



unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

**PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO
EM
GEOGRAFIA**

NATÁLIA DE SOUZA SANTOS

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO DO CURTUME, PINDAMONHANGABA (SP)**

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Rio Claro – SP
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

NATÁLIA DE SOUZA SANTOS

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO
CURTUME, PINDAMONHANGABA (SP)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Cenira Maria Lupinacci

RIO CLARO – SP

2024

S237d

Santos, Natália de Souza

Diagnóstico ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Curtume, Pindamonhangaba (SP) / Natália de Souza Santos. -- Rio Claro, 2024

97 p.: tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientadora: Cenira Maria Lupinacci

1. Bacia Hidrográfica. 2. Relevo. 3. Geoecologia da Paisagem. 4. Diagnóstico Ambiental. 5. Uso do solo. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

NATÁLIA DE SOUZA SANTOS

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO
CURTUME, PINDAMONHANGABA (SP)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Comissão Examinadora

Prof.(a). Dr.^a. Cenira Maria Lupinacci – (Orientadora)

ICGE/UNESP/Rio Claro (SP)

Prof.(a). Dr.^a Regina Célia de Oliveira

IG/UNICAMP/Campinas (SP)

Prof.(a). Dr.^a Melina Fushimi

ICGE/UNESP/Rio Claro (SP)

Conceito: Aprovado.

Rio Claro (SP), 14 de Junho de 2024.

Agradecimentos

O desenvolvimento e o resultado desta pesquisa de mestrado contaram com a ajuda de diversas pessoas, estas que fizeram parte da minha jornada durante esses dois anos na Universidade, de forma direta ou indireta. Dentre os quais agradeço de forma particular à Professora e Orientadora Cenira Lupinacci, que durante esse período, sempre me acompanhou, orientou, incentivou e sobretudo, buscou o meu melhor, como aluna e profissional. Sem esse apoio e auxílio, nada disso seria possível.

Agradeço aos professores(as) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas do campus de Rio Claro, que através dos seus ensinamentos permitiram que eu pudesse estar aqui hoje compartilhando alguns dos conhecimentos adquiridos através deste trabalho. À profa. Dra. Regina Célia de Oliveira e à Profa. Dra. Melina Fushimi pelos conselhos e correções na qualificação e defesa, essenciais para meu amadurecimento na pesquisa.

À minha família e aos meus amigos Laira Cristina, Muriell Francisco, Bruno Serafim, Mariana Rosa e ao meu colega de mestrado Higor Bonzanini e todos que de alguma forma contribuíram para que esta pesquisa chegasse ao fim.

“Evidentemente, para os que não têm consciência do significado das heranças paisagísticas e ecológicas, os esforços dos cientistas que pretendem responsabilizar todos e cada um pela boa conservação e pelo uso racional da paisagem e dos recursos da natureza somente podem ser tomados como motivo de irritação, quando não de ameaça, em curto prazo, à economicidade das forças de produção econômica”.

Aziz Ab''Saber (2003, p.10)

RESUMO

A presente dissertação tem como recorte de análise a Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Curtume, localizada dentro no município de Pindamonhangaba (SP). Para isso, utilizou-se da concepção teórico metodológica da Geoecologia da Paisagem de Mateo Rodriguez (2004), com propósito de classificar as unidades de paisagem de forma sistêmica e integrada. Desse modo, como objeto final, tem-se a construção de uma Carta de estado Geoecológico. Para isto, foi necessário conhecer as características naturais da área, sendo elaborados os seguintes documentos cartográficos: Carta de drenagem, Carta de feições, Carta litológica, Carta de solos, Carta de declividade, Carta de unidades físicas e Carta de uso da terra, Carta de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal e Carta de estado Geoecológico. As características morfométricas do relevo (feições e declividade) foram analisados de forma integrada com os dados de litologia e solos. Assim, foi feita uma atribuição de valores para cada classe (características físicas), que somadas e classificadas em modulo quartil possibilitou a hierarquização das unidades físicas. Essa união e intersecção de atributos físicos resultou em 58 unidades físicas, sendo: 8 unidades nas áreas de topo, 14 nas vertentes côncavas, 13 nas vertentes convexas, 10 nas vertentes retilíneas e 13 nos fundos de vale. Estas unidades agregam uma avaliação do caráter de instabilidade das feições (da mais estável às mais instáveis). Dentre as quatro classes definidas, obteve-se 13 unidades Estáveis; 24 – Pouco estáveis; 11 – Instáveis e 10 – Muito instáveis. A partir dessa análise foi possível observar que a área de estudo possui uma “divisão” nítida no que concerne a declividade e litologia. Em área urbana com terraço fluvial, têm-se declividade de 2% a 15%, com canais mais abertos em Latossolo. Porém, em altitudes elevadas, ao sul, existe uma declividade de 15% a > 37%, com canais mais estreitos, evidenciando as feições de topo e em terreno mais antigo, como Biotita e Granito. Em relação ao Estado Geoecológico, foi possível constatar que: 46% da bacia encontra-se em estado Esgotado, 21% Alterado, 14% Compensado e apenas 19% em estado Otimizado. Estes dados demonstram que a bacia do Ribeirão do Curtume se encontra em estado majoritariamente Esgotado, com alta restrição de uso e com terrenos ocupados de forma Inadequada e Incompatível.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; Relevo; Geoecologia da Paisagem - uso da terra e unidades físicas.

