação das fotografias aéreas e, posterior vetorização dos polígonos das classes de uso da terra encontradas na área de estudo. Evidencia-se que a vetorização destes polígonos não foi realizada automaticamente, mas sim, por meio da interpretação visual da fotografia aérea e, quando necessário, através de métodos tradicionais com o estereoscópio de bolso, seguindo os princípios colocados por Ceron & Diniz (1966) para a identificação das culturas, sendo esses: cor, textura, forma da parcela, dimensão da área cultivada, altura, espaçamento, restos de colheita e arranjo espacial.
- 4) Preenchimento dos polígonos vetorizados de cada classe de uso da terra por meio da função Hachuras do software Autodesk Map 2004.

As classes de uso da terra identificadas, coincidentemente, em ambos os cenários foram: mata, pasto limpo, pasto sujo, silvicultura, cultura anual, área urbanizada, área construída (propriedades rurais), citricultura e cerrado. É conveniente explanar que o conteúdo da classe de uso da terra denominada de mata equivale às matas encontradas nas encostas dos *fronts cuestasiformes* e também às matas ciliares. A inclusão das matas ciliares nessa classe se deu devido as dificuldades de diferenciar o que era mata de encosta e mata ciliar, tanto na área de *front*, que é intensamente cortado por drenagens obsequentes, como em algumas áreas onde essas se distribuíam continuamente sobre os interflúvios e fundos de vale.

3.2.3. Carta de restrições ao uso e ocupação da terra

Atualmente, constata-se que muitos locais que compreendem Áreas de Preservação Permanente (APP) encontram-se ocupados, seja por loteamentos, principalmente nas áreas urbanas, bem como por plantios em áreas rurais. A bacia do córrego do Cavalheiro não se distancia dessa conjuntura, haja vista as considerações de Pinton (2007), ao relatar uma discordância no setor oeste dessa bacia entre a legislação ambiental vigente com o cultivo de cana-de-açúcar em área de elevada declividade.

Dessa forma, constatou-se a necessidade da elaboração da Carta de Restrições Legais ao Uso e Ocupação da Terra da bacia do córrego do Cavalheiro, a qual se justifica por esse documento cartográfico “tratar-se de uma das prerrogativas fundamentais a serem levadas a termo nas propostas de uso e ocupação do solo, bem como de reabilitação da qualidade ambiental” (OLIVEIRA, 1997, p. 78).

Oliveira (1997, p. 21) ressalta ainda que

[...] se nos parece evidente que para o planejamento do uso e ocupação do solo, o conhecimento da dinâmica ambiental aparece como prerrogativa fundamental reconhecemos que, com o mesmo peso e importância deve ser tratado o ordenamento jurídico que respalda a ação do planejador, principalmente quando esta implica em legitimar restrições em decorrência de condicionantes do meio físico.

A elaboração da carta de restrições legais do uso e ocupação da terra da bacia do córrego do Cavalheiro foi realizada em meio digital, através do software AutoDesk Map 2004, segundo a proposta apresentada por Oliveira (1997). Para a elaboração dessa carta foram utilizados levantamentos da legislação concernente às restrições legais ao uso da terra nas esferas Federal, Estadual e Municipal, bem como a base cartográfica, a carta de declividade e a carta geomorfológica do cenário de 2007 da bacia do córrego do Cavalheiro, desenvolvidas por Pinton (2007).

Em um primeiro momento, realizou-se um levantamento das restrições legais que se enquadram nos parâmetros geomórficos-ambientais da área de estudo. Após a identificação das restrições legais condizentes com a área de estudo, iniciou-se o processo de espacialização das mesmas. Durante a realização desse processo, verificou-se algumas similaridades em relação aos comandos utilizados no mapeamento dos diversos parâmetros legais da área de estudo. Dessa forma, optou-se pela apresentação de um texto em que fossem indicadas, de forma agrupada, as diferentes legislações que delineiam a proteção de áreas da bacia do córrego do Cavalheiro, mapeadas através de um mesmo procedimento no ambiente do *software* utilizado.

Assim, seguem-se os dispositivos legais que resguardam a área de estudo e a descrição dos comandos utilizados para os respectivos mapeamentos.

Lei nº 6.766 de 19/12/1979 (Lei Lehmann) - Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências (BRASIL, 1979).

CAPÍTULO I

Disposições Preliminares.

Art 3º. Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas ou de expansão urbana, assim definidas por lei municipal.

Parágrafo único - Não será permitido o parcelamento do solo:

III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

Lei nº. 1.546 de 06/10/2006 – Plano Diretor da Estância Climática de Analândia (ANALÂNDIA, 2006).

CAPÍTULO VII – Meio Ambiente – Seção II – Das áreas verdes e de preservação.

Art. 59. O uso, a ocupação e o parcelamento do solo das áreas consideradas de interesse à preservação do meio ambiente deverão atender aos requisitos a seguir especificados:

I – áreas com alta declividade:

a) não poderão ser ocupadas com lotes áreas com declividade igual ou superior a 40% (quarenta por cento);

b) áreas com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento) só poderão ser urbanizadas quando comprovada a viabilidade técnica.

Lei nº. 4.771 de 15/09/1965 - Código Florestal (BRASIL, 1965).

Art. 10. Não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação entre 25 e 45 graus, só sendo nelas tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

A identificação das áreas que se enquadram nesses parâmetros foi realizada através da análise da carta de declividade da bacia do córrego do Cavalheiro elaborada por Pinton (2007).

Dessa forma, para o mapeamento desses parâmetros no ambiente do *software* Autodesk Map 2004 foi necessário, em um primeiro momento, a inserção da referida carta de declividade no ambiente do *software* e, posterior georreferenciamento dessa junto à base cartográfica da bacia do córrego do Cavalheiro.

Em seguida, com a base cartográfica da bacia do córrego do Cavalheiro sobreposta à carta de declividade, foi possível identificar os referidos parâmetros, os quais coincidem com

a 5ª e 6ª classes de declividade da área de estudo, cujos valores são, respectivamente, 30 a 45% e $\geq 45\%$. Ressalta-se que o valor da 6ª classe de declividade da área de estudo é equivalente às áreas com inclinação superior a 25°, apontadas no artigo 10 da Lei nº. 4.771, de 15/09/1965 – Código Florestal (BRASIL, 1965). Essa afirmação advém da conversão realizada através de procedimentos matemáticos, das medidas em graus para porcentagem.

Assim, realizou-se a vetorização de polígonos das áreas em que se verificavam esses parâmetros. Evidencia-se que a vetorização desses polígonos não foi realizada automaticamente, mas sim, por meio da interpretação visual da carta de declividade da bacia do córrego do Cavalheiro.

Ao término da vetorização, ainda realizou-se um último procedimento, o qual consistiu no preenchimento dos polígonos vetorizados desses parâmetros por meio da função Hatch do *software* Autodesk Map 2004.

Os parâmetros que seguem foram mapeados através da criação de zonas *buffer* no ambiente digital do AutoDesk Map 2004:

RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006).

Art. 3º. Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;

RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006).

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;

RESOLUÇÃO CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006).

Art 3º. Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:

I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;

A delimitação das zonas *buffer*, para os referidos dispositivos legais, foi realizada, em um primeiro momento, criando-se individualmente topologias para as entidades drenagem, *cuestas* e reservatórios artificiais, pelo fato dessas representarem a informação básica para o mapeamento dos referidos parâmetros.

É importante salientar algumas considerações acerca da realização desse procedimento para as entidades reservatórios artificiais e *cuestas*. Em relação à entidade reservatórios artificiais, evidencia-se que esses são visualizados na área de estudo sob a forma da toponímia Lagos. Desta forma, durante a criação desta topologia utilizou-se o *layer* específico para os lagos. Portanto, ressalta-se a necessidade de que os vetores correspondentes aos lagos estejam em um único *layer* para a realização desses comandos.

Já em relação aos *fronts* cuestiformes, em um primeiro momento, deve-se salientar a adaptação realizada para a presente pesquisa, ao considerar o inciso VIII do art. 3 da Resolução do Conselho Nacional de Meio ambiente (CONAMA) nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006), como sendo um parâmetro legal compatível com a presença desses na bacia do córrego do Cavalheiro. Verificou-se que não há nenhum dispositivo legal na legislação ambiental vigente no Brasil que contemple considerações de restrições às áreas identificadas como sendo de *front* cuestiformes.

Ressalta-se que essa adaptação foi realizada embasando-se nas considerações sobre a definição do conceito de escarpa, encontradas no inciso XII do art. 2º da Resolução CONAMA 303/2002 (BRASIL, 2006), o qual define escarpa como sendo uma rampa de terrenos com inclinação igual ou superior a 45°, que delimitam relevos de tabuleiros, chapadas e planalto, estando limitada no topo pela ruptura positiva de declividade (linha de escarpa) e no sopé por ruptura negativa de declividade, englobando os depósitos de colúvio que se localizam próximo ao sopé da escarpa.

Neste viés, verifica-se uma aproximação dessa definição com a escarpa das *cuestas*. As *cuestas*, segundo Penteado (1974, p. 36), caracterizam-se por ser “um relevo dissimétrico formado por uma camada resistente fracamente inclinada (declive <30°) e interrompida pela erosão, tendo na base uma camada tenra”. De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1981, p. 63), as *cuestas* basálticas, verificadas na área de estudo,

[...] caracterizam-se morfologicamente por apresentar um relevo escarpado nos limites com a Depressão Periférica, seguido de uma sucessão de grandes plataformas estruturais de relevo suavizado, inclinadas para o interior em direção à calha do rio Paraná. Estas duas feições principais constituem a escarpa e o reverso das *cuestas*.

Essa caracterização das *cuestas* refere-se aos elementos do *front* cuestiforme, os quais concernem à escarpa da *cuesta*. Distinguem-se o tálus – situado ao sopé da *cuesta*, recoberto por sedimentos advindos da cornija, e a cornija – parte mais íngreme e de maior resistência litológica. Há ainda o reverso, o qual se situa no lado oposto do *front* cuestiforme, constituindo-se de área menos inclinada.

Desta forma, verifica-se que a vertente íngreme do *front* cuestiforme, voltada à Depressão Periférica Paulista, ao apresentar uma elevada declividade enquadra-se na referida definição de escarpa contida na legislação.

Assim, para a criação da topologia *cuestas*, houve a necessidade de vetorizar as linhas dos *fronts* cuestiformes, no arquivo condizente à base cartográfica da área de estudo. Para essa vetorização, inseriu-se, em um primeiro momento, a carta geomorfológica da bacia do córrego do Cavalheiro do cenário do ano de 2007, elaborada por Pinton (2007), no ambiente do AutoDesk Map 2004, para posterior georreferenciamento dessa junto à base cartográfica dessa bacia.

A criação da referida topologia é essencial para a delimitação das zonas *buffer*. Cabe apontar que, de acordo com Zacharias (2001 apud PINTON, 2007, p. 39-40), a zona *buffer*

[...] é uma faixa desenhada ao redor das feições correspondentes a uma dada topologia, onde se pode obter uma análise espacial através da delimitação da largura da faixa ao redor da topologia desejada. Ou seja, este procedimento permite desenhar uma faixa de determinada largura ao redor de uma topologia, seja ela um ponto, uma linha ou um polígono.

Assim, através das topologias criadas para as drenagens, *cuestas* e reservatórios artificiais, foi possível delimitar as zonas *buffer*, as quais permitiram a identificação das seguintes distâncias: em projeção horizontal, com largura mínima de trinta metros, para os cursos d'água com menos de dez metros de largura da bacia do córrego do Cavalheiro, sendo que a totalidade dos cursos d'água existentes nesta bacia possuem largura inferior a dez metros, segundo informação obtida durante os trabalhos de campo realizados na área de estudo; em projeção horizontal, nunca inferior a cem metros, no sentido do reverso da escarpa de *cuestas*; em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal, de cem metros para áreas rurais, sendo que os reservatórios artificiais identificados nesta bacia situam-se em áreas rurais.

Vale ressaltar que na criação da zona *buffer*, em torno da topologia drenagem, notou-se que no setor de foz do córrego Cavalheiro as áreas correspondentes à faixa marginal de 30 metros de distância dos canais dos cursos d'água ultrapassavam o limite da área de estudo. Essas foram ignoradas, considerando o limite da bacia como distância pretendida.

O último procedimento realizado para o mapeamento desses parâmetros no meio digital do *software* AutoDesk Map 2004 foi o preenchimento das zonas *buffer*, por meio da função *Hatch* do *software* Autodesk Map 2004. Os comandos utilizados para esse procedimento, assim como a observação referente à escolha do tipo da hachura, equivalem

aos mesmos apresentados acima, no mapeamento dos dispositivos legais referentes ao parcelamento do solo da bacia do córrego do Cavalheiro.

Por fim, ainda foram mapeados os seguintes dispositivos legais:

RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006).

Art. 3º. Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

O mapeamento deste parâmetro foi realizado no ambiente do AutoDesk Map 2004, através do comando *Circle* da barra de ferramentas *Draw*, o qual possibilita o desenho de um círculo com o raio desejado pelo usuário. Esse comando é acionado por meio da opção: *Draw/Circle/Center, Diameter* ou pelo ícone *Circle*, encontrado na barra de ferramentas *Draw*.

Após ativar a referida ferramenta, deve-se selecionar a nascente do curso d'água para a delimitação do raio de cinquenta metros. Em seguida, o *software* solicita o valor do raio desejado. Assim, neste momento, deve-se indicar o valor de 50m e, enfim, clicar sobre o botão *enter* do teclado. Nota-se a criação do referido círculo contendo um raio de 50 metros de distância ao redor da nascente. Este procedimento foi realizado em todas as nascentes identificadas na área de estudo, ainda que intermitentes, segundo a consideração da legislação utilizada. Ao término desse procedimento, houve ainda o uso da função Hachuras do software Autodesk Map 2004 para o preenchimento dos círculos, seguindo os mesmos comandos e ressalvas já salientadas em momentos anteriores.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006).

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base;

Para o mapeamento desse parâmetro, realizou-se, em um primeiro momento, uma análise minuciosa das curvas de nível da base cartográfica da bacia do córrego do Cavalheiro. Através dessa, foi possível identificar as áreas de topos de morros e montanhas correspondentes a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base. Após a identificação dessas áreas, realizou-se a vetorização dos polígonos correspondentes às mesmas, os quais foram preenchidos com cores através da função Hachuras do AutoDesk Map 2004. Evidencia-se que o mapeamento desse parâmetro se restringiu a um pequeno trecho do morro testemunho denominado de Morro do Camelo.

O mapeamento desses dispositivos legais foi importante por permitir localizar com precisão as áreas a serem resguardadas. No entanto, deve-se ressaltar a existência de outro dispositivo legal que não foi mapeado no referido documento cartográfico. Esse dispositivo legal refere-se às Áreas de Preservação Ambiental (APA) - Corumbataí, Botucatu e Tejupá e à Área I da APA Piracicaba-Juqueri-Mirim.

As Áreas de Preservação Ambiental (APA) existentes no Brasil foram criadas através da Lei Federal nº 6.902 de 27/04/81 (SÃO PAULO, 2004), com o objetivo de conciliar o desenvolvimento de certas áreas com a proteção ambiental. No ano de 2000, as APAs foram incluídas no sistema Nacional de Unidades de Conservação, instituído pela Lei Federal nº 9.985, de 18/07/2000 (SÃO PAULO, 2004).

Em relação à constituição das duas APAs mencionadas acima, aponta-se que a APA Corumbataí, Botucatu e Tejupá foi criada pelo Decreto Estadual nº 20.960, de 1983 (SÃO PAULO, 2004), enquanto que a APA Piracicaba-Juqueri-Mirim pelo Decreto Estadual nº 26.882 de 1987 (SÃO PAULO, 2004), o qual foi, posteriormente, substituído pela Lei Estadual nº 7.438, de 16/07/1991 (SÃO PAULO, 2004).

A APA Corumbataí, Botucatu e Tejupá é constituída por três perímetros distintos: Corumbataí, Botucatu e Tejupá. Já a APA Piracicaba-Juqueri-Mirim por dois perímetros distintos: Área I e Área II. O perímetro Corumbataí, da APA Corumbataí, Botucatu e Tejupá, e a Área I da APA Piracicaba-Juqueri-Mirim possuem áreas que se sobrepõem, as quais abrangem parcial ou totalmente os seguintes municípios: Analândia, Barra Bonita, Brotas, Charqueada, Corumbataí, Dois Córregos, Ipeúna, Itirapina, Mineiros do Tietê, Rio Claro, Santa Maria da Serra, São Carlos, São Pedro, Torrinha e Botucatu.

Desta forma, verifica-se que a bacia do córrego do Cavalheiro se encontra totalmente inserida nos perímetros sobrepostos das referidas APA, haja vista que esta bacia localiza-se no município de Analândia (SP). Assim, com o intuito de minimizar a poluição visual do resultado final da carta de restrições da área de estudo, optou-se por apenas apontar esses parâmetros na forma do presente texto.

Ressalta-se que as diretrizes de gerenciamento para a organização do uso e ocupação da terra nas áreas inseridas em APA atendem às especificidades contempladas nos Planos de Manejo², elaborados sob a responsabilidade de um Conselho Gestor³ para cada APA

² De acordo com o inciso XVII do Artigo 2º da Lei que institui o SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000), o Plano de Manejo se constitui no documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (SÃO PAULO, 2004).

existente. As APA que abrangem a área de estudo não possuem um conselho gestor implantado (SÃO PAULO, 2004). Nesse sentido, não foi possível apontar as restrições legais para o uso e ocupação da terra da área de estudo, segundo as diretrizes de gerenciamento do perímetro Corumbataí, da APA Corumbataí, Botucatu e Tejuapá e da Área I da APA Piracicaba-Juqueri-Mirim.

Contudo, de um modo geral, as restrições a serem estabelecidas para as referidas APAs devem se enquadrar no Art. 9º da Lei Federal nº 6.902, de 27/04/81 (SÃO PAULO, 2004), a qual aponta que:

Art. 9º - Em cada Área de Proteção Ambiental, dentro dos princípios constitucionais que regem o exercício do direito de propriedade, o Poder Executivo estabelecerá normas, limitando ou proibindo:

a) a implantação e o funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de afetar mananciais de água;

b) a realização de obras de terraplanagem e a abertura de canais, quando essas iniciativas importarem em sensível alteração das condições ecológicas locais;

c) o exercício de atividades capazes de provocar uma acelerada erosão das terras e/ou um acentuado assoreamento das coleções hídricas;

d) o exercício de atividades que ameacem extinguir na área de proteção as espécies raras da biota regional.

3.2.4. Esboço cartográfico da capacidade de uso da terra

O sistema de capacidade de uso da terra, segundo Lepsch (1983, p. 18),

[...] é uma classificação técnica, originalmente desenvolvido nos Estados Unidos, representando um agrupamento qualitativo de tipos de solos sem considerar a localização ou as características econômicas da terra: diversas características e propriedades são sintetizadas, visando à obtenção de classes homogêneas de terras, em termos do propósito de definir sua máxima capacidade de uso sem risco de degradação do solo, especialmente no que diz respeito à erosão acelerada.

Hudson (1971 apud LEPSCHE, 1983, p. 18) aponta que esse sistema tem como propósito indicar os dados que definam a combinação do uso agrícola e medidas de controle à erosão que permitam um aproveitamento mais intensivo da terra, sem risco de degradação do solo.

³ De acordo com Artigo 3º do Decreto Estadual nº. 48.149, de 9 de outubro de 2003, o Conselho Gestor de Área de Proteção Ambiental no Estado de São Paulo tem como objetivo promover o gerenciamento participativo e integrado das Áreas de Proteção Ambiental, bem como implementar as políticas e diretrizes nacionais, estaduais e municipais de proteção do meio ambiente e do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SÃO PAULO, 2004).

Em relação a esses dados, Lepsch (1983) destaca a natureza do solo (características e propriedades do perfil do solo – independente de serem ou não fatores limitantes), a declividade, a erosão, os fatores limitantes da terra, o uso atual, a drenagem e o clima. Esses dados devem ser analisados e avaliados em conjunto para uma classificação da capacidade de uso da terra. Evidencia-se que, para a realização da capacidade de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro, os dados referentes à drenagem e ao clima dessa bacia serão descartados, devido ao fato dessa área possuir um único tipo climático, já apresentado na caracterização da área de estudo. Contudo, considera-se que há necessidade da realização de pesquisas que busquem compreender os micro climas dessa bacia, as quais podem fornecer dados que subsidiem uma avaliação com um maior nível de detalhe para a classificação da capacidade de uso da terra da referida área.

A classificação da capacidade de uso da terra constitui-se em uma hierarquização de quatro categorias, sendo essas: grupos, classes, subclasses e unidades de capacidade de uso da terra. Quanto maior for o nível das categorias grupos e classes, menor será a possibilidade de uso da terra, ou uma maior restrição para esta.

De forma sintética, o sistema de capacidade de uso da terra apresentado por Lepsch (1983) pode ser assim descrito:

- Grupos (A,B e C): estabelecem a intensidade de uso das terras;
- Classes (I a VIII): definem o grau de limitação do uso;
- Subclasses (e, s, a e c): assinalam a natureza de limitação do uso. Desta forma, a classe estabelecida acima é seguida da letra designada ao fator limitante.
- Unidade (designada por algarismos arábicos à direita do símbolo da subclasse – ex.: IIe – 1): explicitam a natureza às limitações;
- Grupos de Manejo: representam grupamentos de terra que deverão receber idêntico manejo agrícola.

Ressalta-se que a sistematização da capacidade de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro não compreendeu toda essa divisão apresentada por Lepsch (1983), restringindo-se ao uso dos grupos, classes e subclasses. O não delineamento das unidades e dos grupos de manejo deve-se a deficiência de dados sobre as características e propriedades do solo da bacia do córrego do Cavalheiro.

Para a determinação da capacidade de uso da terra torna-se imprescindível o levantamento dos dados referente ao meio físico, os quais permitirão a classificação da

capacidade de uso das terras. Após esse levantamento, os dados adquiridos serão dispostos em uma fórmula que sintetizará as condições encontradas para cada área considerada como homogênea. Essas fórmulas deverão ser escritas em um mapa dentro dos limites condizentes a cada área considerada, permitindo o enquadramento e classificação de tais áreas e, posterior determinação da capacidade de uso da terra.

É importante salientar que, no momento inicial do mapeamento da classificação da capacidade do uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro, referente a definição das categorias, deparou-se com considerável dificuldade para o delineamento das classes e subclasses, devido à disparidade entre as classes de declividade utilizadas na carta elaborada por Pinton (2007) para a área de estudo e aquelas propostas por Lepsch (1983). Além disso, os dados de solos da área de estudo apresentam-se mapeados através de associações no setor do *front* cuneiforme, cujo fato dificultaria o mapeamento da capacidade do uso da terra.

No entanto, durante o estudo desse sistema, verificou-se a possibilidade de realizar algumas adaptações, tanto para as classes de declividade, quanto para os dados de solos, as quais permitiram a espacialização das classes e subclasses de capacidade de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro. No que concerne às adaptações realizadas para as classes de declividade da área de estudo, buscou-se inserir os valores das classes delineadas por Pinton (2007) no interior das classes de declividade propostas por Lepsch (1983), procurando respeitar ao máximo os limites das classes apresentadas por este último autor. A figura 4 ilustra a adaptação realizada, apontando as classes propostas para a bacia do córrego do Cavalheiro por Pinton (2007); as classes adotadas por Lepsch (1983) para o uso no sistema de capacidade de uso da terra e; o resultado final da adaptação realizada para a presente pesquisa.

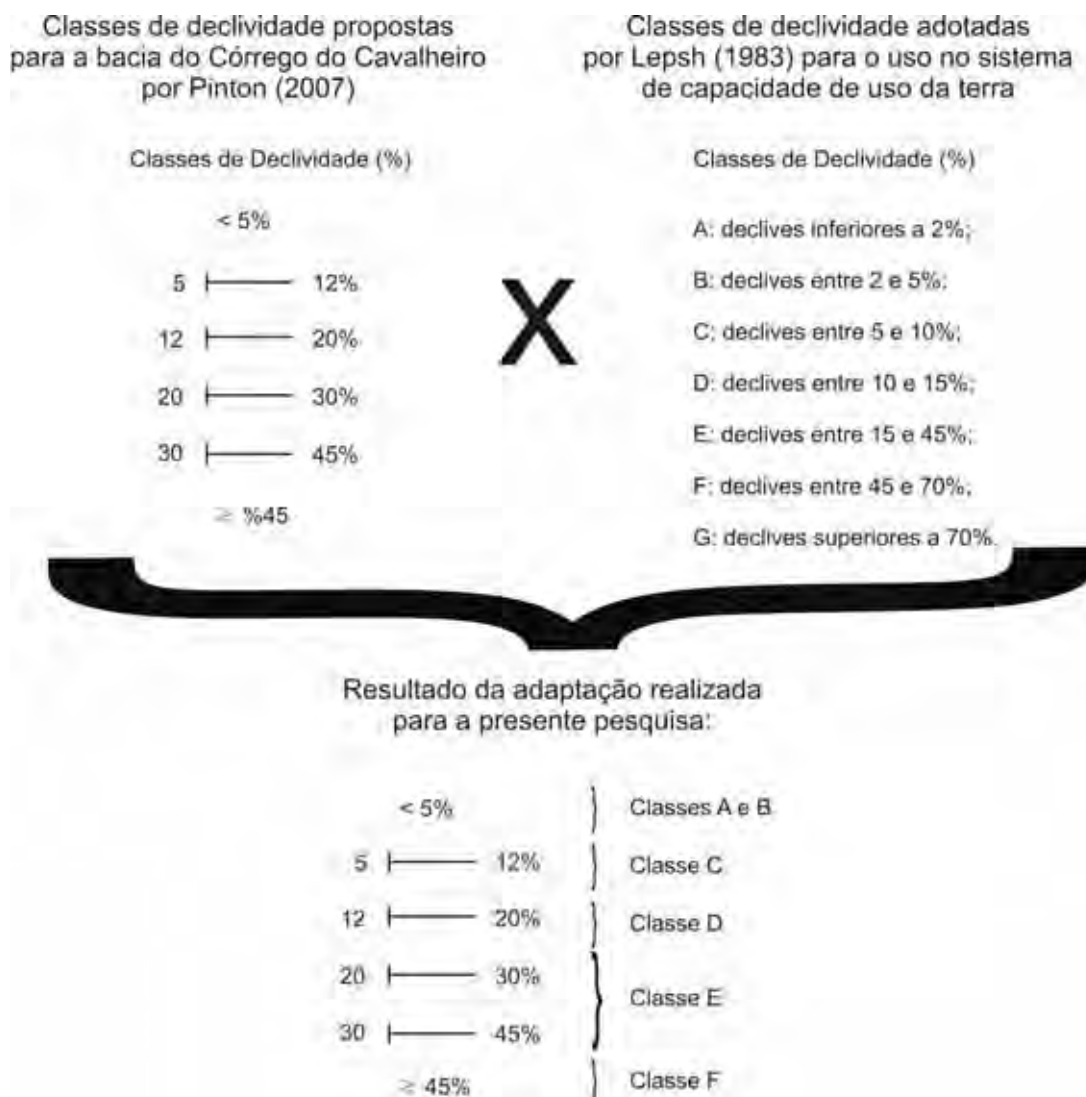


Figura 4 – Adaptação dos dados referentes às classes de declividade.

Para uma melhor compreensão da adaptação estabelecida para a padronização das classes de declividade da área de estudo, cita-se o exemplo:

- A classe de declividade $\leq 5\%$ da bacia do córrego do Cavalheiro, passaria a representar as classes A e B adotadas por Lepsch (1983), as quais possuem os valores de declives inferiores a 2% e declives entre 2 e 5%, respectivamente.

Já em relação à adaptação referente aos dados de solos da área de estudo, foi realizada uma dissociação entre os solos que compõem o front cuestiforme – neossolo litólico e nitossolo. Esta dissociação consistiu na delimitação das áreas dos respectivos solos através da interpretação da topografia do front cuestiforme, a qual teve como subsídio as informações advindas da representação das curvas de nível para essa forma de relevo e, ainda, aquelas acerca dos atributos desses solos. Neste viés, a área entre os dois fronts cuestiformes,

caracterizada por um menor declive, foi considerada como sendo a área que comportaria o nitossolo. Enquanto que o restante da área, caracterizada por altos declives, foi determinada como sendo recoberta por neossolo litólico.

Ressalta-se ainda que a consideração de uma bacia hidrográfica como unidade espacial de análise repercutiu em limitações a utilização do sistema de capacidade de uso da terra da área de estudo, mesmo considerando as adaptações realizadas ao longo do uso dessa técnica. No contexto dessas limitações, optou-se por considerar a espacialização como sendo um esboço cartográfico da capacidade de uso da terra da área estudo.

Para a elaboração deste esboço utilizou-se como fonte de dados a carta de declividade, a figura da distribuição espacial dos solos e a carta geomorfológica do cenário de 2007 da bacia do córrego do Cavalheiro, todas essas elaboradas por Pinton (2007). Esses documentos cartográficos possibilitaram a obtenção de dados considerados primordiais à realização da classificação da capacidade do uso da terra da área de estudo, os quais correspondem, respectivamente, a distribuição espacial das classes de declividade, dos tipos de solos e das áreas que apresentam feições erosivas.

Além de considerar esses documentos cartográficos como fonte de dados, consultou-se o memorial descritivo do levantamento pedológico semi-detalhado do Estado de São Paulo – quadrícula de São Carlos, elaborado por Oliveira e Prado (1984), para a obtenção das características e propriedades dos solos encontrados na área de estudo.

A elaboração do esboço cartográfico da capacidade de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro foi efetuada em meio digital através do software AutoDesk Map 2004 em 4 etapas, sendo essas:

Etapas 1

Essa etapa consistiu na inserção dos documentos cartográficos apontados como sendo a base de dados para a elaboração do presente esboço no ambiente do software Autodesk Map 2004 e, posterior georeferenciamento destes junto à base cartográfica da bacia do córrego do Cavalheiro.

Etapa 2

A segunda etapa do processo de elaboração deste esboço foi a criação de glebas, através da vetorização dessas, considerando os limites⁴ das classes dos solos, das classes de declividade e das áreas contendo as feições dos diferentes estágios dos processos erosivos lineares. Evidencia-se que essas glebas constituem-se em polígonos demarcados para cada área da bacia do córrego do Cavalheiro que apresenta mudanças no interior dos limites considerados. A figura 5 ilustra essa etapa.



Figura 5 – Determinação das glebas, considerando os limites das classes de solos, das classes de declividade e das áreas contendo as feições dos diferentes estágios dos processos erosivos lineares.

Ressalta-se a realização de algumas generalizações no que concerne à extensão das glebas criadas ao considerar as diferentes classes de declividade e as áreas que apresentavam feições erosivas. A espacialização das classes de declividade da área de estudo, fez com que essa medida fosse necessária devido a grande fragmentação de certas classes, no interior de áreas em que havia uma maior extensão de outra classe de declividade. Já a generalização referente às feições erosivas consistiu no não mapeamento de pequenos sulcos erosivos verificados isoladamente, em certas porções da área de estudo. Nota-se que essas generalizações podem ser enquadradas como sendo limitações para a avaliação do sistema de

⁴ Convém chamar a atenção que o limite entre algumas glebas é realizado a partir dos acidentes topográficos identificados na área de estudo, como por exemplo, estradas, canais pluviais, etc. Esta consideração se enquadra na proposta de Lepsch (1983) sobre a cartografia dessas glebas.

capacidade de uso da terra ao considerar uma bacia hidrográfica como unidade espacial de análise.

Por fim, salienta-se a importância da delimitação das glebas referidas nessa etapa, as quais se constituem na base de análise para a realização da etapa seguinte.

Etapa 3

Essa etapa engloba a análise das características diagnosticadas – declividade; tipo de solo; erosão – nas glebas delimitadas na etapa anterior para a constituição de uma fórmula mínima. A fórmula mínima é estabelecida através da síntese das condições verificadas em cada área considerada como homogênea, sendo representada no interior dessas, possibilitando assim, o enquadramento e a classificação de classes que irão determinar a capacidade de uso da terra das áreas apreciadas.

A fórmula mínima é organizada a partir da verificação dos seguintes fatores em cada gleba analisada: profundidade efetiva do solo, textura, permeabilidade, declividade e erosão. Lepsch (1983) aponta para a existência de outros fatores, considerados como sendo limitantes para as glebas em análise que, quando presentes, podem vir a ser especificados na fórmula. Estes fatores limitantes se encontram diretamente relacionados com os atributos dos solos da área de estudo, como por exemplo, a existência de pedregosidade, o caráter abrupto do solo, entre outros. Evidencia-se a ausência de informações no material utilizado como fonte de dados - Oliveira e Prado (1984) - para a aquisição destes atributos da área de estudo. Desta forma, tal fato não permite a representação dos fatores limitantes da bacia do córrego do Cavalheiro na fórmula mínima, bem como inviabiliza o delineamento das unidades e dos grupos de manejos dessa bacia, conforme relatado anteriormente.

A estrutura da fórmula mínima é ilustrada na figura 6 abaixo:

$$\frac{\text{profundidade efetiva - textura - permeabilidade}}{\text{declividade - erosão}}$$

* Como esses fatores têm posições fixas na fração e notação obrigatória, não há a necessidade de representá-los por suas letras, mas apenas pelos algarismos que indicam o seu grau de ocorrência. (LEPSCH, 1983).

** Evidencia-se que este traço não equivale ao símbolo de subtração e, sim, apenas, para a separação entre os fatores.

Figura 6 – Estrutura da fórmula mínima do sistema de classificação de uso da terra de Lepsch (1983).

Os fatores que compõem a fórmula mínima devem ser identificados a partir de convenções que indicam o grau de variação e intensidade dos mesmos. A tabela 2 apresenta os fatores e as suas respectivas convenções.

Desta forma, a partir da atribuição das convenções para as características levantadas da área de estudo foi possível identificar as diversas fórmulas mínimas pertinentes para cada gleba criada para a bacia do córrego do Cavalheiro. No decorrer da atribuição dos índices para as características e propriedades do perfil do solo, as quais concernem ao numerador da fórmula mínima, houve a padronização desse para as glebas inseridas em cada área condizente a um tipo de solo da bacia do córrego do Cavalheiro. Assim, convém apresentar as fórmulas mínimas delineadas para cada tipo de solo da área de estudo (Figura 7). A figura 7 também ilustra o universo de variação das fórmulas mínimas encontradas em cada tipo de solo da área de estudo.

Tabela 2 – Os fatores que compõem a fórmula mínima e as suas respectivas convenções.

Fatores			
Profundidade efetiva	Textura*	Permeabilidade*	Notas
Convenção	Convenção	Convenção	
0: não identificada	0: não identificada	0: não identificada	
1: muito profundos (mais de 2 metros)	1: textura muito argilosa (com teor de argila superior a 60%)	1: rápida (quando o solo é de textura grosseira (arenosa), ou de estrutura forte, pequena granular e friável)	
2: profundos (1 a 2 metros)	2: textura argilosa (com teor de argila entre 35 e 60%)	2: moderada (quando o solo é de textura e estrutura compostas de tal forma que proporcionam moderada percolação de água)	
3: moderadamente profundos (0,50 a 1 metro)	3: textura média (com teor de argila menor que 35%, teor de areia maior que 15% e de silte menor que 50%)	3: lenta (quando o solo possui características de textura e estrutura tais que tornam a percolação mais difícil)	
4: rasos (0,25 a 0,50 metro)	4: textura siltilosa (com teores de silte superior a 50%, argila menos que 35% e areia maior que 15%)		
5: muito rasos (menos de 0,25 metro)	5: textura arenosa (com teor de argila inferior a 15% e de areia superior a 70%)		
Declividade**	Erosão***		
Convenção	Convenção		
Classes A e B } < 5%	7: ocasionais		*Estes valores são atribuídos para a camada superficial e subsuperficial dos solos. Neste viés, a representação destes na fórmula mínima, constitui-se de dois algarismos separados por uma barra, os quais representam respectivamente a camada superficial e a camada subsuperficial (Ex.: 2/2), (LEPSH, 1983).
Classe C } 5 — 12%	8: frequentes		** A representação das classes de declividade na fórmula mínima ocorre por meio das letras que representam as respectivas classes. Em razão da adaptação realizada para as classes de declividade na presente pesquisa, apresenta-se o fator declividade, considerando o resultado final da referência adaptado.
Classe D } 12 — 20%	9: muito frequentes (as feições referentes ao terceiro estágio dos processos erosivos lineares - voçorocas - foram inseridos nesta convenção)		*** O fator erosão é determinado através da frequência e da profundidade dos sulcos. A convenção da profundidade dos sulcos é distinguida por Lesh (1983) através da criação de um box contendo o número da frequência dos sulcos (Ex.: 7). Contudo, evidencia-se a não realização desta distinção na presente pesquisa, devido ao predomínio de sulcos erosivos na área de estudo. Desta forma, as áreas que apresentavam voçorocas vieram a ser inseridas no grau da frequência dos sulcos.
Classe E } 20 — 30%			
Classe F } 30 — 45%			
≥ %45			

*Estes valores são atribuídos para a camada superficial e subsuperficial dos solos. Nesta visão, a representação destes na fórmula mínima, constitui-se de dois algarismos separados por uma barra, os quais representam respectivamente a camada superficial e a camada subsuperficial (Ex: 2/2).

(LEPSH, 1963).

** A representação das classes de declividade na fórmula mínima ocorre por meio das letras que representam as respectivas classes. Em razão da adaptação realizada para as classes de declividade na presente pesquisa, apresenta-se o fator declividade, considerando o resultado final da referida adaptação.

*** O fator erosão é determinado através da frequência e da profundidade dos sulcos. A convenção da profundidade dos sulcos é distinguida por Lesh (1963) através da criação de um box contendo o número da frequência dos sulcos (Ex: 7). Contudo, evidencia-se a não realização desta distinção na presente pesquisa, devido ao predomínio de sulcos erosivos na área de estudo. Desta forma, as áreas que apresentavam voçorocas vieram a ser inseridas no grau 9 da frequência dos sulcos.

Tipos de solo	Neossolo quartzarênico	Neossolo litólico	Latossolo vermelho-amarelo	Argissolo	Nitossolo
	$\frac{1 - 5/5 - 1/1}{\text{declividade - erosão}}$	$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{\text{declividade - erosão}}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{\text{declividade - erosão}}$	$\frac{2 - 2/1 - 2/3}{\text{declividade - erosão}}$	$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{\text{declividade - erosão}}$
Universo de variação das fórmulas mínimas	$\frac{1 - 5/5 - 1/1}{E - 0}$	$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{AB - 0}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{C - 7}$	$\frac{2 - 2/1 - 2/3}{AB - 0}$	$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{C - 0}$
	$\frac{1 - 5/5 - 1/1}{AB - 0}$	$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{C - 0}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{C - 0}$	$\frac{2 - 2/1 - 2/3}{C - 0}$	$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{D - 0}$
	$\frac{1 - 5/5 - 1/1}{F - 0}$	$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{D - 0}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{E - 0}$	$\frac{2 - 2/1 - 2/3}{D - 0}$	$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{E - 0}$
	$\frac{1 - 5/5 - 1/1}{D - 0}$	$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{E - 0}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{F - 0}$	$\frac{2 - 2/1 - 2/3}{E - 0}$	$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{F - 0}$
	$\frac{1 - 5/5 - 1/1}{D - 8}$	$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{F - 0}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{AB - 0}$	$\frac{2 - 2/1 - 2/3}{F - 0}$	$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{C - 7}$
	$\frac{1 - 5/5 - 1/1}{E - 8}$	$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{D - 7}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{D - 0}$	$\frac{2 - 2/1 - 2/3}{C - 7}$	$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{AB - 0}$
	$\frac{1 - 5/5 - 1/1}{C - 7}$	$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{E - 7}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{D - 8}$	$\frac{2 - 2/1 - 2/3}{D - 7}$	$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{C - 0}$
	$\frac{1 - 5/5 - 1/1}{C - 0}$	$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{D - 8}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{D - 7}$	$\frac{2 - 2/1 - 2/3}{E - 7}$	$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{D - 7}$
		$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{E - 8}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{C - 7}$		$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{E - 7}$
		$\frac{4 - 5/0 - 1/0}{F - 8}$	$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{C - 9}$		$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{C - 8}$
			$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{D - 9}$		$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{D - 8}$
			$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{E - 9}$		$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{E - 8}$
			$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{AB - 9}$		$\frac{3 - 2/1 - 3/3}{F - 8}$
			$\frac{1 - 3/3 - 2/2}{C - 8}$		

Figura 7 – Fórmula mínima determinada para cada tipo de solo da bacia do córrego do Cavalheiro e o respectivo universo de variação.

Desta forma, a partir do mapeamento da fórmula mínima em cada gleba delimitada na área de estudo (Figura 8), foi possível proceder a etapa 4.

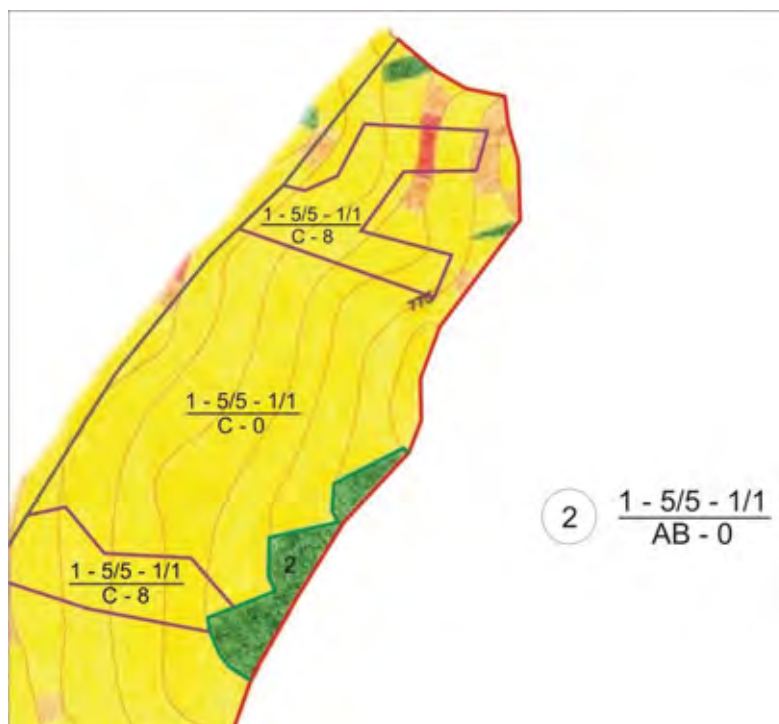


Figura 8 – Inserção das fórmulas mínimas nas glebas mapeadas em áreas da bacia do córrego do Cavalheiro.

Etapa 4

Essa etapa consistiu na determinação das classes e subclasses de capacidade de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro. Para essa determinação foi realizada uma análise minuciosa de cada fórmula mínima encontrada na área de estudo, buscando enquadrá-las nas classes e subclasses apresentadas por Lepsch (1983). O referido enquadramento foi realizado a partir da comparação dos atributos identificados em cada fórmula mínima com aqueles apontados por Lepsch (1983) na definição de cada classe e subclasse de capacidade de uso da terra. O quadro 1 aponta as classes e subclasses determinadas para a bacia do córrego do Cavalheiro. Evidencia-se que esse quadro foi produzido com o intuito de auxiliar o leitor à compreensão dos pressupostos da classificação da capacidade de uso da terra de determinada gleba. Ademais, cabe salientar que para a compartimentação deste quadro, consideraram-se as classes e subclasses instituídas em cada área condizente a um tipo de solo da bacia do córrego do Cavalheiro. Essa medida foi feita para facilitar a visualização das classes e subclasses instituídas, de acordo com as características identificadas e mapeadas na referida bacia. Neste sentido, esse quadro ainda apresenta as características gerais de cada classe do sistema de capacidade de uso da terra.

		Classes e subclasses	Atributos das fórmulas mínimas considerados como determinantes para a classificação das classes e subclasses da área de estudo
Tipos de solo da bacia do Córrego do Cavalheiro	Neossolo Quartzarênico	Classe VI	Declividade: até a classe C
		Subclasse VIe	Com risco de erosão que pode chegar a muito severo; presença de processos erosivos
		Subclasse VIi	Apresenta problemas relacionados às propriedades do solo
		Classe VII	Declividade: a partir da classe D
		Subclasse VIIe	Com risco de erosão muito severo; presença de processos erosivos
	Argissolo	Classe II	Declividade: Classe A e B
		Subclasse IIe	Apresenta problemas relacionados às propriedades do solo
		Classe III	Declividade: Classe C
		Subclasse IIle	Com riscos severos à erosão; podendo apresentar processos erosivos
		Subclasse IIIs	Apresenta problemas relacionados às propriedades do solo
		Classe IV	Declividade: Classe D
		Subclasse IVe	Apresenta problemas relacionados às propriedades do solo
	Nitossolo	Classe VI	Declividade: Classe D
		Subclasse VIe	Com risco de erosão que pode chegar a muito severo; presença de processos erosivos
		Classe VII	Declividade: Classe E
		Subclasse VIIe	Com risco de erosão muito severo; presença de processos erosivos
		Classe VIII	Declividade: Classe F
		Subclasse VIIIe	Com alto risco de erosão devido ao declive extremamente acentuado; presença de voçorocas
		Neossolo litólico	Classe II
	Subclasse IIe		Apresenta problemas relacionados às propriedades do solo
	Classe III		Declividade: Classe C
	Subclasse IIle		Com riscos severos à erosão; podendo apresentar processos erosivos
	Classe IV		Declividade: Classe D
	Subclasse IVe		Apresenta problemas relacionados às propriedades do solo
	Classe VI		Declividade: Classe D
	Latossolo vermelho-amarelo	Subclasse VIe	Com risco de erosão que pode chegar a muito severo; presença de processos erosivos
		Subclasse VIi	Apresenta problemas relacionados às propriedades do solo
		Classe VII	Declividade: Classe E
		Subclasse VIIe	Com risco de erosão muito severo; presença de processos erosivos
		Subclasse VIIi	Declividade: Classe F
		Subclasse VIIIs	Apresenta problemas relacionados às propriedades do solo
		Classe VIII	Declividade: Classe F
	Subclasse VIIIe	Com alto risco de erosão devido ao declive extremamente acentuado; presença de voçorocas	
		Classe I	Declividade: Classe A e B
		Subclasse Ie	São áreas planas ou com declividades muito suaves, sem grandes restrições
		Classe II	Declividade: Classe A e B
		Subclasse IIe	Com ligeira a moderado risco de erosão
		Classe III	Declividade: Classe C
		Subclasse IIle	Com riscos severos à erosão; podendo apresentar processos erosivos
		Subclasse IIIs	Apresenta problemas relacionados às propriedades do solo
		Classe IV	Declividade: Classe D
Subclasse IVe	Apresenta risco a erosão devido a declividade		
		Classe VI	Declividade: Classe E
		Subclasse VIe	Com risco de erosão que pode chegar a muito severo; presença de processos erosivos
		Classe VII	Declividade: Classe F
		Subclasse VIIe	Com risco de erosão muito severo; presença de processos erosivos
Características gerais das classes e subclasses do sistema de capacidade de uso da terra de Lepsch (1983)			
Classes e subclasses - Lepsch (1983)*	Classe I	São terras que têm nenhuma ou somente muito pequenas limitações permanentes ou riscos de depauperamento; solos profundos; áreas planas. Esta classe não admite subclasse.	
	Classe II	Consiste em terras que têm limitações moderadas para o seu uso. A declividade já pode ser suficiente para provocar enxurradas e erosão. A subclasse IIe constitui-se em terras produtivas, com relevo suavemente ondulado, oferecendo ligeiro a moderado risco de erosão; classe de declive B.	
	Classe III	São terras que quando cultivadas sem cuidados especiais, estão sujeitas a severos riscos de depauperamento, principalmente no caso de culturas anuais; declividade moderada - classe de declive C. A subclasse IIle caracteriza-se por áreas com erosão moderada; inserção de terrenos com declives da classe B, sob solos com propriedades erodíveis. Já a subclasse IIIs pertence a terras praticamente planas ou suavemente onduladas com fertilidade muito baixa.	
	Classe IV	Terras que apresentam riscos ou limitações permanente muito severas quando usadas para culturas anuais; declives íngremes; erosão severa. A subclasse IVe caracteriza-se por declives da classe C e D; solos susceptíveis. Enquanto a subclasse IVi se apresenta com solos limitados devido as seguintes condições: profundidade efetiva rasa, pequena capacidade de retenção de água aliada a problemas de fertilidade.	
	Classe V	Terras impróprias para culturas anuais mas que podem ser usadas para produção de certos cultivos permanentes úteis, como pastagens, florestas e algumas culturas permanentes protetoras do solo, como seringueira e cacau, desde que adequadamente manejadas; declividade excessiva; pequena profundidade do solo. A subclasse Vle caracteriza-se por áreas com declives acentuados - classe de declive D, ou C para solos erodíveis; sulcos frequentes. Já a subclasse VIs caracteriza-se por terras constituídas de solos rasos e/ou de pequena produtividade.	
	Classe VI	Terras com limitações permanentes, áreas íngremes, erodidas; solos muito rasos. A subclasse VIle condiz a áreas com declividade muito acentuada (>40% de declividade); elevada frequência e profundidade das feições erosivas. Já a subclasse VIIs se diz respeito a áreas com solos rasos ou muito rasos; solos com baixa capacidade de retenção de água.	
	Classe VII	Terras impróprias para serem utilizadas com qualquer tipo de cultivo; áreas severamente erodidas ou encostas rochosas. A subclasse VIIe condiz às áreas com declives extremamente acentuados; presença de processos erosivos muito severos - voçorocas.	
Nota: * Evidencia-se que as classes e subclasses apresentadas neste quadro condizem àquelas utilizadas na presente pesquisa, haja vista a existência de outras no sistema de capacidade de uso da terra elaborado por Lepsch (1983).			