ABSTRACT

This dissertation focuses on the analysis of the Ribeirão do Curtume Hydrographic Basin, located in the municipality of Pindamonhangaba (SP). To do this, we used the theoretical-methodological conception of Landscape Geoecology by Mateo Rodriguez (2004), with the purpose of classifying landscape units in a systemic and integrated way. Thus, as a final objective, we have the construction of a Geoecological Situation Map. To achieve this, it was necessary to know the natural characteristics of the area, and the following cartographic documents were prepared: Drainage chart, Characteristics chart, Lithological chart, Soil chart, Slope chart, Physical units chart and Land use chart, Permanent Charter. Preservation and Legal Reserve Areas and Geoecological Situation Map. The morphometric characteristics of the relief (features and slope) were analyzed in an integrated manner with lithology and soil data. Thus, values were assigned to each class (physical characteristics), which, added together and classified into quartile modules, made it possible to hierarchize the physical units. This union and intersection of physical attributes resulted in 58 physical units, of which: 8 units in the top areas, 14 in the concave slopes, 13 in the convex slopes, 10 in the straight slopes and 13 in the valley bottoms. These units add an assessment of resource instability (from most stable to most unstable). Among the four defined classes, 13 classes of stable units were obtained; 24 – Not very stable; 11 – Unstable and 10 – Very unstable. From this analysis it was possible to observe that the study area has a clear “division” in terms of slope and lithology. In an urban area with a river terrace, there is a slope of 2% to 15%, with more channels open in the Oxisol. However, at high altitudes, to the south, there is a slope of 15% to > 37%, with narrower channels, highlighting the top features and older terrain, such as Biotite and Granite. In relation to the Geoecological State, it was possible to verify that: 46% of the basin is in an Exhausted state, 21% Altered, 14% Compensated and only 19% in an Optimized state. These data demonstrate that the Ribeirão do Curtume basin is in a mostly depleted state, with high restrictions on use and with land occupied in an Inadequate and Incompatible manner.

Keywords: Hydrographic Basin; Relief; Landscape Geoecology – land use and physical units.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Bacia hidrográfica do Ribeirão do Curtume, Pindamonhangaba (SP).....	Página 14.
Figura 2 - Litologia da área de estudo.....	Página 31.
Figura 3 - Solos presentes na área de estudo.....	Página 33.
Figura 4 - Carta de feições do relevo da área de estudo.	Página 54.
Figura 5 - Carta de declividade da bacia hidrográfica.....	Página 55.
Figura 6 - Carta síntese das Unidades Físicas em grau de instabilidade.....	Página 59.
Figura 7 - Carta de declividade da bacia hidrográfica.....	Página 61.
Figura 8 - Fotografias do uso da terra e cobertura vegetal da bacia do Ribeirão do Curtume.	Página 65.
Figura 9 - Fotografias do uso da terra e cobertura vegetal da bacia do Ribeirão do Curtume.	Página 66.
Figura 10 - Carta de restrições ambientais.....	Página 69.
Figura 11 - Carta de Capacidade de uso.....	Página 76.
Figura 12 - Carta de estado Geoecológico.....	Página 78.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escala de análise das unidades geossistêmicas.....	Página 18.
Quadro 2 - Escala de análise dos processos geodinâmicos.....	Página 19.
Quadro 3 - Características geológicas da área de estudo.....	Página 30.
Quadro 4 - Classes de solos presentes na bacia do Ribeirão do Curtume.....	Página 31.
Quadro 5 - Hierarquização das classes de declividade.....	Página 40.
Quadro 6 - Cores atribuídas as Feições de Relevo.....	Página 41.
Quadro 7 - Valores atribuídos a cada classe.....	Página 43.
Quadro 8 - Classes de Uso da Terra.....	Página 46.
Quadro 9 - Classificação de instabilidade das unidades físicas identificadas na área de estudo.....	Página 56.
Quadro 10 - Estado Geoecológico das Unidades Físicas.....	Página 80.
Quadro 11 - Quadro síntese das propostas e/ou recomendações a partir de cada estado geoecológico.....	Página 76.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Soma dos atributos de cada Unidade Física.....	Página 44.
Tabela 2 - Classes de uso e ocupação da terra presentes na área de estudo.....	Página 63.
Tabela 3 - Classes de Áreas com Restrições Legais ao Uso da Terra presentes na área de estudo.....	Página 67.
Tabela 4 - Classes de restrições legais x as classes de uso da terra presentes em cada unidade de restrição.....	Página 70.
Tabela 5 - Relação Capacidade de uso X uso atual.....	Página 77.
Tabela 6 - Área ocupada por cada classe de Estado Geoecológico.....	Página 79.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Abordagem sistêmica e análise integrada da paisagem	16
2.2	Análise da paisagem.....	20
2.3	Bacia hidrográfica como sistema de análise integrada	21
2.4	Geoecologia da Paisagem e planejamento ambiental	22
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	28
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
4.1	Dados Litológicos	37
4.2	Dados Pedológicos.....	38
4.3	Carta de Declividade	38
4.4	Carta de Feições do Relevo.....	40
4.5	Carta de Unidades Físicas	40
4.6	Carta de Uso da Terra	45
4.7	Carta de Áreas com Restrições Legais ao Uso da Terra	48
4.8	Carta de Capacidade de Uso e do Estado Geoecológico.....	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
5.1	As Unidades Físicas, o Uso da Terra e as Restrições Legais.....	53
5.2	Estado Geoecológico.....	75
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
7	REFERÊNCIAS.....	80
	ANEXO A	86