Quadro 1 – Classes e subclasses delineadas para a bacia do córrego do Cavalheiro. Caracterização das classes e subclasses apresentadas por Lepsch (1983).

Após a determinação das classes e subclasses da área de estudo, deu-se início ao processo de colorir cada gleba em que se encontrava determinada fórmula mínima, de acordo com as cores representativas das classes de uso da terra consideradas por Lepsch (1983). Esse processo foi realizado a partir da função Hachuras do AutoDesk Map 2004.

A análise das cores atribuídas por Lepsch (1983) ao sistema de capacidade de uso da terra não infere ao padrão adotado para a variação das cores de acordo com a intensidade da capacidade de cada classe. Ademais, verifica-se o uso da cor azul para a Classe IV de capacidade de uso da terra, cuja cor é padronizada mundialmente na cartografia como sendo representativa de drenagens, lagos, mares e oceanos. Assim, realizou-se uma adaptação para a cor representativa dessa classe, convencionando-lhe a cor vermelho escuro, haja vista que a classe III de capacidade de uso da terra é convencionada na cor vermelha. Assim, estabeleceu-se uma sequência lógica para a variação das cores das classes de acordo com a intensidade da capacidade de uso da terra. Esse fato permite a colocação de uma sugestão para a adoção da variação de cores designadas na rosa cromática para a identificação das classes de capacidade de uso terra, segundo a intensidade das mesmas.

Por fim, deve-se salientar que não há mudanças na tonalidade das cores para a representação das subclasses admitidas em cada classe de capacidade de uso da terra, as quais são representadas a partir da inserção de letras à frente do número romano que indica determinada classe (Ex: VIe – Classe VI, subclasse e – denota erosão).

O desenvolvimento do sistema de capacidade de uso da terra para a bacia do córrego do Cavalheiro constituiu-se em técnica fundamental para atingir os propósitos dessa pesquisa, haja vista que os dados fornecidos por esse, quando comparados com o uso da terra atual, auxiliam na identificação de situações onde tal uso é incompatível com a capacidade identificada. Assim, é possível colaborar com o planejamento das práticas conservacionistas a serem realizadas nessa bacia. No entanto, há a necessidade de adaptações e de outras pesquisas que se utilizem dessa técnica, considerando a bacia hidrográfica como unidade espacial de análise, considerando-se as limitações identificadas na aplicação desse sistema para tal unidade.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados foi dividida nos seguintes tópicos: a) Análise da dinâmica do uso da terra e das alterações geomorfológicas e; b) Avaliação do cenário atual do uso da terra e sua adequabilidade à legislação ambiental e a capacidade de uso da terra.

A análise da dinâmica do uso da terra e das alterações geomorfológicas permitiu verificar as interferências da dinâmica do uso da terra na morfologia da bacia do córrego do Cavalheiro, proporcionando o desenvolvimento de uma morfologia antropogênica. Já a avaliação do cenário atual do uso da terra e sua adequabilidade à legislação ambiental e a capacidade de uso da terra possibilitou a constatação dos conflitos e adequações do uso da terra atual da área de estudo em relação às restrições legais colocadas pela legislação ambiental vigente e a capacidade de uso da terra.

4.1. Análise da dinâmica do uso da terra e das alterações geomorfológicas

Esse tópico compreendeu uma avaliação das cartas de uso da terra e das cartas geomorfológicas dos cenários de 1962, 1978, 1988 e 2007 da bacia do córrego do Cavalheiro e, ainda, uma análise correlativa entre essas informações.

Neste sentido, apresenta-se, em um primeiro momento, uma apreciação das informações adquiridas com as cartas de uso da terra dos cenários de 1962, 1978, 1988 e 2007, indicando as mudanças no uso da terra em cada cenário e a dinâmica dessas na bacia do córrego do Cavalheiro em tal período. Em seguida, expõe-se uma análise comparativa das cartas geomorfológicas dos referidos cenários, buscando avaliar as mudanças morfológicas do relevo ocorridas nesse período na área de estudo. Por fim, evidenciam-se as considerações relevantes do cruzamento das informações sobre a dinâmica do uso da terra com os dados geomorfológicos para investigar se o uso da terra vem interferindo nas mudanças da morfologia original da área de estudo, produzindo uma morfologia antropogênica.

A análise da carta de uso da terra do cenário de 1962 (Apêndice 1) revela as seguintes classes de uso da terra: pasto limpo, silvicultura, culturas anuais, citrus, cerrado, mata, pasto sujo, área urbanizada e área construída. O gráfico 2 apresenta, em porcentagem, a distribuição dessas classes em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro.

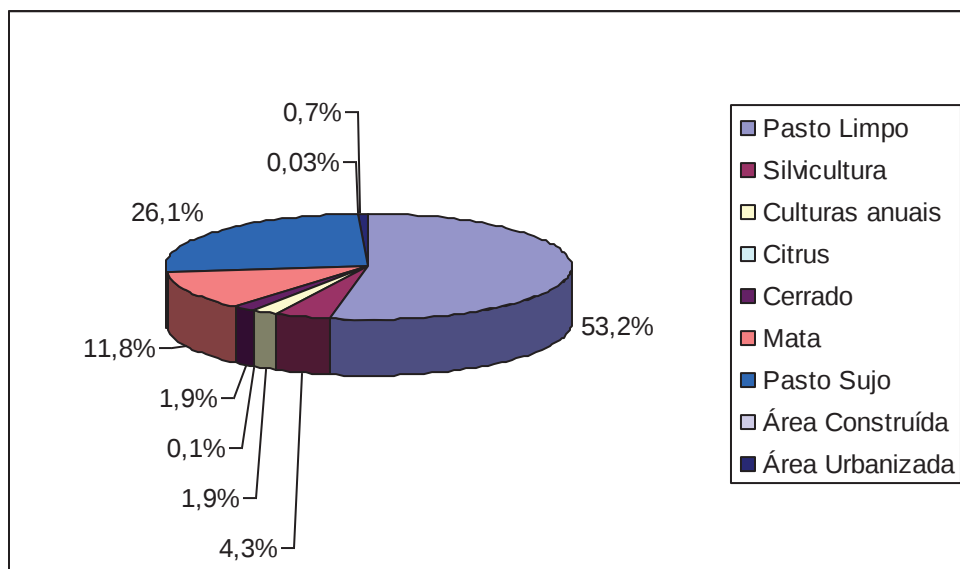


Gráfico 2 – A distribuição das classes de uso da terra em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem (%), identificadas no cenário de 1962.

A análise desse gráfico evidencia um predomínio da classe de uso da terra pasto limpo – 53,2%, seguida pelas classes pasto sujo – 26,1% e mata – 11,8%. As outras classes identificadas na área de estudo compreendem valores de menor significância, sendo eles: silvicultura – 4,3%, culturas anuais e cerrado – 1,9%, área urbanizada – 0,7%, citrus – 0,1% e área construída – 0,03%, perfazendo os 9,9 km² da bacia do córrego do Cavalheiro.

As classes de uso da terra identificadas no cenário de 1978 (Apêndice 2 – Carta de uso da terra do cenário de 1978) equivalem àsquelas apresentadas no cenário de 1962. O gráfico 3 apresenta, em porcentagem, a distribuição dessas classes na área de estudo.

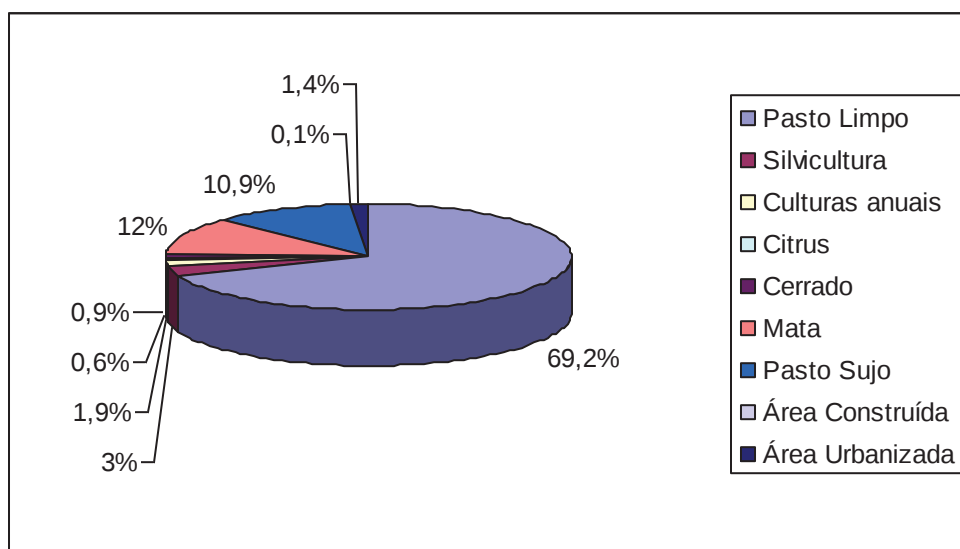


Gráfico 3 – A distribuição das classes de uso da terra em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem (%), identificadas no cenário de 1978.

A análise do gráfico 3 denota o predomínio da classe de uso da terra pasto limpo – 69,2% - em relação as outras classes identificadas na área de estudo, as quais, cobrem o restante dessa da seguinte maneira: mata – 12%, pasto sujo – 10,9%, silvicultura – 3%, culturas anuais – 1,9%, área urbanizada – 1,4%, cerrado – 0,9%, citrus – 0,6% e área construída – 0,1%.

Já em relação ao cenário de 1988, segundo a análise advinda da carta de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro do respectivo cenário (Apêndice 3), foram identificadas as seguintes classes de uso da terra: pasto limpo, silvicultura, culturas anuais, mata, pasto sujo, área construída e área urbanizada. A distribuição dessas classes na área de estudo, em porcentagem, pode ser observada no gráfico 4.

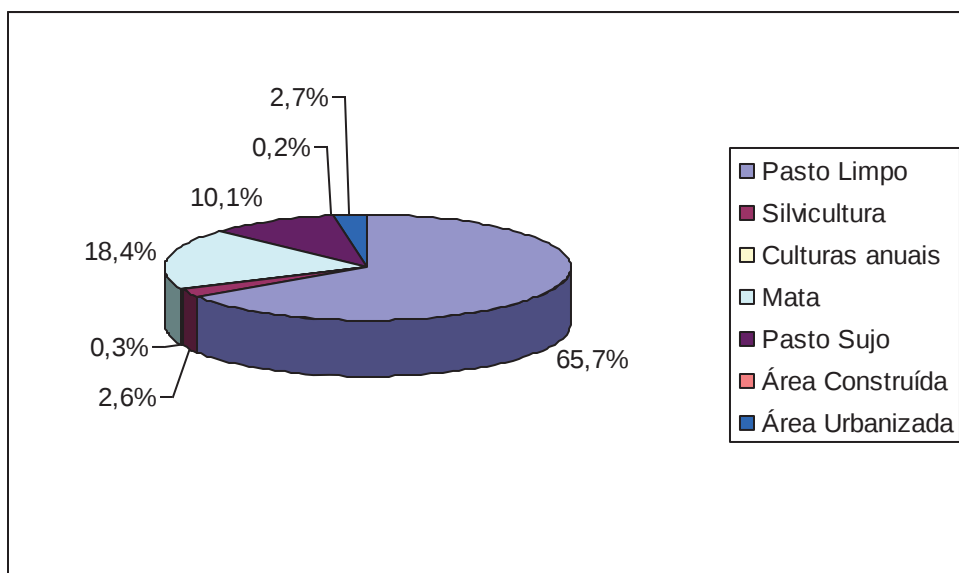


Gráfico 4 – A distribuição das classes de uso da terra em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem (%), identificadas no cenário de 1988.

De acordo com o gráfico 4, nota-se que a classe de uso da terra pasto limpo prevalece, ocupando 65,7% da área de estudo, sendo seguida pelas classes mata – 18,4% e pasto sujo 10,1%. As outras classes identificadas apresentam os seguintes valores: área urbanizada – 2,7%, silvicultura – 2,6%, culturas anuais – 0,3% e área construída 0,2%.

Por fim, na análise da carta de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro do cenário de 2007 (Apêndice 4) foram identificadas as seguintes classes de uso da terra: pasto limpo, silvicultura, culturas anuais, cana-de-açúcar, mata, pasto sujo, área construída e área urbanizada. O gráfico 5 evidencia a distribuição dessas classes, em porcentagem, na área de estudo.

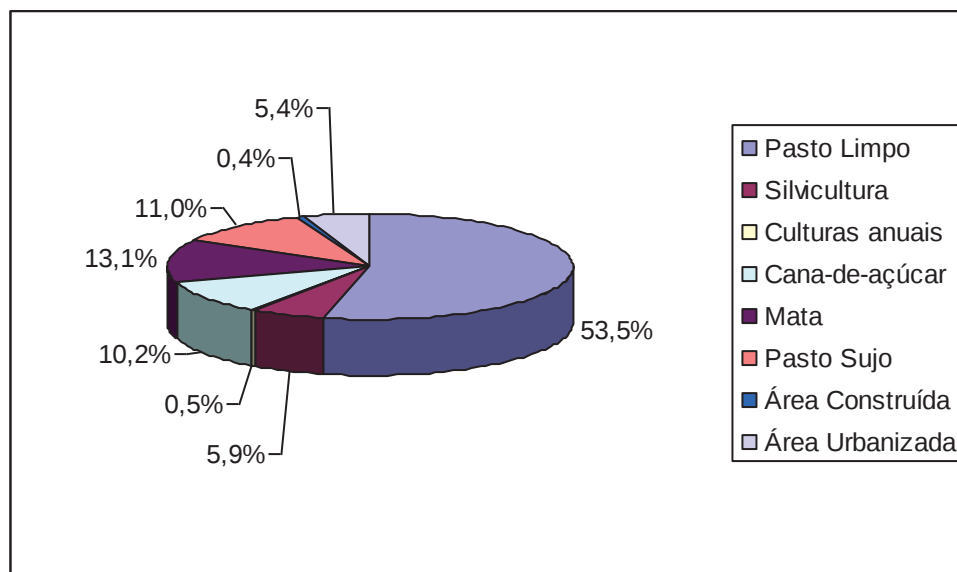


Gráfico 5 – A distribuição das classes de uso da terra em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem (%), identificadas no cenário de 2007.

A análise do gráfico 5 demonstra que pouco mais da metade da área da bacia do córrego do Cavalheiro é coberta pela classe de uso da terra pasto limpo – 53,5%. Enquanto que o restante da área de estudo é ocupada da seguinte maneira: mata – 13,1%, pasto sujo – 11,0%, cana-de-açúcar – 10,2%, silvicultura – 5,9%, área urbanizada – 5,4%, culturas anuais – 0,5% e área construída – 0,4%.

Os dados adquiridos com as análises das cartas de uso da terra dos cenários de 1962 (Apêndice 1), 1978 (Apêndice 2) 1988 (Apêndice 3) e 2007 (Apêndice 4) da bacia do córrego do Cavalheiro permitiram verificar a dinâmica do uso da terra ocorrida nesse período. O gráfico 6 auxilia nessa análise, apresentando a variação na distribuição das classes de uso da terra identificadas na área de estudo no período considerado.

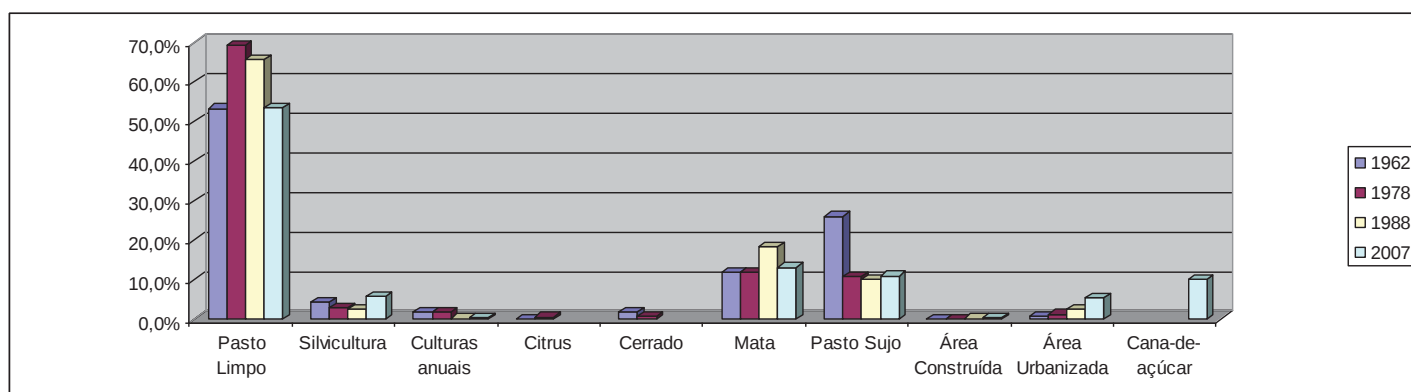


Gráfico 6 – Variação na distribuição das classes de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP, em porcentagem, identificadas nos cenários de 1962, 1978, 1988 e 2007.

A distribuição da classe de uso da terra pasto limpo em relação à área da bacia do córrego do Cavalheiro se sobressaiu em todo o período. Contudo, verificou-se uma variação na sua distribuição. No período de 1962 a 1978, houve um aumento na área sustentada por essa classe de uso da terra de 16%, partindo de 53,2% para 69,2%. A partir do ano de 1988 há uma diminuição gradual da área coberta por essa classe de uso da terra, caracterizada pelos seguintes valores: 65,7% em 1988 e, 53,5% em 2007.

Em relação ao período que compreende os anos de 1962, 1978 e 1988 deve-se ater para algumas considerações relevantes. No intervalo de tempo entre os anos de 1962 e 1978, há um aumento de 0,5% na área da classe de uso da terra citrus (0,1% em 1962 para 0,6% em 1978) e, ainda, uma diminuição de 1% na área da classe de uso da terra cerrado (1,9% em 1962 para 0,9% em 1978). Contudo, ambas as classes deixaram de existir a partir do cenário de 1988. Ademais, no período mencionado, relatou-se um aumento gradual nas áreas das seguintes classes de uso da terra: área construída (0,03% em 1962, 0,1% em 1978 e, 0,2% em 1988), área urbanizada (0,7% em 1962, 1,4% em 1978 e, 2,7% em 1988) e mata (11,8% em 1962, 12% em 1978 e, 18,4% em 1988). Concomitantemente, houve uma redução gradativa das áreas da bacia do córrego do Cavalheiro ocupadas, respectivamente, pela silvicultura (4,3% em 1962, 3% em 1978 e, 2,6% em 1988), culturas anuais (1,9% em 1962, 1,9% em 1978 e, 0,3% em 1988) e, pasto sujo (26,1% em 1962, 10,9% em 1978 e, 10,1% em 1988).

Já em relação ao período de 1988 a 2007 contatou-se o surgimento de uma ocupação de 10,2% da área de estudo pela classe de uso da terra designada de cana-de-açúcar. Ressalta-se que a referida classe não foi relatada nos cenários anteriores. Em contrapartida, verificou-se uma diminuição de 5,3% da área coberta por matas (18,4% em 1988 para 13,1% em 2007). Ao mesmo tempo, houve um pequeno aumento das áreas ocupadas pelas demais classes de uso da terra identificadas na bacia do córrego do Cavalheiro no referido período. Esse aumento foi maior para a silvicultura – 3,3% (2,6% em 1988 para 5,9% em 2007). Enquanto que para as outras classes de uso da terra, os aumentos constatados foram de 2,7% para a área urbanizada (2,7% em 1988 para 5,4% em 2007), 0,9% para o pasto sujo (10,1% em 1988 para 11% em 2007) e 0,2% para as culturas anuais (0,3% em 1988 para 0,5% em 2007) e para as áreas construídas (0,2% em 1988 para 0,4% em 2007).

Essa análise possibilitou a constatação do modo como o homem tem utilizado as terras da bacia do córrego do Cavalheiro nos respectivos cenários, bem como, a dinâmica do uso da terra.

Desta forma, como proposto anteriormente, cabe apresentar a avaliação das mudanças morfológicas do relevo da bacia do córrego do Cavalheiro. Essa avaliação advém de uma

análise comparativa das cartas geomorfológicas dos cenários de 1962 (Apêndice 5), 1978 (Apêndice 6), 1988 (Apêndice 7) e 2007 (Apêndice 8).

Com o intuito de facilitar o desenvolvimento dessa análise, bem como auxiliar na apresentação dos dados obtidos com os referidos documentos, a bacia do córrego do Cavalheiro foi compartimentada em quatro setores – setor centro-norte, correspondente ao compartimento geomorfológico das *Cuestas Arenítico-Basálticas*; setor centro-sul, correspondente ao compartimento geomorfológico denominado de Depressão Periférica; setor leste e setor oeste. Os setores centro-norte e centro-sul ainda foram subdivididos em áreas – nordeste, noroeste e norte e, sudeste, sudoeste e sul, respectivamente – para proporcionar uma análise mais minuciosa de tais setores. Ressalta-se que essa compartimentação foi feita com um caráter meramente analítico. A figura 9 ilustra a compartimentação adotada para a análise comparativa das cartas geomorfológicas dos cenários de 1962, 1978, 1988 e 2007 da bacia do córrego do Cavalheiro.

O setor oeste da bacia do córrego do Cavalheiro, de modo geral, apresenta-se com constantes mudanças em suas rupturas topográficas no período analisado. Essas mudanças podem ser discernidas pela extensão e localização das rupturas, bem como pela gênese e desaparecimento destas. Desta forma, constata-se a dinamização dos processos denudativos desse setor, os quais ainda podem ser evidenciados através das feições erosivas lineares mapeadas em todos os cenários em análise.

Em relação às feições erosivas lineares, convém ressaltar a dinâmica desses processos. Tal dinâmica reflete-se na existência de situações diferenciadas que podem ser classificadas como: feições que foram controladas por alguma ação; que se desenvolveram; que evoluíram e, ainda, as que somente se mantiveram.

No cenário de 1962 (Apêndice 5) foram constatadas 3 voçorocas próximas ao morro testemunho denominado de Pedra do Camelo, das quais, duas vieram a desaparecer no ano de 1978 (Apêndice 6). Contudo, nesse último cenário, nota-se uma dinamização da voçoroca que se encontrava mais próxima a Pedra do Camelo, a qual adquire uma maior extensão nesse cenário. Em 1988 (Apêndice 7), verifica-se um aumento na dimensão dessa voçoroca, relatando uma nova dinamização dessa no período de 1978 a 1988. No cenário de 2007 (Apêndice 8), a extensão dessa se mantém, porém, verifica-se o surgimento de algumas ravinas, seguidas de sulcos erosivos, próximas a cabeceira dessa voçoroca, evidenciando a evolução dos processos erosivos lineares.

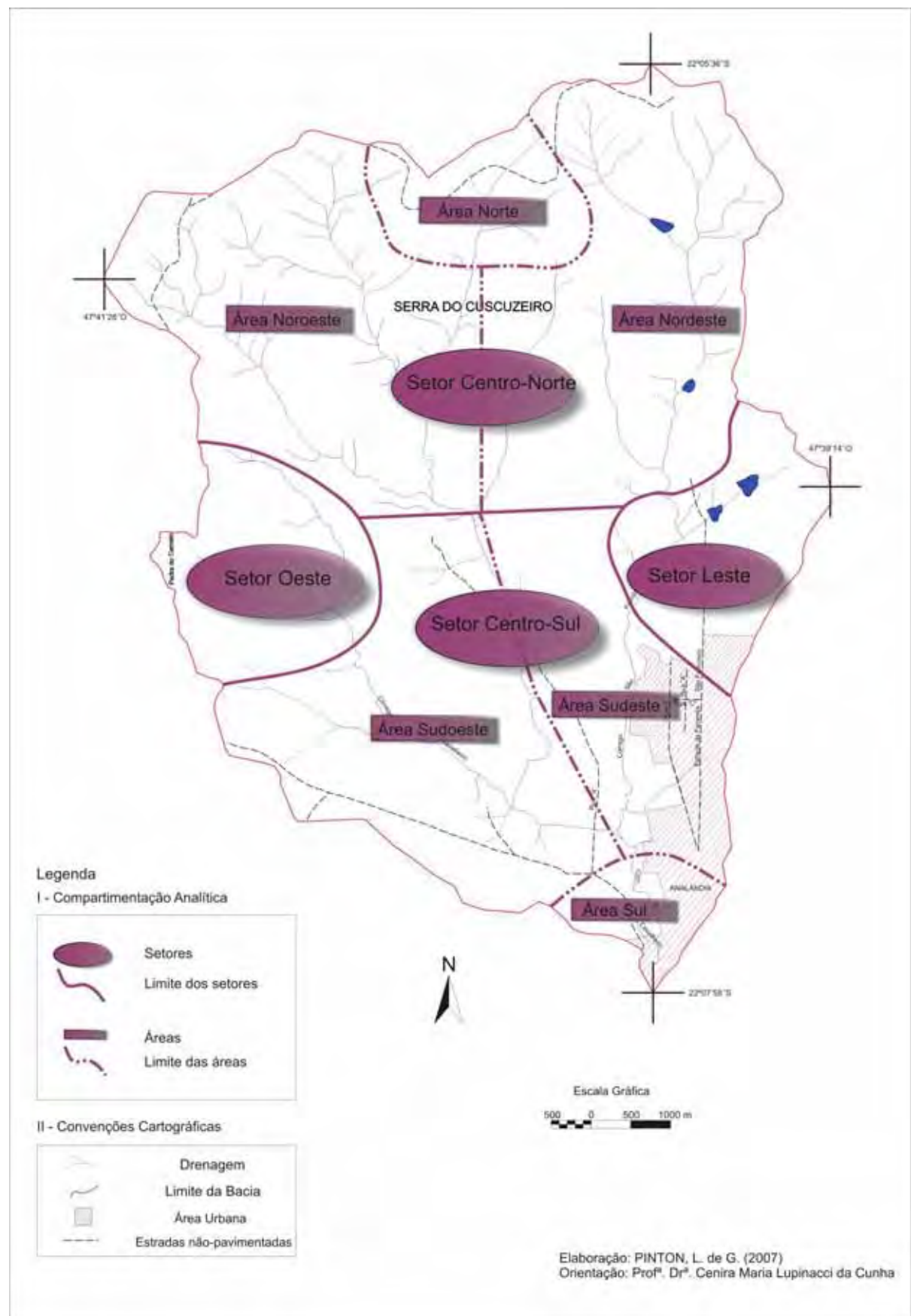


Figura 9 – Mapa da compartimentação da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.

No período analisado, houve o desaparecimento de diversas feições erosivas nesse setor. No entanto, o constante desenvolvimento de outras feições erosivas, principalmente àquelas relacionadas ao estágio inicial dos processos erosivos lineares (sulcos erosivos) caracteriza esse como de grande fragilidade a tais processos.

A elevada quantidade de feições erosivas no setor oeste permite o fornecimento de uma grande quantidade de material aos cursos d'água, os quais mantêm a existência de um leque aluvial, registrado em todos os cenários analisados.

Além disso, cabe evidenciar que essa elevada quantidade de feições erosivas, bem como a dinâmica dessas, contribuíram para a alteração de formas de vertentes desse setor. Exemplo disto foi a alteração constatada em uma vertente irregular no ano de 1978, mapeada no cenário de 1962. Essa forma de vertente localizava-se, em 1962, a leste do leque aluvial, circundada por sulcos erosivos. No cenário de 1978 relatam-se um aumento na quantidade de sulcos erosivos nesse local e ainda, o surgimento de uma ruptura topográfica.

Ademais, deve-se registrar a alteração de uma forma de vertente no período de 1962 a 1978 nesse setor. No ano de 1962, houve o registro de uma vertente retilínea ao norte do leque aluvial. Essa, por sua vez, no cenário de 1978 se apresentava como uma vertente convexa. Nesse período, verificou-se, concomitantemente, um aumento no número de sulcos erosivos e a aproximação entre duas rupturas topográficas onde se registrou tal alteração. Ressalta-se que, nesse mesmo local, no cenário de 1988, foi constatada a presença de formas advindas do modelado antrópico – terraços agrícolas. Concomitantemente, houve o desaparecimento da vertente convexa e o desenvolvimento de uma ruptura topográfica. Essa última condição se manteve no ano de 2007.

Por fim, devem-se salientar algumas mudanças ocorridas na drenagem desse setor, principalmente, às que se relacionam com as situações já evidenciadas. Esse setor, no ano de 1962 possuía algumas drenagens sazonais, as quais vieram a desaparecer no cenário de 1978. As drenagens sazonais que se mantiveram nesse último cenário vieram a desaparecer nos anos seguintes, com exceção da drenagem sazonal que deságua diretamente na margem esquerda do córrego do Cavalheiro, próxima ao leque aluvial mapeado nesse setor, a qual foi registrada, em um primeiro momento, no ano de 1988, mantendo-se em 2007.

Os fatos apresentados acima corroboram com a afirmação da dinamização do processo denudativo do setor oeste. Ademais, muitas das alterações morfológicas verificadas podem estar atreladas à ação antrópica, como as registradas pelo desenvolvimento de terraços agrícolas nesse setor.

Em relação ao setor leste da bacia do córrego do Cavalheiro, verifica-se uma grande similaridade quanto às mudanças nas rupturas topográficas encontradas no setor oeste.

Desta forma, no período de 1962 a 1978 relata-se uma multiplicação das rupturas topográficas no setor leste, demonstrando uma possível ocorrência de aceleração dos processos denudativos. Esse aceleração é mais evidente na margem esquerda do córrego São Francisco, o qual possui canais de primeira ordem nesse setor.

No que concerne ainda às rupturas topográficas verificadas no setor leste, mais especificamente, na margem esquerda do córrego São Francisco, relata-se no cenário de 1988, o desaparecimento de uma das rupturas topográficas existentes no cenário de 1978. Ao mesmo tempo, no ano de 1988, registrou-se um aumento na extensão de outras duas rupturas topográficas que já existiam no cenário de 1978. Esse fato remete para uma possível junção entre as duas rupturas que apresentaram um aumento na sua extensão para com aquela que veio a desaparecer nesse período. Essa dinâmica assinalada no período de 1978 a 1988, condizente com as rupturas topográficas do setor leste da bacia do córrego do Cavalheiro, também foi constatada no período de 1988 a 2007. No ano de 2007, houve o desaparecimento de uma das rupturas topográficas existentes no cenário de 1988, restando apenas duas rupturas topográficas de grande extensão. É importante salientar que, o direcionamento das rupturas topográficas de grande extensão registradas no cenário de 2007 não equivale às aquelas verificadas no ano de 1988.

A alteração constante nas rupturas topográficas verificadas no setor leste indica a dinamização do processo denudativo de tal setor. Contudo, acredita-se que a intensidade desse processo no setor leste seja menor do que aquele assinalado no setor oeste. Essa inferência se dá a partir da avaliação da dinâmica dos processos erosivos lineares, advinda da análise das feições erosivas lineares mapeadas nesse setor nas cartas geomorfológicas dos cenários de 1962 (Apêndice 5), 1978 (Apêndice 6), 1988 (Apêndice 7) e 2007 (Apêndice 8) da bacia do córrego do Cavalheiro.

No que tange aos processos erosivos lineares registrados no setor leste, convém evidenciar que, no período analisado, foram registrados somente sulcos erosivos, os quais equivalem ao primeiro estágio desses processos. Esse fato pode vir a ser considerado como um dos fatores que indica a inferência já relatada.

Um segundo fator que auxilia tal inferência condiz para a pequena quantidade dessas feições mapeadas nesse setor no período analisado, com exceção do cenário de 2007, no qual se constata uma considerável quantidade de sulcos erosivos. Nota-se que no período de 1962 a 1988 há uma progressiva diminuição dos sulcos erosivos existentes nesse setor.

Ao contrário do setor oeste, as formas de vertentes mapeadas no setor leste não foram alteradas de modo significativo. Essa consideração pode ser evidenciada na conservação, no ano de 1978, das formas de vertentes mapeadas no cenário de 1962. Ressalta-se que, como já evidenciado, esse período foi marcado por mudanças significativas nas rupturas topográficas desse setor. Desta forma, verifica-se que as mudanças nas rupturas topográficas desse setor não proporcionaram alterações nas formas de vertentes. Contudo, não se pode deixar de apresentar algumas alterações registradas nas formas de vertentes do setor leste da bacia do córrego do Cavalheiro nos cenários posteriores.

No ano de 1988 não houve o registro de duas formas de vertentes encontradas no extremo leste desse setor no cenário de 1978 – uma vertente côncava e outra convexa. Esse fato pode estar atrelado às alterações no direcionamento das rupturas topográficas, as quais impossibilitaram a visualização de ambas vertentes. Já no período de 1988 a 2007 relatou-se a conservação de duas formas de vertentes e a alteração em uma terceira forma de vertente mapeada nesse setor no referido período. As duas formas de vertentes que foram conservadas nesse período se referem a uma vertente côncava e a uma vertente convexa. Enquanto que a alteração verificada concerne ao registro de uma vertente retilínea, no cenário de 2007, no local em que se encontrava uma vertente irregular no ano de 1988.

Ao mesmo tempo em que houve o registro dessa alteração, verificou-se o surgimento de um trecho da área urbana do município de Analândia no setor leste. Desta forma, é possível que a alteração relatada na morfologia da bacia do córrego do Cavalheiro esteja relacionada com tal modelado antrópico.

Além da área urbana, esse setor da área de estudo possui outras formas advindas do modelado antrópico. As referidas formas equivalem-se às barragens, as quais, por sua vez, foram mapeadas em todos os cenários analisados. O mapeamento das barragens está diretamente relacionado com a existência de alguns lagos nesse setor. Evidencia-se que nos cenários de 1962 e 1978, o setor leste da bacia do córrego do Cavalheiro possuía somente uma barragem. Já a partir do cenário de 1988 houve o registro de duas barragens, as quais permaneceram em 2007.

Por fim, convém ressaltar uma peculiaridade do setor leste. Nos cenários de 1962 e 1978 foram registrados modelados de entalhe em fundo chato em um trecho do córrego São Francisco, no extremo oeste desse setor, os quais vieram a desaparecer nos cenários posteriores, sendo substituídos por vales em V.

No entanto, verifica-se, a jusante da drenagem mapeada neste setor, mais especificamente, no setor centro-sul da bacia do córrego do Cavalheiro, a existência de outras

formas de vale em fundo chato. Essa consideração possibilita inferir à existência de uma erosão regressiva na área de estudo, a qual se caracteriza por uma retomada erosiva a montante e deposição a jusante. Ademais, evidencia-se que a erosão regressiva advém de alguma alteração no perfil de equilíbrio da drenagem, assegurando dessa forma, uma ativa dinâmica fluvial erosiva e deposicional na bacia do córrego do Cavalheiro. Convém lembrar que a alteração no perfil de equilíbrio pode estar atrelada a causas naturais, bem como a ações antrópicas.

A área sudeste do setor centro-sul também evidencia a introdução de atividades antrópicas durante o período analisado, as quais podem ter contribuído com as alterações na morfologia dessa área. Essas atividades concernem à expansão gradual da área urbana do município de Analândia a partir do cenário de 1978 e a introdução de terraços agrícolas em 2007.

Em relação à expansão da área urbana do município de Analândia deve-se apontar que essa alcançou o seu ápice no ano de 2007. Concomitantemente a essa expansão, verificam-se mudanças constantes nas rupturas topográficas que se encontram sob o local em que se relatou o desenvolvimento da área urbana.

No cenário de 1962 constatou-se a existência de uma grande ruptura topográfica nesse local. Já no ano de 1978 nota-se uma multiplicação de rupturas topográficas no mesmo. A quantidade de rupturas topográficas verificadas no ano de 1978 se manteve no cenário de 1988. Contudo, nesse último cenário, nota-se uma alteração no direcionamento dessas em comparação ao ano de 1978, sugerindo a realização de medidas corretivas para uma adaptação das rupturas topográficas à área urbana em expansão nesse local. A possível alteração é mais evidente no cenário de 2007, em que se registra um distanciamento entre as rupturas topográficas desse local. Esse distanciamento pode estar relacionado a um aplainamento do relevo para facilitar a expansão da área urbana do município de Analândia.

As mudanças nas rupturas topográficas da área sudeste do setor centro-sul, também podem ser verificadas na margem direita do córrego São Francisco no período analisado. Relata-se a multiplicação dessas rupturas no período de 1962 a 1978. As rupturas topográficas mapeadas no cenário de 1978 se mantiveram em 1988, porém, com algumas alterações no direcionamento e extensão das mesmas. Já no cenário de 2007, constatou-se uma diminuição na quantidade de rupturas topográficas.

Mesmo com as constantes mudanças nas rupturas topográficas dessa área, evidencia-se a manutenção da localização de uma feição de entalhe, um colo topográfico, em todo o período analisado.

Em se tratando de feições localizadas da área sudeste do setor centro-sul, deve-se ater para algumas considerações sobre a dinâmica das feições erosivas lineares registradas em tal área.

O cenário de 1962 apresenta-se com uma considerável quantia de feições vinculadas ao estágio inicial dos processos erosivos lineares – sulcos erosivos – à margem esquerda do córrego São Francisco. Enquanto que na margem direita desse córrego constata-se uma pequena quantia dessas feições, mas há o mapeamento de duas ravinas.

Em relação a esses ravinamentos, é necessário chamar a atenção para a ravina que se encontra próxima à estrada não-pavimentada. Essa ravina, no cenário de 1978 já não era mais registrada. Em sobreposição a essa ravina foram identificados sulcos erosivos, os quais apontam para uma regressão desse ravinamento, supondo uma tentativa de contenção desse processo erosivo para a manutenção da estrada existente no local.

No ano de 1978 ainda pôde ser constatada uma contenção dos sulcos erosivos existentes à margem esquerda do córrego São Francisco mapeados em 1962. Contudo, há o surgimento de uma ravina próxima à área urbana do município de Analândia, a qual veio a ser contida no ano de 1988, ao mesmo tempo em que houve a expansão da área urbana sobre o local em que se encontrava tal ravinamento.

Evidencia-se que juntamente com o aumento da área urbana do município de Analândia no ano de 1988, registrou-se o surgimento de alguns sulcos erosivos sob tal área, bem como o desenvolvimento de um ravinamento ao norte dessa área. Essa expansão da área urbana pode ter alterado o perfil de equilíbrio da drenagem, proporcionando uma retomada erosiva da mesma, a qual, possivelmente, acarretou mudanças nos processos erosivos das vertentes, repercutindo no desenvolvimento das referidas feições erosivas lineares.

Em relação ainda às feições erosivas lineares mapeadas no cenário de 1988, registrou-se um aumento na quantia de sulcos erosivos localizados, em uma sequência, próximos a uma ruptura topográfica à margem direita do córrego São Francisco. No cenário de 2007 há um desenvolvimento considerável de sulcos erosivos nesse local. Ressalva-se que esse local se encontra próximo a terraços agrícolas introduzidos nesse mesmo ano.

O cenário de 2007, como já demonstrado, possui o ápice da expansão da área urbana do município de Analândia. Nesse mesmo cenário, houve a contenção da ravina mapeada em 1988 ao norte da área urbana, haja vista que, a mencionada expansão se sobrepôs ao local onde se encontrava tal ravinamento. Ademais, constatou-se o desenvolvimento de alguns sulcos erosivos próximos a tal área urbana. Esses fatos inferem a alterações na morfologia dessa área devido a ações antrópicas.

É importante salientar que, mesmo com todas as alterações relatadas na área sudeste do setor centro-sul da área de estudo, houve a conservação de algumas formas da morfologia dessa área. Em todo o período analisado foi possível identificar uma vertente côncava na cabeceira do canal de primeira ordem mapeado na margem esquerda do córrego São Francisco.

Dentre as mudanças morfológicas avaliadas na área sudeste do setor centro-sul, cabe apontar que foram encontradas algumas semelhanças na área sudoeste desse mesmo setor.

Em relação a essas semelhanças, evidencia-se a tentativa de contenção de dois ravinamentos localizados próximos à estrada não-pavimentada na margem esquerda do córrego do Cavalheiro. Essa tentativa de contenção é relatada em 1978 (Apêndice 6), quando houve o desaparecimento e posterior sobreposição de sulcos erosivos onde se encontrava uma dessas ravinas no cenário de 1962 (Apêndice 5). Contudo, ao mesmo tempo em que se relatou tal contenção, constatou-se o desenvolvimento de um ravinamento de grande extensão a oeste da ravina que se manteve.

No ano de 1988 (Apêndice 7) relata-se a manutenção dos referidos ravinamentos e a diminuição na quantidade de sulcos erosivos que foram sobrepostos à ravina contida. Ressalta-se ainda nesse cenário, uma diminuição na dimensão do ravinamento desenvolvido nesse local. O progressivo controle dessas feições erosivas lineares se manteve em 2007 (Anexo 8), quando se registrou a contenção das referidas feições erosivas. A contenção dessas feições erosivas, assim como na área sudeste desse mesmo setor, também pode estar atrelada a ações para a manutenção da mencionada estrada não-pavimentada verificada no local.

De modo geral, a dinâmica mencionada acima foi constatada em toda a área sudoeste do setor centro-sul. Essa afirmação ocorre em razão da análise da dinâmica dos processos erosivos lineares mapeados em outras localidades dessa área. No que concerne à dinâmica verificada nas outras localidades, cabe evidenciar aquela deparada na margem direita do córrego do Cavalheiro.

No cenário de 1962, havia uma enorme quantidade de feições erosivas relacionadas ao primeiro estágio dos processos erosivos lineares – sulcos erosivos – e, ainda, algumas pequenas ravinas na margem direita do córrego que concede o nome à bacia em análise. A maior parte dessas feições desapareceu em 1978, indicando uma contenção das mesmas. No entanto, registra-se o desenvolvimento de duas ravinas com considerável extensão nessa localidade. Essas por sua vez, em 1988, apresentaram uma disparidade quanto à sua dinâmica, pois, uma veio a ser dinamizada, aumentando a sua extensão, enquanto que a outra teve a sua dimensão diminuída.

Em relação ainda ao cenário de 1988, torna-se conveniente apontar mais duas considerações acerca dos processos erosivos lineares verificados na margem direita do córrego do Cavalheiro. A primeira dessas refere-se ao desenvolvimento de outras duas ravinas na cabeceira de um canal de primeira ordem desse córrego. Já a segunda condiz a considerável contenção dos diversos sulcos erosivos mapeados em 1978.

Por fim, assim como na margem esquerda do córrego do Cavalheiro, o cenário de 2007 foi caracterizado por uma contenção, quase geral, das feições erosivas lineares registradas na margem direita desse córrego. Ademais, ressalta-se a existência de uma estrada não-pavimentada nesse local, cujo fato infere também para uma possível contenção destas feições para a manutenção dessa estrada.

É conveniente ainda realizar uma ressalva para a área sudoeste, no que tange ao comportamento das feições erosivas lineares do cenário de 2007. Nota-se que há uma contenção geral dessas feições, exceto àquelas localizadas ao norte e ao oeste dessa área. Evidencia-se a proximidade das feições erosivas lineares encontradas ao norte dessa área com formas vinculadas ao modelado antrópico, os terraços agrícolas. Essas feições não foram verificadas nos cenários anteriores, bem como os terraços agrícolas. Assim, relata-se o possível desenvolvimento dessas feições devido à introdução dessas atividades antrópicas.

Além do desenvolvimento dessas feições, verifica-se também nesse cenário, uma alteração no direcionamento e na extensão da linha de cumeada que se encontra próxima a tais feições. A alteração no direcionamento dessa linha pode estar vinculada a própria dinâmica natural da área de estudo. Contudo, acredita-se que a alteração na sua extensão, a qual condiz em uma diminuição da mesma, está atrelada às mencionadas atividades antrópicas. Essa consideração ocorre em razão da constante realização de “cortes” pelo homem, em certas formas de relevo, para facilitar a introdução e desenvolvimento de suas atividades.

Ao lado dessas alterações, verificam-se, também no ano de 2007, algumas mudanças na configuração das rupturas topográficas encontradas nesse local. Essas mudanças relacionam-se com a supressão de algumas rupturas topográficas e desenvolvimento de outras de menor extensão, que não se encontravam no cenário de 1988.

As mudanças nas rupturas topográficas mapeadas na margem esquerda do córrego do Cavalheiro também foram registradas nos cenários anteriores. Contudo, essas mudanças ocorreram em menor amplitude, relacionando-se mais com modificações no direcionamento dessas rupturas, com exceção do período de 1962 a 1978, em que se relatou uma multiplicação das mesmas. Tal fato infere para o aceleração do processo denudativo.

A multiplicação das rupturas topográficas no trecho da margem esquerda do córrego do Cavalheiro, no período de 1962 a 1978, foi acompanhada por alterações e possibilidades de mapeamento de formas de vertentes não registradas em 1962. A alteração nas formas de vertentes foi constatada no extremo norte dessa área, em que houve o desaparecimento de uma vertente irregular mapeada em 1962, sendo sobreposta por uma vertente convexa no cenário de 1978. No período de 1978 a 1988, houve a possibilidade do mapeamento de três vertentes convexas que se encontram bem próximas umas das outras.

No cenário de 2007 foi constatado o desaparecimento de duas destas vertentes convexas, as quais vieram a ser sobrepostas pelo mapeamento da direção do caimento topográfico. Essa situação pode ter sido advinda da dificuldade de visualização das formas de vertentes devido a alguma atividade antrópica, haja vista que esse local é o mesmo relatado acima em que houve a alteração nas rupturas topográficas que se encontram próximas a terraços agrícolas. Desta forma, esse fato também contribui para uma possível influência das ações antrópicas nas alterações da morfologia original da bacia do córrego do Cavalheiro, as quais inferem para a constituição de morfologias antropogênicas.

Em relação ainda às mudanças nas rupturas topográficas da área sudoeste, cabe apresentar aquelas verificadas à margem direita do córrego do Cavalheiro. Diferentemente das recém apontadas para a margem esquerda do córrego do Cavalheiro, essas mudanças relacionam-se diretamente a modificações brandas no direcionamento das rupturas topográficas em todo o período analisado. Contudo, chama-se a atenção o desaparecimento de uma ruptura topográfica mapeada em 1978 (Apêndice 6), a esquerda da estrada não pavimentada, no cenário de 1988 (Apêndice 7). O desaparecimento dessa ruptura topográfica acompanhou a contenção das feições erosivas verificada na margem direita do córrego do Cavalheiro, anteriormente explicitada. Evidencia-se que esse fato não incidiu em alterações nas formas das vertentes encontradas próximas de tal local, pois, houve a manutenção das duas vertentes irregulares mapeadas no referido período. Porém, essas não foram mais registradas no cenário de 2007 (Apêndice 8), o qual, como já apresentado, foi marcado pela contenção de diversas feições erosivas nessa área. As práticas utilizadas na contenção dessas feições podem ter influenciado no não apontamento das referidas formas, dificultando a visualização das mesmas.

No que concerne ainda às formas de vertentes mapeadas na margem direita do córrego do Cavalheiro, deve-se apontar outros dois fatos: o primeiro refere-se à manutenção de uma vertente convexa em todos os cenários analisados, mesmo com as mudanças, tanto nas rupturas topográficas quanto na dinâmica dos processos erosivos lineares. Esse fato pode estar

atrelado a alguma condição natural de tal pontualidade, como por exemplo, uma resistência litológica; já o segundo fato se refere à alteração de certa forma de vertente em todo o período analisado. Entre os anos de 1962 (Apêndice 5) a 1978 (Apêndice 6), período caracterizado por uma grande contenção de sulcos erosivos em tal área, registra-se o mapeamento de uma vertente irregular no ano de 1978, sobreposta a vertente retilínea verificada em 1962. Nos cenários seguintes, 1988 (Apêndice 7) e 2007 (Apêndice 8), respectivamente, há a indicação da direção do caimento topográfico da área e o não registro de nenhuma forma. Esse período foi acompanhado pela sucessiva contenção dos processos erosivos, cujas práticas utilizadas devem ter sido as mesmas que impossibilitaram o registro das vertentes irregulares mencionadas acima, implicando assim, nas mesmas consequências para a presente localidade.

A área sul do setor centro-sul também apresenta a impossibilidade do mapeamento de certa forma de vertente após a contenção de feições erosivas lineares. Essa situação pode ser observada à margem direita do córrego do Cavalheiro, na qual a vertente retilínea mapeada em 1962 não foi registrada no cenário posterior. No entanto, chama-se a atenção de que o período em que esse fato foi registrado difere daquele apontado para a área sudoeste desse mesmo setor. Ademais, a área sul do setor centro-sul apresenta alterações significativas no direcionamento das rupturas topográficas encontradas em tal local no referido período. Nos cenários seguintes, 1988 e 2007, essas alterações tornaram-se menos intensas.

Já na margem esquerda do córrego do Cavalheiro, essa área se caracterizou por alterações significativas no direcionamento das rupturas topográficas em todo o período e, ainda, houve a multiplicação de rupturas topográficas no cenário de 1988. Concomitantemente ao registro dessas alterações e multiplicação de rupturas, nota-se a expansão da área urbana do município de Analândia. Assim, é possível inferir que as alterações registradas nas rupturas topográficas à margem esquerda do córrego do Cavalheiro relacionam-se diretamente com as formas de relevo advindas do modelado antrópico, possibilitando o desenvolvimento de uma morfologia antropogênica.

Neste sentido, torna-se conveniente evidenciar uma provável alteração nas rupturas topográficas realizada na área sul do setor centro-sul com o intuito de proporcionar uma melhor condição para a expansão da área urbana do município de Analândia. Essa alteração é constada na margem esquerda do córrego do Cavalheiro quando se compara o cenário de 2007 com o de 1988. Evidencia-se no cenário de 2007 um considerável distanciamento entre as rupturas topográficas mapeadas neste local em 1988, o qual pode indicar um nivelamento na área entre essas duas rupturas topográficas.

Em relação à expansão gradual da área urbana do município de Analândia em todo o período analisado, cabe apontar que, paralelamente a essa, houve a contenção das feições erosivas lineares na área sul do setor centro-sul. Contudo, a partir do cenário de 1978, relatou-se a progressão dessa área urbana para a margem direta do córrego do Cavalheiro, a qual desencadeou o surgimento de sulcos erosivos no cenário de 1988 em tal local, os quais vieram a ser contidos no cenário posterior. O desenvolvimento dessas feições após a expansão da área urbana demonstra a interferência das ações antrópicas na morfologia e nos processos naturais vinculados à dinâmica pluvio-erosiva da bacia do córrego do Cavalheiro.

O modelado de entalhe da área sul do setor centro-sul caracteriza-se, de modo geral, em todos os cenários analisados, com o predomínio de vales de fundo chato, os quais podem indicar a existência de uma erosão regressiva a montante que dá origem aos sedimentos que entulham esses fundos de vales. Ademais, a presença desses vales em fundo chato pode estar relacionada ao aumento de sedimentos advindos de alterações na morfologia dessa área devido à expansão urbana.

É necessário evidenciar algumas considerações apresentadas por Pinton (2007) acerca do modelado de entalhe mapeado nessa área no cenário de 2007. Esse autor, em trabalhos de campo realizados na área de estudo no referido cenário, identificou setores de planície aluvial próximos à foz do córrego do Cavalheiro. No entanto, devido à escala adotada para a apresentação dos documentos cartográficos elaborados em sua pesquisa, a qual coincide com a da presente pesquisa, a área sul do setor centro-sul foi caracterizada, em sua totalidade, como contendo um modelado de entalhe com vales em fundo chato, segundo a carta geomorfológica da bacia do córrego do Cavalheiro do cenário de 2007.

Por fim, no que tange a avaliação das mudanças geomorfológicas verificadas no setor centro-sul da bacia do córrego do Cavalheiro, cabe ainda apontar, o desaparecimento em 2007 do leque aluvial localizado na transição do setor centro-sul com o setor centro-norte constatado em todos os outros cenários analisados.

O desaparecimento dessa forma de acumulação indica uma diminuição no fornecimento de material advindo das feições erosivas de nascente dos cursos d'água. Desta forma, pode-se inferir para uma redução na quantidade e intensidade dos processos erosivos lineares encontrados nas áreas do setor centro-norte que sustentaram o leque aluvial no período de 1962 a 1988.

Além do referido leque aluvial que se encontrava na confluência de drenagens que advêm das três áreas do setor centro-norte, foram mapeados mais três leques nesse setor, mais especificamente, na área noroeste, sendo que dois destes existiam no período de 1962 a 1978

e o terceiro surge no ano de 1978. Esses também vieram a desaparecer no cenário de 2007. Os leques aluviais constatados no período de 1962 a 1978, bem como aquele verificado no cenário de 1988, continham material, provavelmente, advindo das áreas norte e noroeste do setor centro-sul.

Assim como o leque aluvial encontrado na transição do setor centro-norte com o setor centro-sul, o desaparecimento das respectivas formas de acumulação mencionadas vincula-se a uma diminuição na quantidade e intensidade dos processos erosivos lineares que sustentavam ambas as formas.

Desta forma, torna-se conveniente apresentar a dinâmica dos processos erosivos lineares das áreas nordeste, noroeste e norte do setor centro-norte, as quais forneciam material aos cursos d'água que sustentavam os leques aluviais encontrados nesse setor.

De modo geral, as três áreas analisadas apresentaram uma gradual diminuição dos processos erosivos lineares no período de 1962 a 1988, tanto em quantidade quanto em intensidade. No entanto, no cenário de 2007 verifica-se uma divergência na tendência verificada nos outros cenários, pois, há um aumento na quantidade dessas feições mapeadas. Ressalta-se que ambas as áreas apresentam algumas peculiaridades quanto à dinâmica desses processos.

A área nordeste, no cenário de 1962 (Apêndice 5) caracterizava-se com o predomínio de feições relacionadas ao primeiro estágio dos processos erosivos lineares – sulcos erosivos – em toda a sua extensão, com exceção de um voçorocamento encontrado no extremo sul dessa área. No cenário seguinte (Apêndice 6), nota-se a sobreposição de uma ravina no local onde se encontrava a referida feição, cuja regressão indica a iniciativa de contenção da mesma. Essa regressão se manteve em 1988 (Apêndice 7), encontrando sulcos erosivos ao invés da referida ravina. Contudo, deve-se ater ao fato do surgimento de um ravinamento e de uma excessiva quantidade de sulcos erosivos próximos ao referido local, os quais vieram a ser contidos, em sua maioria, no cenário de 2007 (Apêndice 8).

É de extrema relevância apontar que, juntamente com essa dinâmica, verificou-se a alteração de uma forma de vertente e a introdução de uma forma relacionada ao modelado antrópico nesse mesmo local. A referida alteração concerne ao mapeamento de uma vertente convexa em 1978 no local em que se encontrava uma vertente irregular em 1962. Enquanto que a forma introduzida que se vincula às atividades antrópicas condiz a terraços agrícolas, mapeados em um primeiro momento, no ano de 1978, cuja extensão da área desses se manteve no cenário posterior, vindo a ter um aumento em 2007.

Assim, existe a possibilidade de um vínculo intrínseco da contenção do voçorocamento, do aumento de sulcos erosivos e da alteração na forma de vertente verificada em tal local com a mencionada atividade antrópica. Nota-se que a contenção do voçorocamento e a alteração na respectiva forma de vertente ocorreu entre o período de 1962 e 1978, o qual foi marcado pela introdução dos terraços agrícolas. Ademais, o cenário posterior à introdução desses terraços agrícolas (1988) caracteriza-se com um aumento no número de feições erosivas mapeadas em tal local, indicando uma possível dinamização desses processos.

É de suma importância constatar também que a partir do cenário de 1988, a drenagem que se encontra no extremo sul da área nordeste do setor centro-norte da bacia do córrego do Cavalheiro passa a ter os seus vales em fundo chato, evidenciando um aumento de sedimentos em seu canal, provavelmente advindo da dinamização dos processos erosivos lineares. Além disso, em 1988 é constatada uma maior alteração no direcionamento da ruptura topográfica que se encontra vinculada a esse local, a qual, em 2007 foi dissipada, possivelmente devido ao aumento da extensão dos terraceamentos agrícolas.

Em relação ainda à área nordeste do setor centro-norte, deve-se ater para algumas considerações sobre o local que se encontra em contato com o setor leste, próximo ao limite da bacia do córrego do Cavalheiro. Esse local caracteriza-se, em todo o período analisado, com alterações constantes em suas rupturas topográficas, bem como na quantidade e intensidade dos processos erosivos lineares verificados no mesmo.

No cenário de 1978 há uma multiplicação das rupturas topográficas nesse local e uma evolução das feições erosivas lineares em comparação ao ano de 1962. Evidencia-se que a evolução das feições erosivas lineares verificadas nesse período relaciona-se com a sobreposição de ravinamentos onde se encontravam sulcos erosivos. Esses ravinamentos foram contidos no cenário posterior, o qual se caracterizou pela presença de alguns sulcos erosivos e ainda, por pequenas alterações no direcionamento das rupturas topográficas quando comparadas com o cenário de 1978.

Já no cenário de 2007 encontram-se algumas alterações na morfologia desse local, as quais podem estar diretamente relacionadas com atividades antrópicas, devido à introdução de terraços agrícolas. Desta forma, verifica-se a alteração da morfologia original para a criação de uma morfologia antropogênica no local, caracterizada por mudanças tanto na quantidade de rupturas topográficas quanto no aumento de feições erosivas encontradas no mesmo.

A área nordeste do setor centro-norte ainda apresenta outras formas relacionadas diretamente ao modelado antrópico, tratam-se das barragens construídas para a formação de

lagos. No cenário de 1962 (Apêndice 5), essa área continha somente uma barragem, localizada acima da segunda linha do *front* cuestiforme. Em 1978 (Apêndice 6), relata-se a construção de uma segunda barragem acima do local onde se encontrava a primeira barragem mencionada. A partir de 1988 (Anexo 7), essa segunda barragem já não foi mais identificada. Contudo, verifica-se nesse mesmo cenário, a construção de duas novas barragens ao sul da primeira linha de cuesta, das quais, somente uma permaneceria em 2007 (Anexo 8).

A comparação das cartas geomorfológicas dos cenários de 1988 e de 2007 indagam às consequências advindas da construção das barragens no cenário de 1988. Acredita-se que as barragens construídas proporcionaram uma alteração no perfil de equilíbrio da drenagem em que ambas se encontram, proporcionando possíveis retomadas erosivas. Essa consideração parte da constatação de uma grande quantidade de feições erosivas distribuídas nas vertentes a montante dessas barragens no cenário de 2007.

Além desse aumento no número de feições erosivas em tal período, outras mudanças significativas foram identificadas em tal local, dentre essas, destaca-se as alterações nas rupturas topográficas. O cenário de 2007 é marcado por uma diminuição no número de rupturas topográficas quando comparado com o de 1988, porém, o direcionamento da extensa ruptura topográfica mapeada em 2007 indica uma junção das rupturas existentes em 1988. Esse fato aponta para a dinamização do processo denudativo, seja esse proporcionado pela dinâmica natural da área de estudo ou por uma dinamização advinda das referidas interferências antrópicas. Ressalta-se que as alterações nas rupturas topográficas desse local também foram verificadas entre 1962 e 1988. Nota-se a constante gênese e desaparecimento dessas no referido período.

A dinamização dos processos denudativos nesse local também pode ser identificada nas alterações das formas de vertente. Em 1978, há a sobreposição de uma vertente convexa no local em que se encontrava uma vertente irregular no cenário de 1962. Nesse mesmo período, verificou-se dificuldades no mapeamento de outras quatro vertentes – duas retilíneas e duas côncavas. A não identificação dessas no cenário de 1978 pode estar atrelada às alterações no direcionamento das rupturas topográficas, as quais vieram a ocupar o local em que ambas vertentes se encontravam. Essa consideração acerca das rupturas topográficas também pode ser apontada como justificativa para a impossibilidade de registro de uma vertente irregular e côncava no cenário de 1988, em comparação com o cenário de 1978, bem como para o mapeamento de uma vertente côncava próxima a estrada não-pavimentada em 2007, a qual não era identificada no ano de 1988.

O extremo norte da área nordeste do setor centro-norte ainda apresenta uma peculiaridade quanto à dinamização do processo denudativo. Em 1978 relatou-se o desenvolvimento de um colo topográfico próximo a estrada não-pavimentada, o qual teve uma pequena alteração em sua localização no ano posterior, vindo a desaparecer em 2007.

É importante salientar a presença de um segundo colo topográfico nas proximidades desse local, mais especificamente, no contato com a área norte do setor centro-norte, cuja feição está presente em todos os cenários analisados.

Em relação à área norte do setor centro-norte, cabe apontar as particularidades verificadas nessa quanto à dinâmica dos processos erosivos lineares. Em 1962 (Apêndice 5), essa área continha somente sulcos erosivos, os quais se encontravam distribuídos em toda a sua extensão. No cenário de 1978 (Apêndice 6), houve uma concentração dessas feições a leste dessa área, as quais se sobrepuseram a duas vertentes – uma côncava e outra irregular – registradas em 1962, cujo fato repercutiu na impossibilidade do mapeamento das referidas vertentes. Em 1988 (Apêndice 7) constatou-se uma contenção geral das feições erosivas mapeadas em 1978, a qual possibilitou o mapeamento da vertente côncava não registrada nesse último cenário. Desta forma, surge a indagação se a causa dessa nova possibilidade de mapeamento da referida vertente em 1988 advém da contenção das feições erosivas, a qual possibilitou a visualização dessa forma ou se realmente tal fato vincula-se ao aceleração do processo denudativo na área. Acredita-se que essa situação esteja atrelada ao processo mencionado, pois, caso contrário, também seria possível o registro da vertente irregular mapeada em 1962. Ademais, notam-se constantes alterações no direcionamento das rupturas topográficas até o cenário analisado.

As alterações tanto nas formas de vertente quanto nas rupturas topográficas também são evidenciadas em 2007 (Apêndice 8). Essas considerações para a área norte do setor centro-norte do referido cenário equivalem-se, respectivamente, a uma multiplicação de pequenas rupturas topográficas e a sobreposição de uma vertente retilínea em local que se encontrava uma vertente irregular em 1988, mais especificamente, ao sudeste dessa área. Em relação ainda às formas de vertentes, cabe mencionar a impossibilidade no mapeamento de uma vertente convexa que se encontrava próxima à estrada não-pavimentada, no extremo norte dessa área.

Ressalta-se que as alterações aludidas acima ao cenário de 2007 da área norte do setor centro-norte da bacia do córrego do Cavalheiro podem estar diretamente relacionadas com o aumento dos processos erosivos lineares identificados nessa área em seu primeiro e segundo estágio – sulco erosivo e ravina, respectivamente.

O relevante desenvolvimento dessas feições indica uma dinamização do processo denudativo, o qual, por sua vez, pode estar vinculado à alteração no perfil de equilíbrio da drenagem encontrada nessa área. Acredita-se que a alteração no perfil de equilíbrio dessa drenagem esteja relacionada com o aumento das atividades antrópicas a jusante, as quais proporcionam uma retomada erosiva a montante.

O aumento das atividades antrópicas é evidenciado na multiplicação de terraços agrícolas tanto nas áreas sudeste e sudoeste do setor centro-sul, quanto nas áreas nordeste e noroeste do setor centro-norte da bacia do córrego do Cavalheiro.

Por fim, essas interferências antrópicas também podem ter influenciado na quantidade das feições erosivas lineares verificadas na área noroeste do setor centro-norte da área de estudo no cenário de 2007, quando comparado às existentes em 1988. A análise da dinâmica dos processos erosivos lineares dessa área no referido período evidencia um considerável aumento no número de sulcos erosivos em 2007.

A referida área apresenta situações interessantes no que concerne à dinâmica desses processos nos outros cenários analisados. No ano de 1962 verifica-se uma elevada quantidade de sulcos erosivos sobre uma ruptura topográfica localizada ao sul, na qual evidencia-se ainda a presença de uma vertente irregular. Em 1978 relatou-se uma contenção dessas feições erosivas, bem como uma duplicação da ruptura topográfica. Além desses fatos, constatou-se a alteração da referida vertente, a qual foi sobreposta por uma vertente convexa. Em 1988, as alterações nessa localidade prosseguiram com mudanças no posicionamento das rupturas topográficas e no mapeamento de uma vertente irregular sobre a vertente convexa registrada em 1978. Ademais, o cenário de 1988 é marcado pela introdução de terraços agrícolas no referido local. Em 2007, há o desmantelamento das rupturas topográficas e das formas de vertente que se encontrava nesse local. Nota-se também um considerável aumento de sulcos erosivos. Essas considerações evidenciam, respectivamente, a constituição de uma possível morfologia antropogênica sobre esse local e as suas consequências, promovendo uma dinamização dos processos erosivos lineares.

Ressalta-se uma situação semelhante tanto para as alterações nas rupturas topográficas, nas formas de vertente e na dinâmica dos processos erosivos lineares a leste desse local. Em 1962, identificou-se sobre uma ruptura topográfica, a presença de uma vertente convexa, circundada por alguns sulcos erosivos, os quais vieram a ser contidos, juntamente com alterações no direcionamento da referida ruptura topográfica e no mapeamento de uma vertente irregular sobre o local em que se encontrava a vertente convexa. O cenário posterior é caracterizado pela duplicação da ruptura topográfica e diminuição na

quantidade de sulcos erosivos. Há ainda a manutenção na forma de vertente mapeada em 1978.

O cenário de 2007 dessa localidade distingue-se dos demais por apresentar terraços agrícolas, cuja forma assinala a gênese de uma morfologia antropogênica, caracterizada por uma diminuição na extensão de uma das rupturas topográficas e, consequente dinamização dos processos erosivos lineares encontrados sobre a mesma.

Em relação ainda à área noroeste do setor centro-norte da bacia do córrego do Cavalheiro, deve-se salientar que essa se caracteriza, de modo geral, em todo o período analisado, por uma maior quantidade de feições erosivas lineares relacionadas aos estágios mais desenvolvidos desse processo – ravinas e voçorocas. Essas feições foram mapeadas em todos os cenários, próximas aos morros testemunhos assinalados ao norte dessa área.

A análise do cenário de 1962 (Apêndice 5) registra a presença de oito feições vinculadas ao estágio mais evoluído dos processos erosivos lineares – voçorocas – cinco ravinamentos e, ainda, uma considerável quantidade de sulcos erosivos. Esse fato aponta tal cenário como sendo o de maior intensidade para os referidos processos.

Já o cenário de 1978 (Apêndice 6) apresenta uma contenção de ambas feições, evidenciando a presença de seis voçorocas e duas ravinas, bem como uma estimável redução no número de sulcos erosivos. Em 1988 (Apêndice 7) é possível identificar a regressão de algumas feições erosivas encontradas em 1978, seja no retrocesso de ravinamentos para sulcos erosivos, quanto de voçorocas para ravinamentos. Dentre tais fatos, citam-se a presença de uma feição relacionada ao primeiro estágio dos processos erosivos lineares sobre dois locais em que se verificava a presença de ravinas, mais especificamente, entre os dois morros testemunhos de maior extensão da área e, próximo à voçoroca mapeada nas proximidades da Serra do Cuscuzeiro. Ademais, identifica-se a sobreposição de uma ravina sobre o local em que se encontrava uma voçoroca. Essa situação foi constatada em locais distintos, sendo um próximo ao trecho do bloco soerguido encontrado nessa área, ao lado de um voçorocamento e, o outro, ao lado do morro testemunho localizado próximo a Serra do Cuscuzeiro.

O cenário de 2007 (Apêndice 8) é caracterizado pela manutenção das feições vinculadas ao segundo e terceiro estágio dos processos erosivos lineares identificados em 1988. No entanto, há o desenvolvimento de uma ravina ao lado do morro testemunho de maior extensão dessa área. Ressalta-se que esse cenário foi considerado anteriormente, como sendo distinto dos demais, em razão do aumento dos processos erosivos lineares. Desta forma, deve-se salientar que esse aumento ocorreu em relação à quantidade de sulcos erosivos.

Por fim, é de suma importância atentar aos aspectos relacionados às feições estruturais encontradas na bacia do córrego do Cavalheiro. Essas se localizam predominantemente no setor centro-norte da bacia do córrego do Cavalheiro, devido ao fato desse corresponder à área em que se encontra o compartimento geomorfológico das *Cuestas Arenítico-Basálticas*. Assim, além das duas linhas de *front* cuestiforme identificadas nesse setor, houve o mapeamento de patamares estruturais, os quais se constituem em áreas de maior resistência litológica, diretamente relacionados à presença dos *fronts* cuestiformes. Ademais, as cartas geomorfológicas da bacia estudada evidenciaram a presença de cascatas nos trechos onde os *fronts* cuestiformes eram cortados por canais fluviais.

Em relação ainda às feições estruturais, o setor centro-norte apresenta alguns morros testemunhos e, divide com o setor oeste um trecho do bloco soerguido que se estende ao longo desses dois setores da bacia do córrego do Cavalheiro. O setor oeste apresenta a Pedra do Camelo, a qual corresponde a uma feição estrutural, mais especificamente, um morro testemunho. Assim, nota-se que as feições estruturais da área de estudo se restringem a esses dois setores. Destaca-se que essas feições se mantiveram em todos os cenários, sem sofrer nenhum tipo de alteração tanto na extensão quanto na localização das mesmas. Essas alterações só seriam identificadas através de estudos que visassem compreender a cronologia dessas em escala geológica de tempo, haja vista que essas feições vinculam-se a presença de litologias mais resistentes na área de estudo.

Por fim, através da correlação entre as informações sobre a dinâmica do uso da terra com a geomorfológica foi possível investigar se o uso da terra vem interferindo nas mudanças da morfologia original da área de estudo, produzindo uma morfologia antropogênica.

As alterações nas rupturas topográficas e formas de vertente, bem como a dinâmica dos processos erosivos lineares, constatadas no setor oeste, indicam mudanças na morfologia original, as quais podem indicar a constituição de morfologias antropogênicas. Essas morfologias, derivadas das modificações nas propriedades e localização dos materiais superficiais e, nas intervenções dos processos denudativos, se desenvolveram ao mesmo tempo em que se verificavam alterações nos tipos de uso da terra desse setor. Em relação a essas alterações, evidencia-se a redução gradual da classe de uso da terra mata em todo o período analisado, a substituição sucessiva entre os anos de 1962, 1978 e 1988, de uma área de pasto sujo e de citrus pela classe pasto limpo, a qual, posteriormente, teria uma redução em sua área, devido à introdução da classe de uso da terra cultura anual e, ainda, relevante área de cana-de-açúcar em 2007, a qual se estende à área sudoeste do setor centro-sul. Desta forma, acredita-se que a interferência antrópica, representada na dinâmica de uso da terra acarretou

na gênese de uma morfologia antropogênica nesse setor. A figura 10 aponta as mudanças morfológicas do setor oeste, assinalando as referidas alterações na morfologia deste setor no período analisado e a dinâmica do uso da terra constatada na transição dos cenários.

O setor centro-norte da bacia do córrego do Cavalheiro também apresenta em 2007, a introdução de uma relevante área de cana-de-açúcar. Concomitantemente a introdução desta classe de uso da terra, verificou-se um aumento na quantidade de feições erosivas lineares. Esse setor apresenta em 1988 a retirada de uma área de cerrado, constatada em 1962 e 1978, para a sobreposição da classe de uso da terra pasto limpo. Em relação à área de cerrado, evidencia-se que essa em 1978, quando comparada ao cenário de 1962, já apresentava uma redução em sua extensão. Neste mesmo período houve um aumento da classe de uso da terra mata, a qual veio a ser reduzida, no cenário de 2007, com a sobreposição de um pasto sujo.

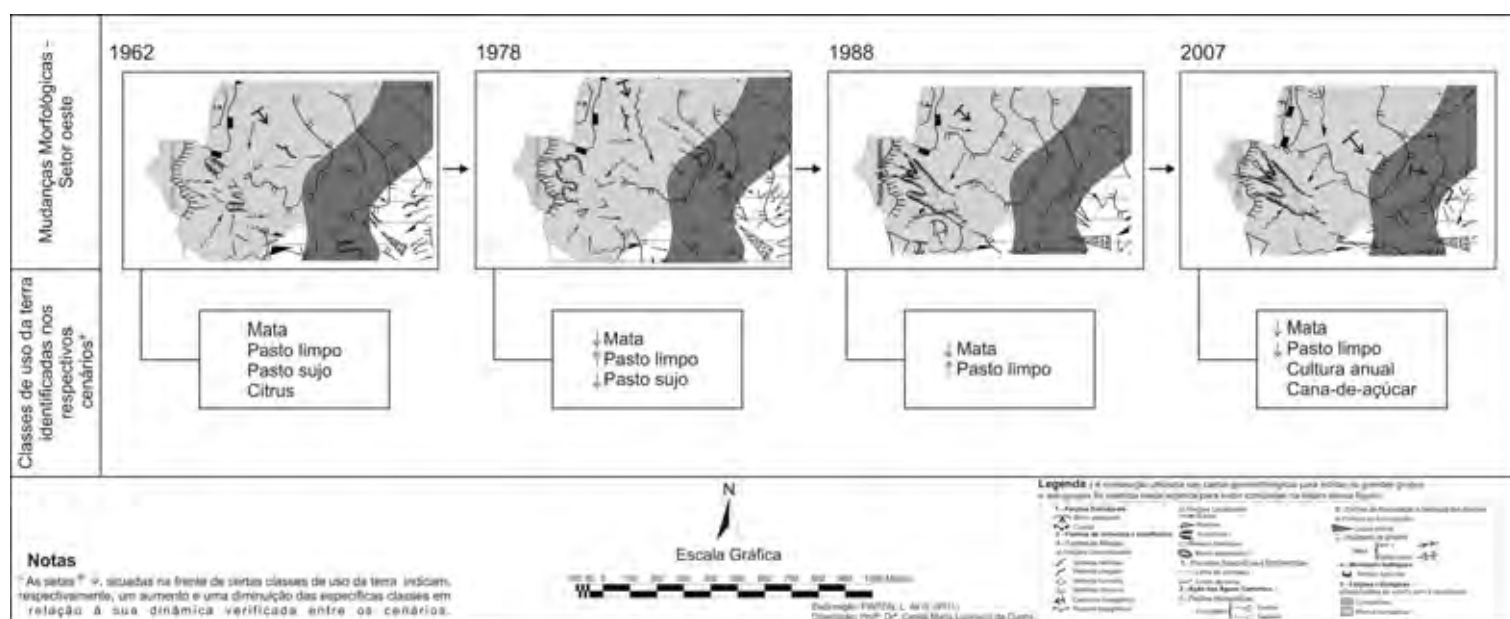


Figura 10 – Mudanças morfológicas e dinâmica do uso da terra – setor oeste da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.

Além da alteração nos processos erosivos lineares, verificou-se nesse setor, ao mesmo tempo em que se registravam mudanças nos tipos de uso da terra, em todo o período analisado, mudanças nas rupturas topográficas e formas de vertente. Esses fatos permitem inferir à constituição de uma morfologia antropogênica nesse setor. A figura 11 ilustra algumas mudanças morfológicas em áreas do setor centro-norte e as respectivas considerações sobre a dinâmica do uso da terra na transição dos cenários.

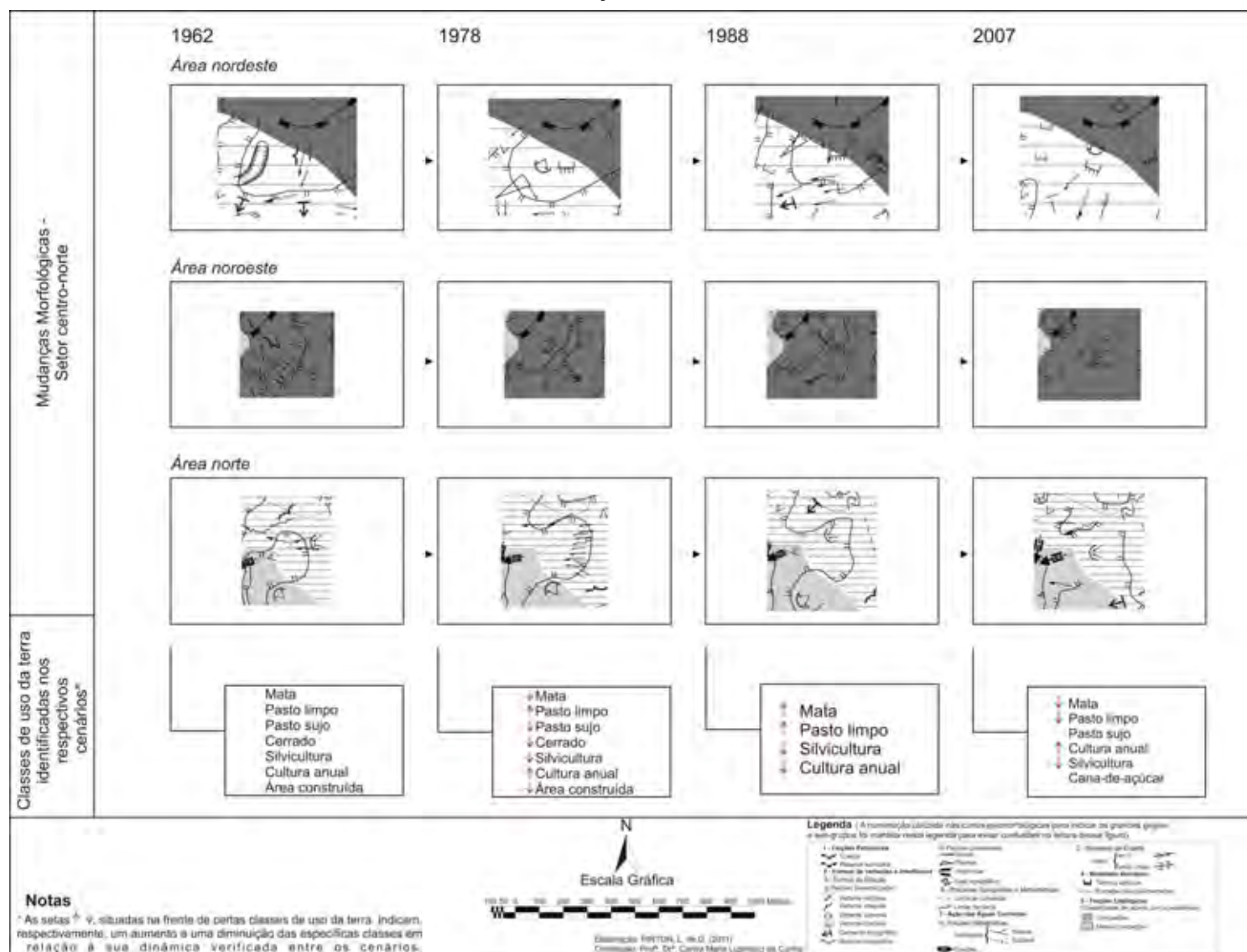


Figura 11 – Mudanças morfológicas e dinâmica do uso da terra – setor centro-norte da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.

A classe de uso da terra cana-de-açúcar também foi introduzida no setor leste no cenário de 2007, juntamente com a diminuição de uma área de pasto sujo e o aumento da área urbana do município de Analândia. A referida alteração nas classes de uso da terra pasto sujo e área urbanizada se procede desde o cenário de 1962. Ao lado dessa dinâmica de uso da terra, foram verificadas alterações na morfologia desse setor, as quais podem indicar a constituição

de uma morfologia antropogênica. A figura 12 evidencia a constituição dessa morfologia no setor leste, indicando a dinâmica das classes de uso da terra na transição dos cenários.

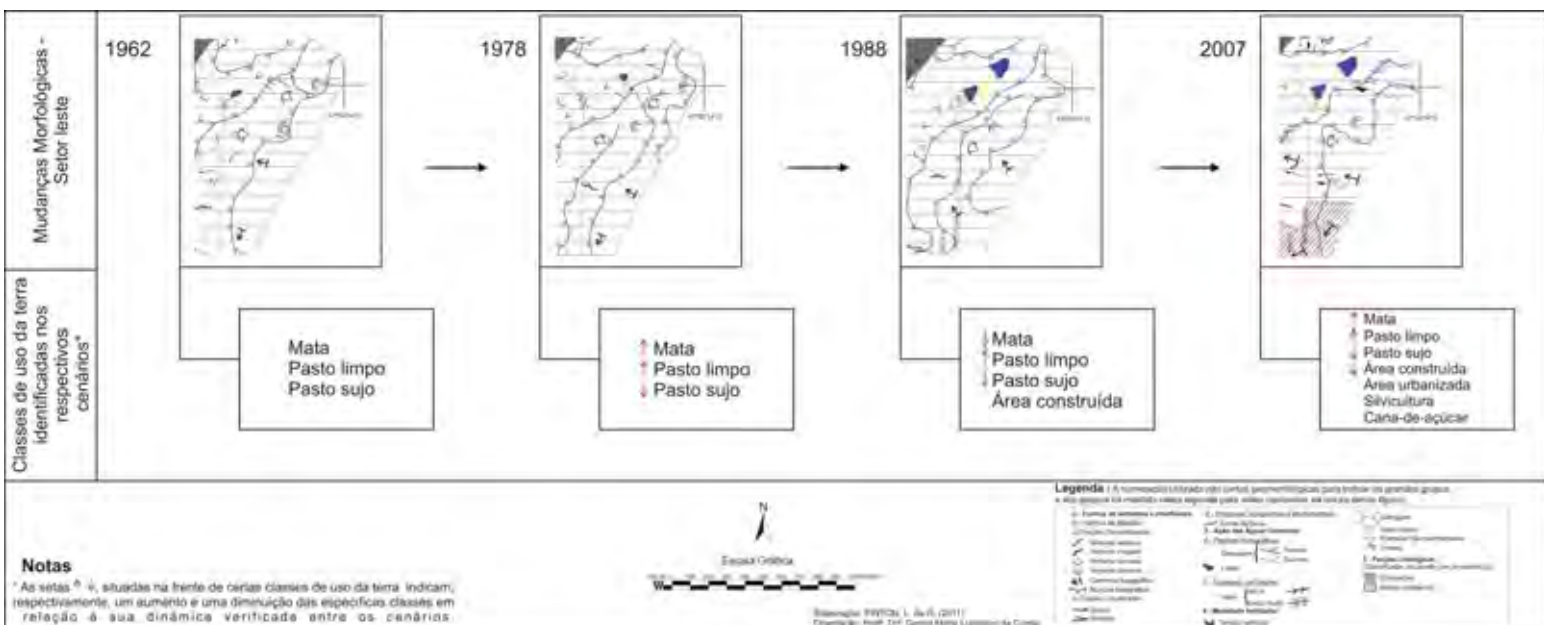


Figura 12 – Mudanças morfológicas e dinâmica do uso da terra – setor leste da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.

Em relação ainda às classes de uso da terra pasto sujo e área urbanizada, o setor centro-sul apresenta situações interessantes quanto à dinâmica dessas e consequentes alterações na morfologia do relevo. Nota-se que a presença da classe pasto sujo, caracterizada por uma pastagem degradada, no cenário de 1962, é acompanhada por uma elevada quantidade de sulcos erosivos, principalmente nas áreas sudeste e sudoeste desse setor. A contínua diminuição na área dessa classe de uso da terra, verificada a partir de 1978 e posterior sobreposição de um pasto limpo, é seguida por uma redução na quantidade das feições erosivas mapeadas no setor centro-sul.

Em 2007, há a introdução da silvicultura e da cana-de-açúcar no setor centro-sul, mais precisamente, na área sudoeste desse setor. Evidencia-se que no local onde se constatou a presença da silvicultura, houve a contenção dos processos erosivos lineares. Desta forma, nota-se que a contenção desses processos em 2007, está diretamente relacionada com a introdução da silvicultura. O plantio dessa cultura foi realizado pela técnica de terraceamento (Foto 1), reduzindo os impactos dos processos gravitacionais advindos da dinâmica natural pluvio-erosiva existente no local.



Foto 1 – Uso da técnica de terraceamento no plantio da silvicultura na área sudoeste do setor centro-sul da bacia do córrego do Cavalheiro – redução da energia do escoamento superficial.

Ademais, deve-se ater para as considerações acerca da classe de uso da terra área urbanizada. Essa classe apresentou um aumento gradual em todo o período analisado, em que, a cada expansão verificada na área dessa classe, na transição de um cenário para o outro, eram constatadas alterações na morfologia do relevo. Acredita-se que essas alterações foram realizadas com o intuito de promover uma melhor condição para a expansão urbana.

As intervenções antrópicas, identificadas na relação entre a dinâmica de uso da terra com as alterações na morfologia desse setor, resultaram, possivelmente, na gênese de morfologias antropogênicas. A figura 13 apresenta a constituição dessas morfologias em áreas do setor centro-sul e as respectivas mudanças do uso da terra na transição dos cenários.

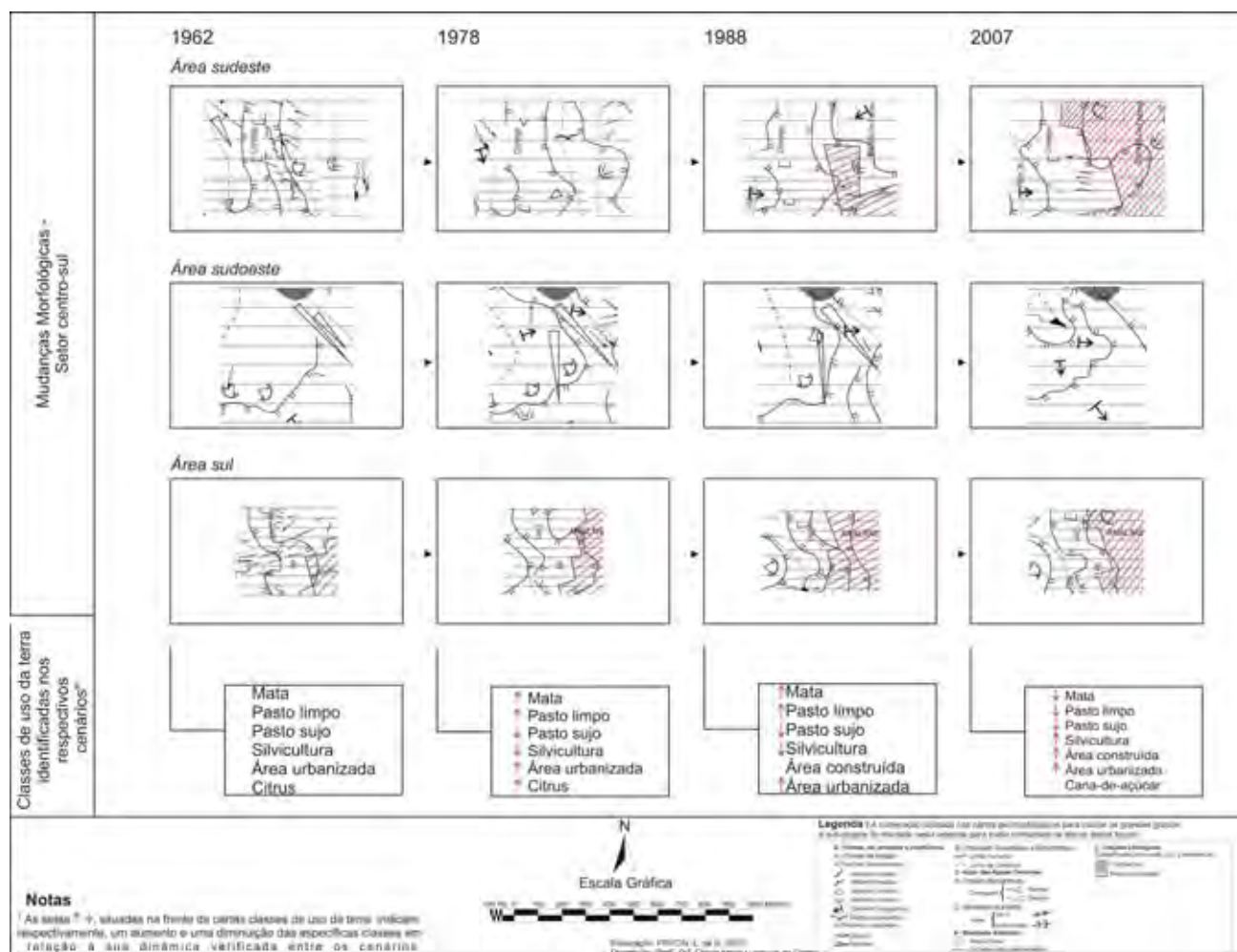


Figura 13 – Mudanças morfológicas e dinâmica do uso da terra – setor centro-sul da bacia do córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.

A correlação apresentada entre as informações da dinâmica do uso da terra e geomorfológica da bacia do córrego do Cavalheiro indica uma intrínseca relação na forma em que o homem se utiliza da terra com as alterações na morfologia original, implicando na criação de uma morfologia antropogênica. Desta forma, a avaliação da gênese de morfologias antropogênicas torna-se de extrema relevância para a compreensão das intervenções antrópicas nas formas, materiais e processos vinculados à morfogênese da área de estudo. Ademais, a identificação dessas morfologias contribui aos estudos de antropogeomorfologia, evidenciando o papel do homem como sendo um agente geomorfológico independente.

4.2. Avaliação do cenário atual do uso da terra e sua adequabilidade à legislação ambiental e a capacidade de uso da terra

A avaliação do cenário atual do uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro e sua adequabilidade à legislação ambiental vigente foi realizada por meio de uma análise correlativa entre as informações obtidas com os seguintes documentos cartográficos da área

de estudo: carta de uso da terra do cenário de 2007 (Apêndice 4), carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra (Apêndice 9) e esboço cartográfico da capacidade de uso da terra (Apêndice 10). Essa análise permitiu a identificação das áreas da bacia do córrego do Cavalheiro em que o atual uso da terra se encontra incompatível com as restrições legais determinadas pela legislação ambiental vigente e com a capacidade do sistema ambiental físico dessa bacia. Para uma melhor apresentação dessa avaliação, consideraram-se os setores definidos na compartimentação da área de estudo à análise comparativa das cartas geomorfológicas dos cenários de 1962, 1978, 1988 e 2007 (Figura 9).

O setor oeste, segundo a análise da carta de uso da terra do cenário de 2007 (Apêndice 4), é caracterizado pela presença do cultivo de cana-de-açúcar em área próxima ao morro testemunho denominado de Morro do Camelo, cuja presença implementa elevada declividade a essa área. Ademais, esse documento cartográfico indica que tal plantio também se encontra nas proximidades de nascentes e de um trecho do curso d'água do córrego do Cavalheiro. Neste viés, constatou-se, através da carta de restrições legais ao uso da terra (Apêndice 9), que tal uso incide sobre áreas resguardadas pela legislação ambiental vigente. Há trechos desse plantio que transgredem os dispositivos legais relacionados ao inciso Ia da Lei nº. 1.546 de 06/10/2006 – Plano Diretor da Estância Climática de Analândia (ANALÂNDIA, 2006) – vinculado ao uso, à ocupação e ao parcelamento do solo de áreas consideradas de interesse à preservação do meio ambiente com declividade igual e/ou superior a 30%; incisos Ia, II e V do Artigo 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006), os quais concernem, respectivamente, as Áreas de Preservação Permanente (APP) em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura; ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte e; no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base.

Em relação às restrições referentes às APP mencionadas acima, assinala-se que essas são infligidas em todo o setor oeste, haja vista que no restante das áreas delegadas a proteção por esses dispositivos é verificada a classe de uso da terra pasto limpo. A situação ideal seria que tais áreas fossem cobertas pela classe de uso da terra mata ou ainda, campos sujos ou cerrados, as quais são apontadas por Troppmair (1975) como sendo a vegetação primitiva da área de estudo. Contudo, no cenário atual, encontram-se apenas alguns vestígios da classe de uso mata em tal setor.

Ressalta-se que o setor oeste possui áreas em que não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação acima de 45%, as quais são protegidas de acordo com o artigo 10º da Lei nº. 4.771 de 15/09/1965 – Código Florestal (BRASIL, 1965). Todavia, tais áreas se encontram, em grande parte, cobertas pela classe de uso da terra pasto limpo e, por apenas alguns ínfimos trechos de mata, verificados no Morro do Camelo. Essa situação, acrescida dos dados da dinâmica do uso da terra adquiridos na análise realizada no tópico anterior, inferem a uma suposta derrubada de florestas em tal setor, levando-se em conta o relato da existência de uma maior extensão da classe de uso da terra mata em cenários passados. Assim, o poder público deve precaver para a realização de medidas que contenham uma futura expansão do cultivo da cana-de-açúcar sobre essas áreas.

Em relação à capacidade de uso da terra (Apêndice 10), as classes verificadas no setor oeste caracterizam-se por limitações advindas das condições de elevada declividade e a presença de processos erosivos e solos com problemas em suas propriedades, as quais denotam para a existência de terras com uma maior restrição ao uso e ao risco de depauperamento. Essas se encontram inseridas no intervalo das classes III a VIII.

A relação entre a distribuição espacial dessas classes com as de uso da terra que cobrem o setor oeste assinala a inadequação dos usos da terra existentes nesse setor, com exceção de algumas áreas, localizadas na margem esquerda do curso d'água com nascente próxima ao Morro do Camelo, em que há a presença da classe de uso da terra pasto limpo em área mapeada com a Classe VI, a qual segundo Lepsch (1983), indica terras que podem ser usadas para esse tipo de cultivo.

O uso da terra do setor centro-norte (Apêndice 4) apresenta grande similaridade ao setor oeste no que concernem as transgressões a legislação ambiental e a capacidade de uso da terra.

Em relação às infrações a legislação ambiental vigente (Apêndice 9), verifica-se que, assim como no setor oeste, o cultivo de cana-de-açúcar, identificado na área nordeste do setor centro-norte, ocorre em local que apresenta restrições quanto aos dispositivos de proteção as APP ao longo de cursos d'água com menos de dez metros de largura e, ao redor de nascente ou olhos d'água, ainda que intermitente, bem como ainda, aqueles que limitam o parcelamento do uso da terra em áreas com elevada declividade. Nota-se também que, de um modo geral, as outras classes de uso da terra identificadas nesse setor, infringem os referidos parâmetros.

Ressalta-se que, a presença de cuevas desdobradas e de lagos no setor centro-norte confere legislações intrínsecas para as APP vinculadas a essas feições – RESOLUÇÃO

CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006) e RESOLUÇÃO CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006), respectivamente. Essas APP também se encontram cobertas por classes de uso da terra que não respeitam as prescrições legais.

As *cuestas arenítico-basálticas* propiciam a distinção da elevada declividade como característica desse setor, a qual condiciona, em quase toda a extensão desta área, a discordância do uso da terra atual ao sistema natural da bacia do córrego do Cavalheiro. Essa condição é verificada por meio da variação entre as classes IV a VIII, assinaladas no esboço cartográfico da capacidade de uso terra (Apêndice 10) desse setor, as quais apresentam limitações advindas da elevada declividade. Contudo, verifica-se no reverso cuestiforme, distinguido por área menos inclinada, a presença de classes I e II, que indicam terras com pequenas ou moderadas limitações ao uso. No entanto, de um modo geral, essas classes são identificadas sobre áreas delineadas como APP vinculadas as escarpas e as bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa – inciso VIII do Artigo 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006). Assim, salienta-se que a área que compreende o reverso cuestiforme da bacia do córrego do Cavalheiro não apresenta classes de uso da terra com restrições inerentes ao sistema físico, mas essas acabam sendo inadequadas frente aos dispositivos legais.

As classes I e II de capacidade de uso da terra também são constatadas no setor centro-sul, o qual é caracterizado por áreas com declives menores. No que se refere à distribuição dessas duas classes nesse setor, nota-se a maior presença da classe I, a qual se encontra em trechos localizados no extremo sudoeste, próximos à estrada não-pavimentada sem denominação, a qual se direciona para o morro testemunho Pedra do Camelo e, adjacentes ao término da estrada não-pavimentada denominada de Rua “A”. Esses trechos, de acordo com a carta de uso da terra de 2007 da área de estudo (Apêndice 4), se encontram cobertos pela classe de uso da terra pasto limpo, a qual se enquadra nos parâmetros da classe I de capacidade de uso da terra, os quais denotam para limitações moderadas ao uso da terra.

Em relação ainda a capacidade de uso da terra determinada ao setor centro-sul, ressalta-se a preponderância das classes III, IV e VI. Evidencia-se a incompatibilidade do uso da terra realizado nas áreas que abrangem tais classes, principalmente no local em que se encontra a classe de uso da terra denominada de área urbanizada, condizente ao sítio urbano do município de Analândia. O delineamento da classe VI para tal local indica a existência de solos suscetíveis à erosão e de pequena profundidade, os quais impõem certas restrições à urbanização. A constatação do desenvolvimento de processos erosivos lineares nesse local,

através das informações levantadas na análise das cartas geomorfológicas, conforme discutido no item anterior, indica que a expansão urbana verificada nesse local se procedeu sem os devidos cuidados de um adequado planejamento.

Em contrapartida, contata-se em alguns locais da área sudoeste, que o uso da terra é apropriado a capacidade do meio físico. Assim, o plantio da silvicultura, realizado a partir da técnica de terraceamento, contém o depauperamento das terras. No entanto, há trechos desse plantio que infringem os dispositivos de proteção as APP, principalmente ao longo de cursos d'água com menos de dez metros de largura e ao redor de nascente ou olhos d'água, ainda que intermitentes – RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2006).

O atual uso da terra do setor centro-sul, de um modo geral, transgride os dispositivos legais identificados nesse setor a partir da análise da carta de restrições legais ao uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro (Apêndice 9). Há apenas algumas áreas resguardadas pelo inciso Ia do Artigo 3º da Resolução CONAMA nº 303 (BRASIL, 2006) que se encontram condizentes aos parâmetros delineados pelo mesmo. Essas áreas concernem aquelas localizadas ao longo do córrego do Cavalheiro, do córrego São Francisco e do afluente da margem esquerda do córrego do Cavalheiro, posterior a confluência desse com o córrego São Francisco, as quais possuem trechos compostos pela classe de uso da terra mata que excedem os 30 metros de preservação, em projeção horizontal, exigidos no referido dispositivo legal.

Assim como no setor centro-sul, o setor leste da área de estudo possui situações semelhantes no que tange a conjuntura de incompatibilidade na correlação entre o uso da terra atual e as classes III, IV e VI de capacidade de uso da terra (Apêndice 10). O mesmo fato ocorre no que se refere às restrições legais (Apêndice 9).

No entanto, evidencia-se a compatibilidade das classes de uso da terra pasto limpo e pasto sujo à capacidade de uso da terra no trecho localizado entre o limite da bacia e a estrada da fazenda São Francisco, que compreende terras determinadas com a classe VI. Contudo, verifica-se uma tendência a expansão do sítio urbano do município de Analândia para tal setor, haja vista, a existência de um pequeno trecho desse em tal área. Assim, é importante ressaltar que os solos dessa área são inadequados para tal uso da terra, devido ao fato desses apresentarem textura arenosa com elevada permeabilidade, facilitando o desenvolvimento de processos erosivos.

Por fim, cabe apontar a existência de adequação do uso da terra ao dispositivo de proteção as APP ao longo de cursos d'água com menos de dez metros de largura, em trecho situado ao longo do córrego São Francisco, à jusante dos lagos identificados nesse setor.

A combinação dos dados adquiridos com a análise das cartas de uso da terra do cenário de 2007 e de restrições legais ao uso e ocupação da terra da bacia do córrego do Cavalheiro, acrescidos ainda daqueles obtidos com o esboço cartográfico da capacidade de uso da terra, possibilitou a identificação das implicações do uso da terra atual no sistema ambiental e no âmbito das restrições legais apontadas na legislação ambiental.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O procedimento metodológico adotado nessa pesquisa proporcionou uma avaliação da dinâmica do uso da terra e suas interferências na morfologia da bacia do córrego do Cavalheiro, auxiliando na compreensão de uma possível gênese de morfologias antropogênicas. Ademais, esse possibilitou avaliar a adequabilidade do uso da terra do cenário atual as restrições legais colocadas pela legislação ambiental vigente e a capacidade física dos terrenos da área de estudo.

Neste viés, os dados obtidos com as cartas de uso da terra e geomorfológicas dos cenários de 1962, 1978, 1988 e 2007 da bacia do córrego do Cavalheiro, bem como a análise correlativa dos mesmos, forneceram subsídios para um planejamento do uso e ocupação da terra da bacia em questão, sobretudo, apontando os setores do relevo em que as intervenções antrópicas culminaram em formas que favoreceram ou comprometeram as características desse sistema ambiental físico, trazendo consequências para o próprio agente – o homem.

A introdução do cultivo de cana-de-açúcar nos setores oeste, centro-norte e leste proporcionou a constituição de morfologias antropogênicas, as quais se encontram diretamente relacionadas com a dinamização dos processos erosivos lineares e alterações nas rupturas topográficas e formas de vertente. A expansão da área urbana no setor leste dinamizou a gênese das referidas morfologias.

Todavia, acredita-se que, no setor centro-sul, o uso da terra foi menos agressivo, resultando na diminuição da quantidade de feições erosivas nessa área. Ademais, verificou-se nesse setor, a contenção de processos erosivos lineares, através de práticas conservacionistas e do plantio da silvicultura.

Já a correlação entre as informações obtidas com as cartas de uso da terra do cenário de 2007 e de restrições legais ao uso e ocupação da terra, acrescidas ainda daquelas advindas do esboço cartográfico da capacidade de uso da terra, possibilitaram a identificação das implicações do atual uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro no âmbito das restrições legais determinadas pela legislação ambiental vigente e da capacidade do sistema físico.

No que tange aos dispositivos legais que delegam as restrições ao uso e ocupação da terra da bacia do córrego do Cavalheiro, evidencia-se que a maior parte desses se encontram infringidos pelo atual uso da terra praticado nessa bacia, tanto aqueles da esfera municipal – Plano Diretor da Estância Climática de Analândia (ANALÂNDIA, 2006), quanto aqueles da

esfera federal – Código Florestal (BRASIL, 1965); Lei Lehmann (BRASIL, 1979) e; resoluções CONAMA (BRASIL, 2006).

Os trechos da área de estudo que se configuram como exceções a tal contexto, condizem as APP ao longo de cursos d'água com menos de dez metros de largura (RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 – BRASIL, 2006), localizados nos setores centro-sul e leste, os quais se encontram cobertos pela classe de uso da terra mata de acordo com a distância designada no referido parâmetro legal.

O atual uso da terra também se encontra inadequado com a capacidade de uso da terra identificada a partir dos atributos físicos da área de estudo, com exceção de algumas áreas utilizadas para a silvicultura e pastagens, existentes no setor oeste, leste e centro-sul.

Desta forma, considera-se que a presente pesquisa contribuiu aos estudos de antropogeomorfologia, bem como forneceu dados relevantes que podem ser utilizados por diversas instâncias, sobretudo, pelo poder público, para auxiliar em planos que visem um planejamento de uso e ocupação da terra, subsidiado pelo arcabouço legal e adequado com o sistema físico da bacia do córrego do Cavalheiro.

6. REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A.N. A depressão periférica paulista: um setor das áreas de circundesnudação pós-cretácea na Bacia do Paraná. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 15, p. 01–15, 1969.

ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim IGC**, São Paulo, n. 41, p. 167 – 262, 1964.

ANALÂNDIA. **Lei nº. 1.546** (Plano Diretor). Prefeitura municipal da estância climática de Analândia. Analândia/SP. 2006.

BOIN, M.N. **Chuvas e erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. 264 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

BRASIL. **Lei nº. 4.771 (Código Florestal)**, 09/1965. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: ago/2008.

BRASIL. **Lei nº. 6.766 (Lei Lehmann)**, 12/1979. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm. Acesso em: ago/2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA**: Resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e maio de 2006. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

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

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**. Rio de Janeiro, nº 2, ano XXVIII, p. 161 – 173, abril – jun. 1966.

CHORLEY, R.J. A geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 11, n. 21, p. 3 – 22, jun. 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

COOKE, R.U.; DOORNKAMP, J.C. **Geomorphology in environmental management**. New York: Oxford, 1990.

CUNHA, C.M.L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

CUNHA, C.M.L.; MENDES, I.A.; SANCHEZ, M.C. A cartografia do relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 01–09, ago. 2003.

HOWARD, A.D. Equilíbrio e dinâmica dos sistemas geomorfológicos. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 13, n. 26, p. 3 – 20, dez. 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Censo agrícola de 1960**: São Paulo. V. II, t. 11, 1ª parte. Rio de Janeiro: IBGE, 1960.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Censo agropecuário**: São Paulo. V. I, t.17, 1ª parte. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Censo agropecuário**: São Paulo. N. 21, 1ª parte. Rio de Janeiro: IBGE, 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2006 – Resultados Preliminares**: Analândia – SP. Disponível: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em abr 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**: Nota Explicativa. São Paulo: IPT, 1981.

LAMBIM, E.F. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions**, Norwich, v. 11, n. 4, p. 261-269, 2001.

LEPSCH, I.F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

MATTOS, S.H.V.L. de; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 11-18, ago. 2004.

MONTEIRO, C.A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo – estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1973.

MORIN, E. **O método**: a natureza da natureza. Lisboa: Publicações Europa-América, 1977.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent**: an introduction to anthropic geomorphology. Jerusalem: Ktern Pub. House, 1983.

OLIVEIRA, J. B. de; PRADO, H. do. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo:** quadrícula de São Carlos. II. Memorial descritivo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1984.

OLIVEIRA, A.B.de. **A Análise Geomorfológica e Sócio Econômica como Instrumentos de Ação no Planejamento Urbano.** 1997. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 1997.

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

PINTON, L. de G. **A cartografia do relevo como subsídio à avaliação de impactos na dinâmica pluvio erosiva da bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.** Rio Claro: Instituto de Geociência e Ciências Exatas – UNESP, 2007. Relatório Final de Pesquisa apresentado para a FAPESP, processo n. 06/60616-1.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada:** avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros. 1997. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas e Letras, 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. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 17, p. 101 – 111, 2005.

ROSS, J.L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientais Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p 63-74, 1994.

ROSS, J.L.S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 9, p. 65-76, 1995.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria da Pesquisa de Recursos Naturais. **Folha Geológica de Corumbataí (Folha SF-23-Y-A-I-2):** Formações Geológicas de Superfície. São Paulo: Instituto Geológico, 1984. Escala 1:50.000.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental – CPLEA. **APAs – áreas de proteção ambiental no estado de São Paulo.** São Paulo: SMA/CPLEA, 2004.

SIMON, A.L.H.; CUNHA, C.M.L. da.; NOAL, R.E. A análise da dinâmica do uso da terra como subsídio para ações de planejamento e gestão ambiental. **Geografando:** Revista do Laboratório de Cartografia e Estudos Ambientais. Pelotas, v.1, n.1 (abr.2006), p. 43-58, 2006.

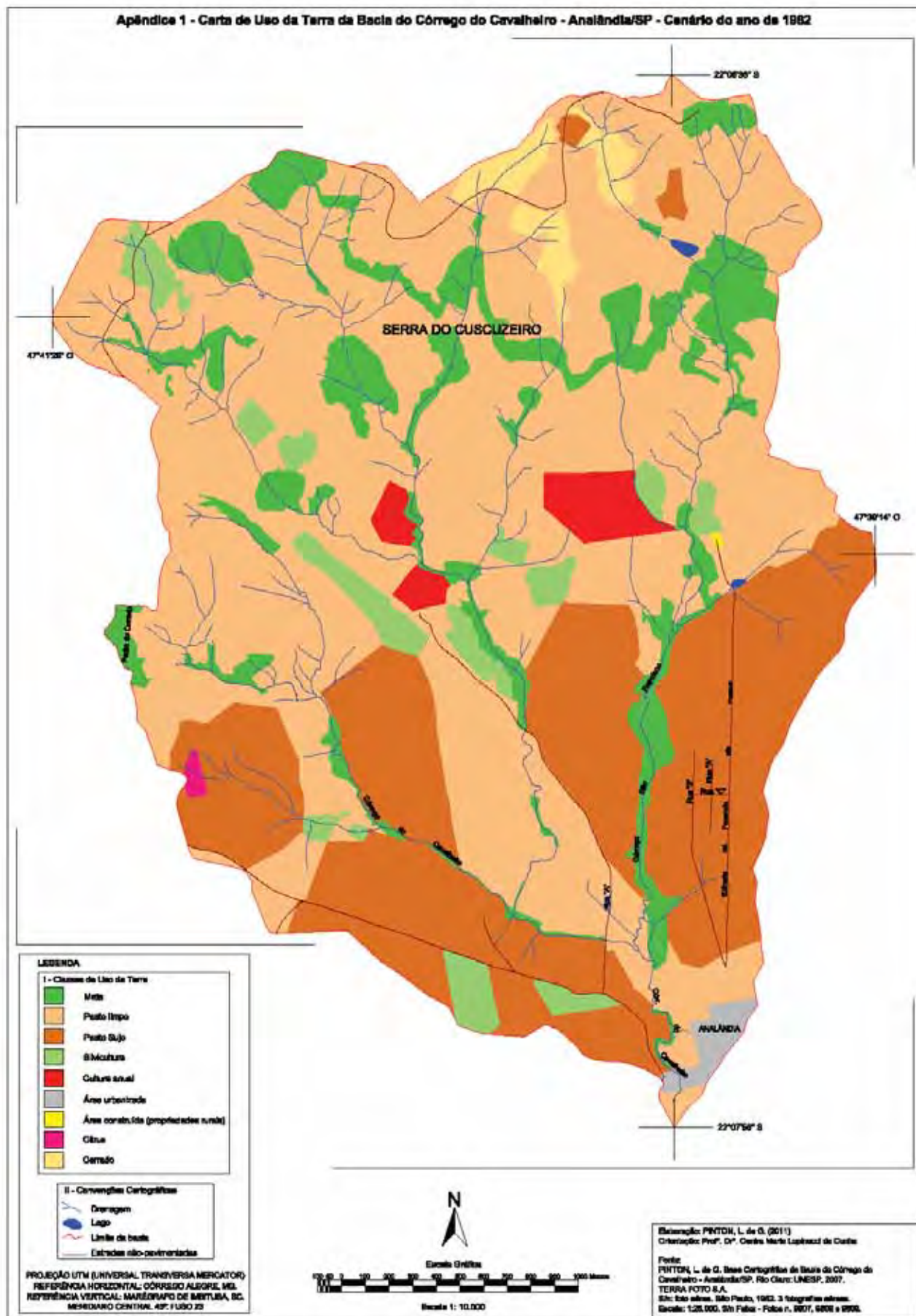
TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie.** Paris: Masson, 1965.

TROPPEMAIR, H. Regiões Ecológicas do Estado de São Paulo. **Biogeografia**. São Paulo: USP, nº. 10, 1975.

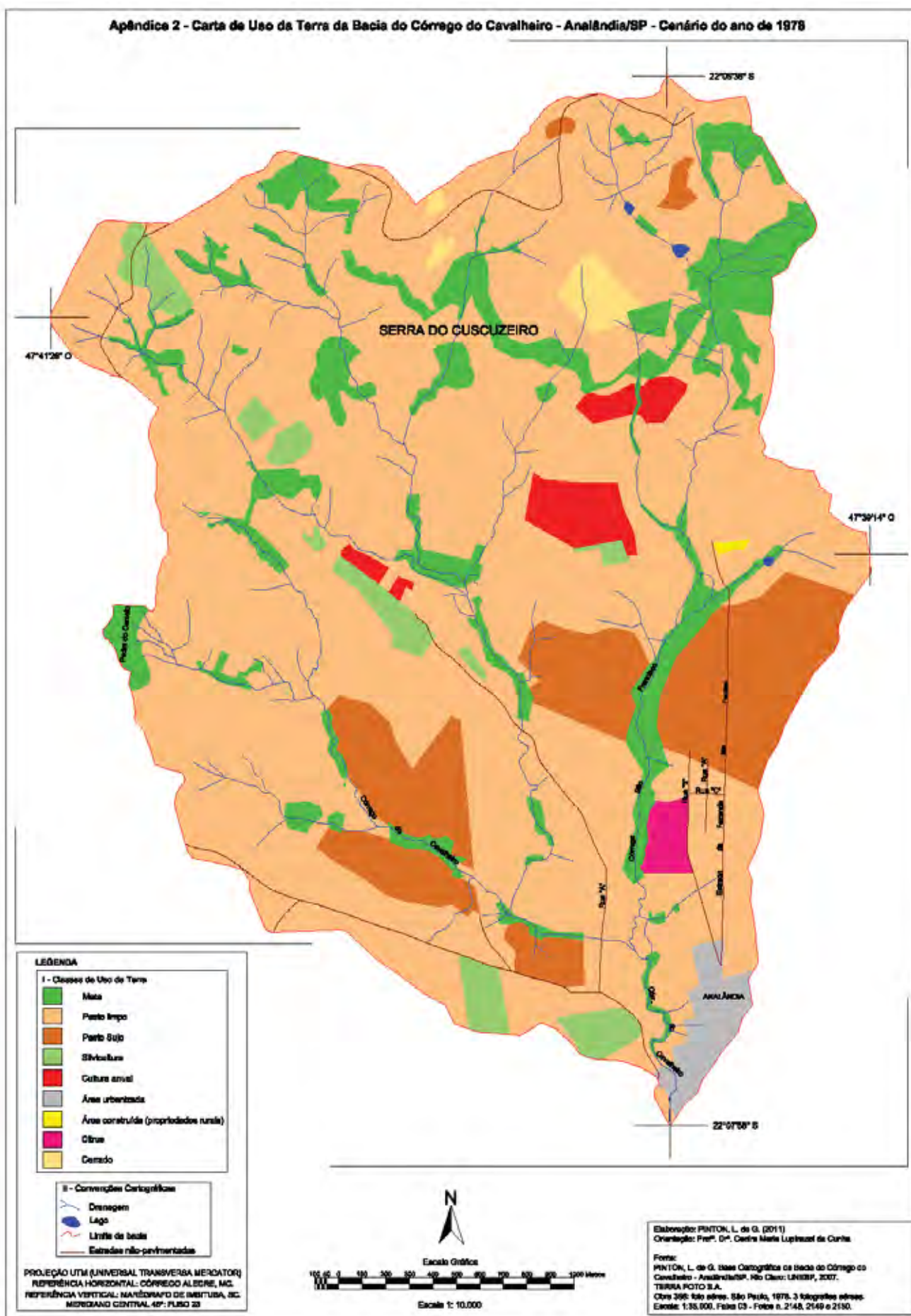
VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAN, R.A. van. **ITC System of geomorphological survey**. Manual ITC Textbook, Netherlands: Enschede, 1975, v. 1, cap. 8.

APÊNDICES

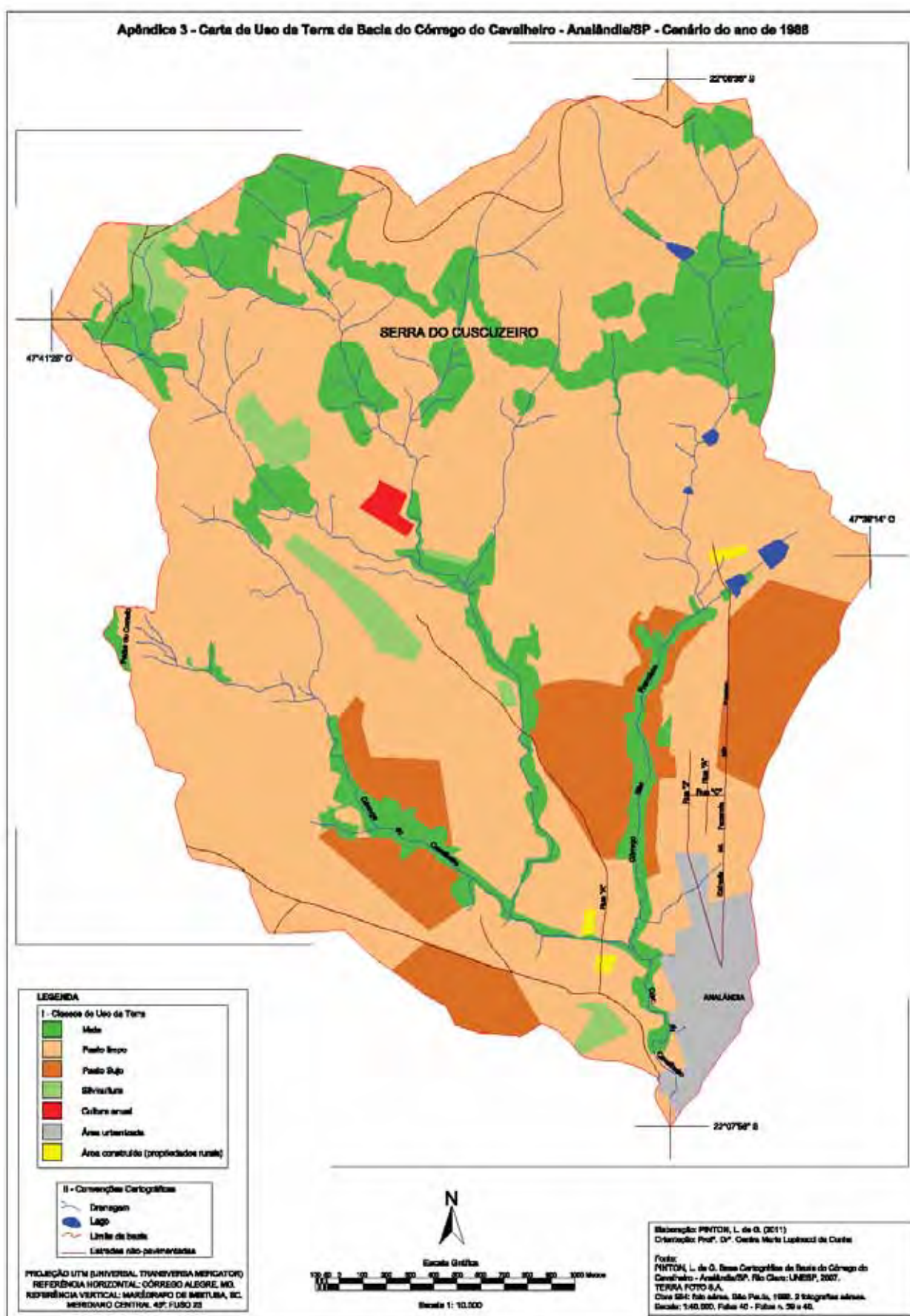
Apêndice 1 – Carta de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1962.



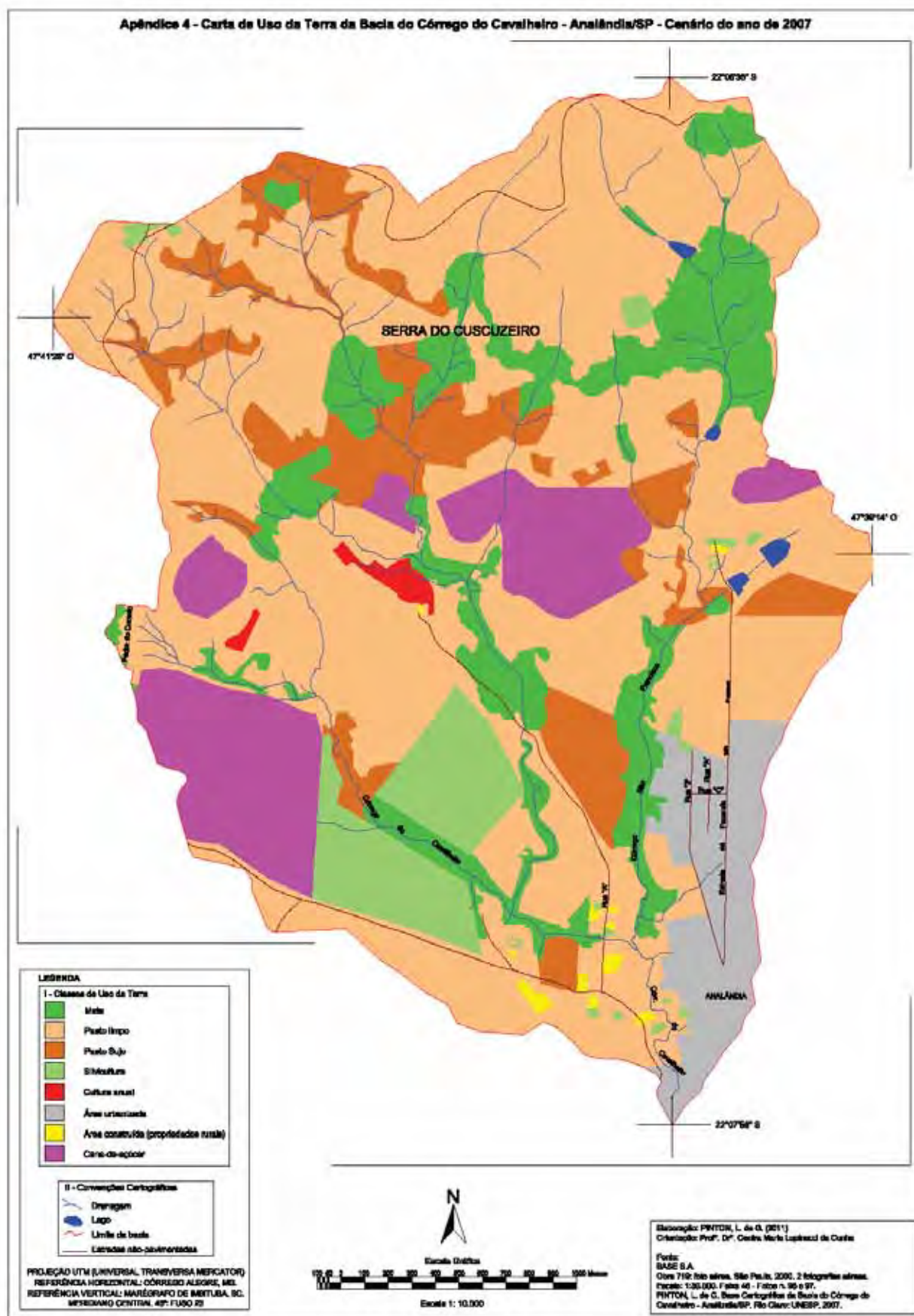
Apêndice 2 - Carta de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1978.



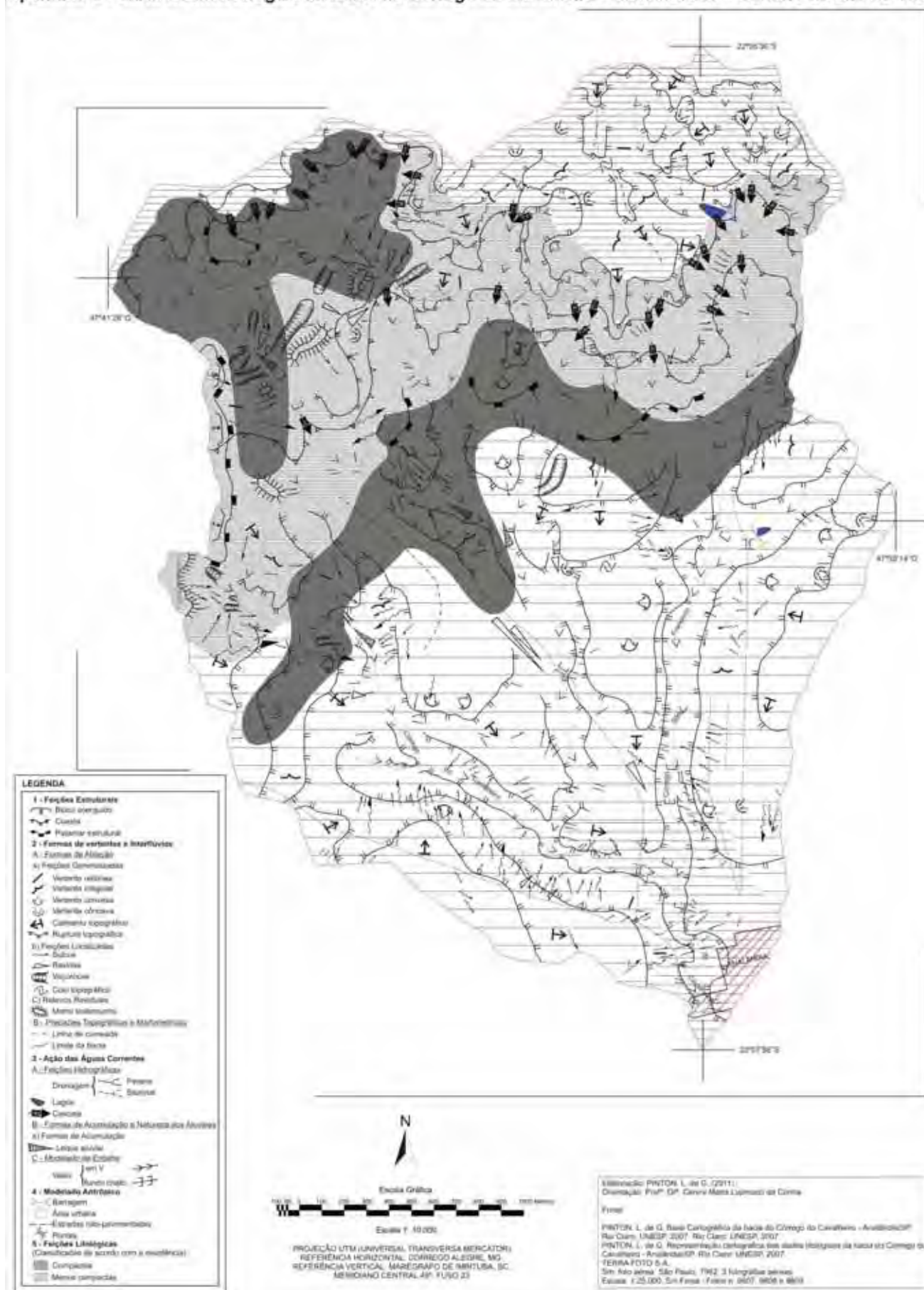
Apêndice 3 - Carta de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1988.



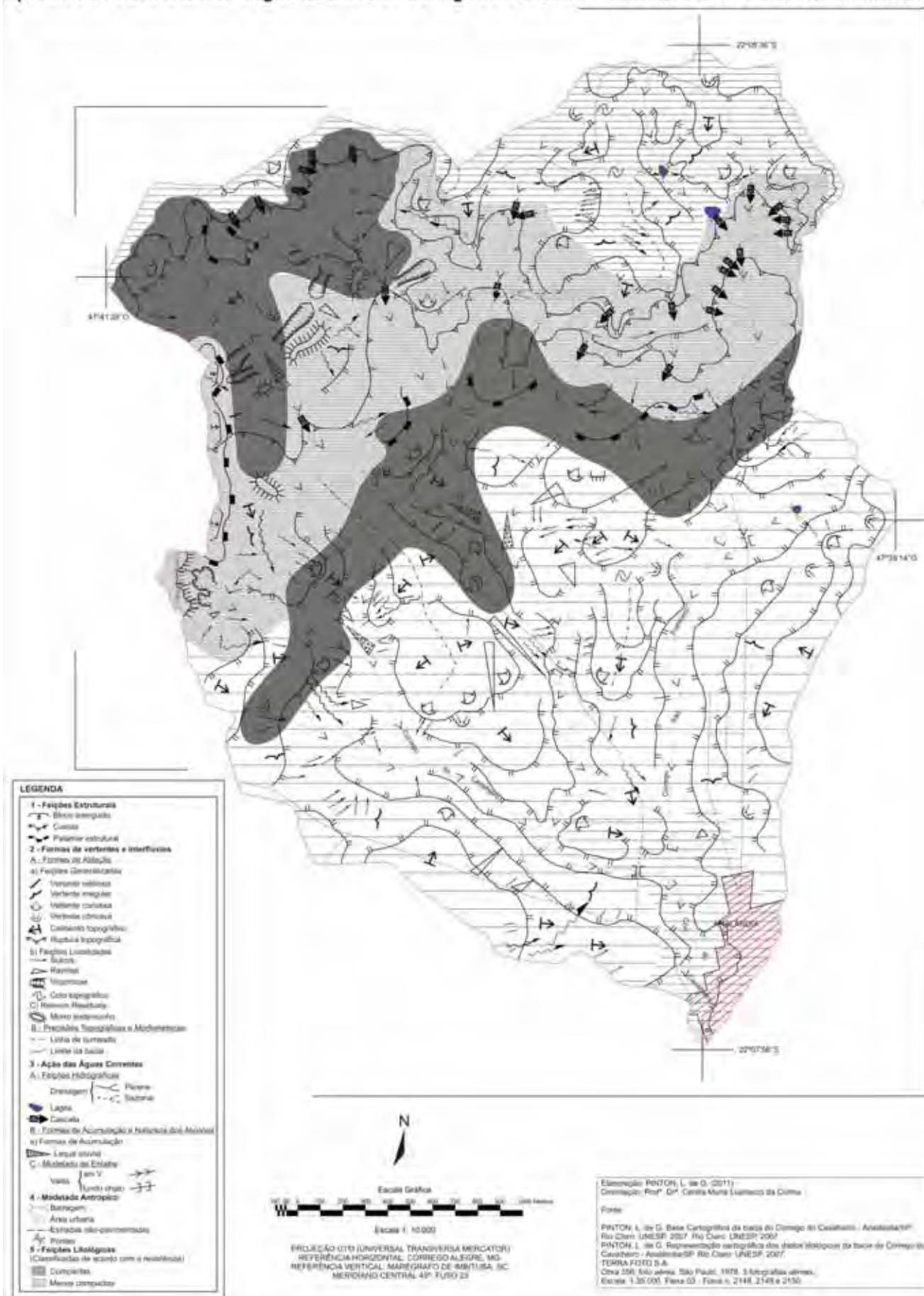
Apêndice 4 - Carta de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro - Analândia/SP - Cenário do Ano de 2007.



Apêndice 5 - Carta Geomorfológica da Bacia do Córrego do Cavalheiro - Analândia/SP - Cenário do ano de 1962

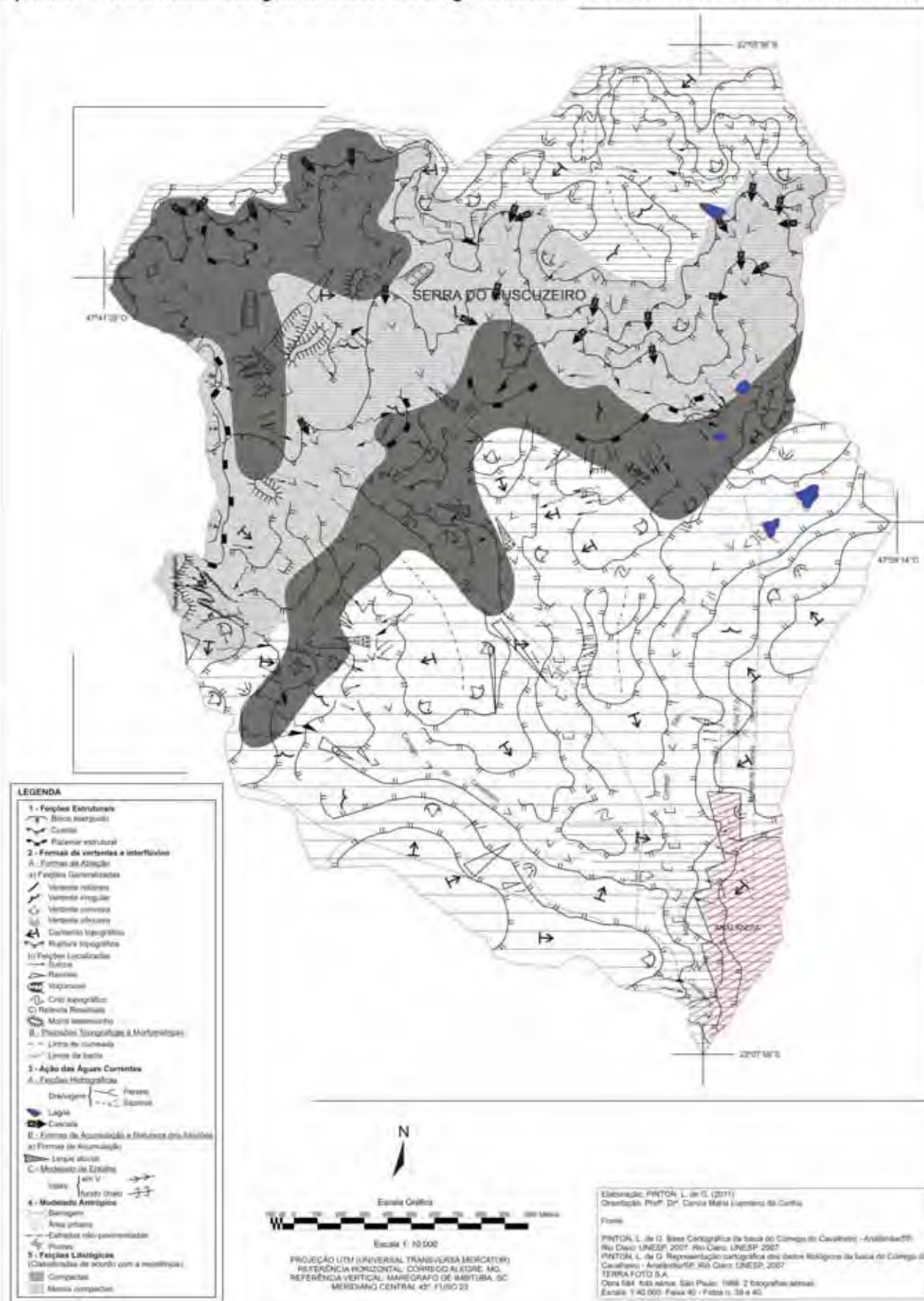


Apêndice 6 - Carta Geomorfológica da Bacia do Córrego do Cavalheiro - Analândia/SP - Cenário do ano de 1978



Apêndice 7 - Carta Geomorfológica da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP – Cenário do Ano de 1988.

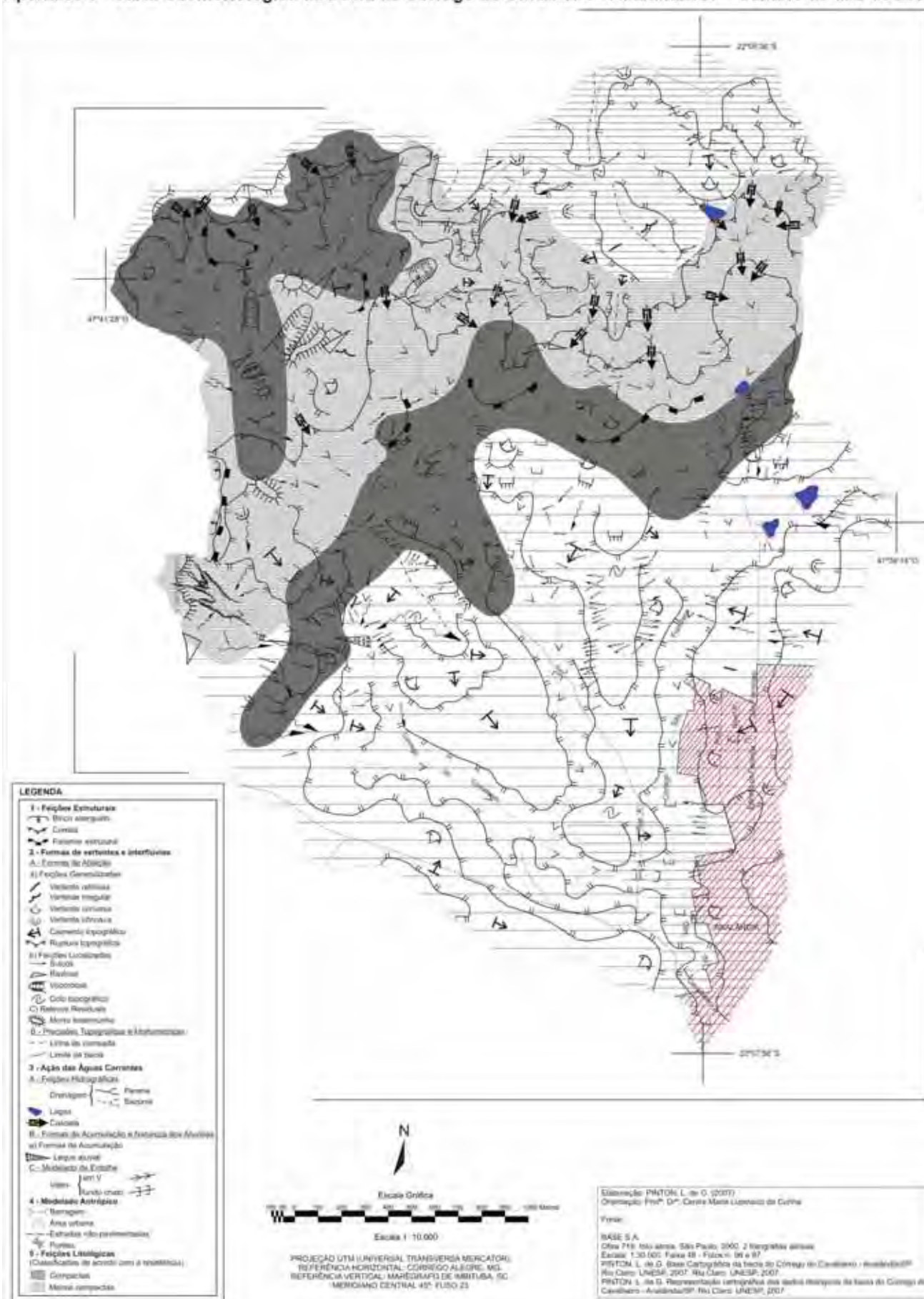
Apêndice 7 - Carta Geomorfológica da Bacia do Córrego do Cavalheiro - Analândia/SP - Cenário do ano de 1988

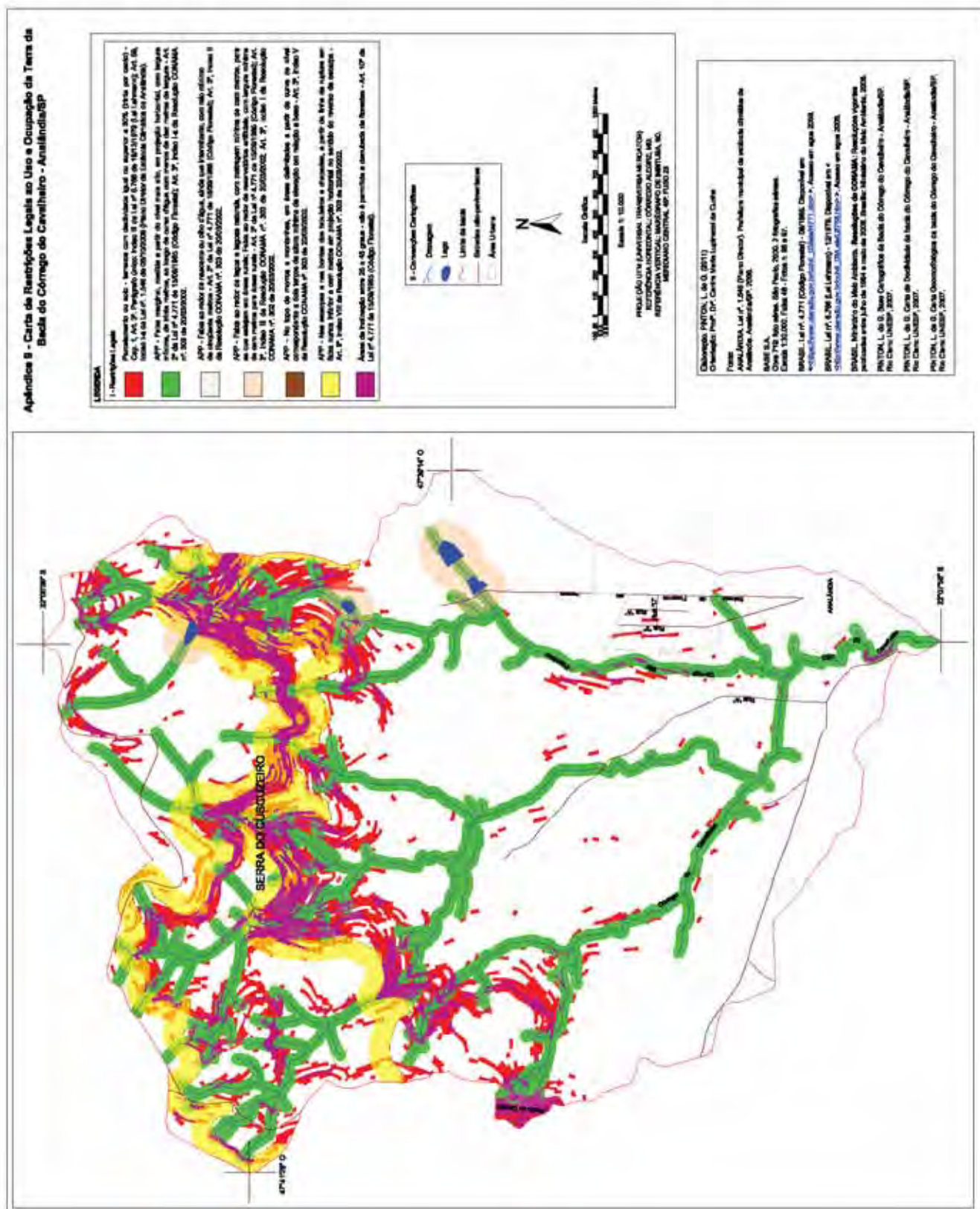


Localização: PINTON, L. de G. (2011)
 Orientação: Prof. Dr. Carlos Matia Luján (Univ. de Córdoba)
 Fone:

PINTON, L. de G. *Síntese Cartográfica da bacia do Córrego do Cavaleiro - Araripe/BA*.
 Rio Claro: UNESP, 2007. Rio Claro: UNESP, 2007.
 PINTON, L. de G. *Representação cartográfica dos dados biológicos da bacia do Córrego do Cavaleiro/BA*. Rio Claro: UNESP, 2007.
 TEMPAIO, D.A.
 Caixa 684, fols. almas, São Paulo: 1983. 2 fotografias aéreas.
 Escala: 1:40.000. Folha 40 - F. 40.10 - 39 e 40.

Apêndice 8 - Carta Geomorfológica da Bacia do Córrego do Cavalheiro - Analândia/SP - Cenário do ano de 2007





Apêndice 10 - Esboço Cartográfico da Capacidade de Uso da Terra da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia/SP.