1 INTRODUÇÃO

O constante processo de transformação do mundo impõe uma ininterrupta renovação do conhecimento, que se recria e inova-se a cada instante. Com o saber geográfico não é diferente, este se constitui como processo de conhecimento que, em cada momento histórico, produz um modo de pensar a época, movendo-se de forma dinâmica e contínua (Carlos, 2001). A transformação de ambientes naturais em áreas de cultivo, de pecuária, urbanas e industriais, principalmente a partir do Século XX, vem acompanhada de um domínio e eficiência tecnológica que, no entanto, ainda encontram-se distantes de uma relação sustentável com o meio, causando modificações danosas aos sistemas ambientais (Guerra, Marçal, 2006), revertidos na própria humanidade, com perdas de vidas e bens materiais em alagamentos e deslizamento de terra, como também na perda progressiva da fertilidade natural e remoção de camadas do solo, além da degradação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos para continuidade das atividades antrópicas.

O uso apropriado dos recursos naturais, principalmente os hídricos, vem sendo considerado de grande importância, pois a água está presente em toda a biosfera, por exemplo, nos corpos d'água, no ar, no solo, no subsolo e nos seres vivos, desempenhando importantíssima função em quase todas as atividades socioeconômicas e culturais (Feldmann, 1992). Em consequência disso, a água tem sido o centro de diversos fóruns mundiais sobre meio ambiente, como em 1972, a *Eco-92* ou *Rio-92*; a *Rio+10*, em 2002 e a *Rio+20*, em 2012 e a Conferência da ONU sobre a água, realizado no ano de 2023, gerando discussões acerca dos recursos hídricos, como a má qualidade de água, os desmatamentos em prol da urbanização e o uso indevido de áreas de preservação, com o intuito de buscar soluções para problemas de recuperação e preservação destes recursos.

Tal preocupação está diretamente relacionada aos impactos ambientais, como o desmatamento de áreas de proteção, ocupação do solo de forma inadequada, erosão, assoreamento, impermeabilização e compactação do solo, os quais tem colaborado diretamente com o desaparecimento de lagos e rios. Deste modo, são imprescindíveis estudos e pesquisas que abordem e discorram sobre o uso inadequado da terra e suas consequências para a bacia hidrográfica, visando soluções alternativas de preservação e conservação.

Nas questões que envolvem a gestão dos recursos hídricos, considera-se que o diagnóstico ambiental seja o primeiro passo para conhecer os impactos antrópicos. Este diagnóstico é a base para gerar o prognóstico ambiental e promover a integração das análises

ambientais, políticas e econômicas que compõem um plano de gerenciamento em uma bacia hidrográfica, consequentemente, existindo várias metodologias de cunho geográfico e ambiental. Assim, nessa pesquisa foi utilizada a metodologia da Geoecologia da Paisagem, sintetizada por Mateo Rodriguez *et. al* (2004), a qual é fundamentada na avaliação do potencial dos recursos naturais, tornando possível a elaboração de estratégias e táticas de otimização do uso e manejo da terra, adequado a cada particularidade de uma unidade paisagística no espaço e tempo.

Para analisar de forma prática e precisa os impactos sobre os recursos naturais é necessário utilizar ferramentas capazes de trabalhar com grande volume de informações de forma confiável e objetiva sendo capaz de tratá-las simultaneamente de forma gráfica, permitindo o seu inter-relacionamento, assim como o monitoramento de variáveis a serem analisadas. Dessa forma, considera-se que tal metodologia, instrumentalizada a partir do uso dos Sistemas de Informação Geografia, pode suprir essa demanda.

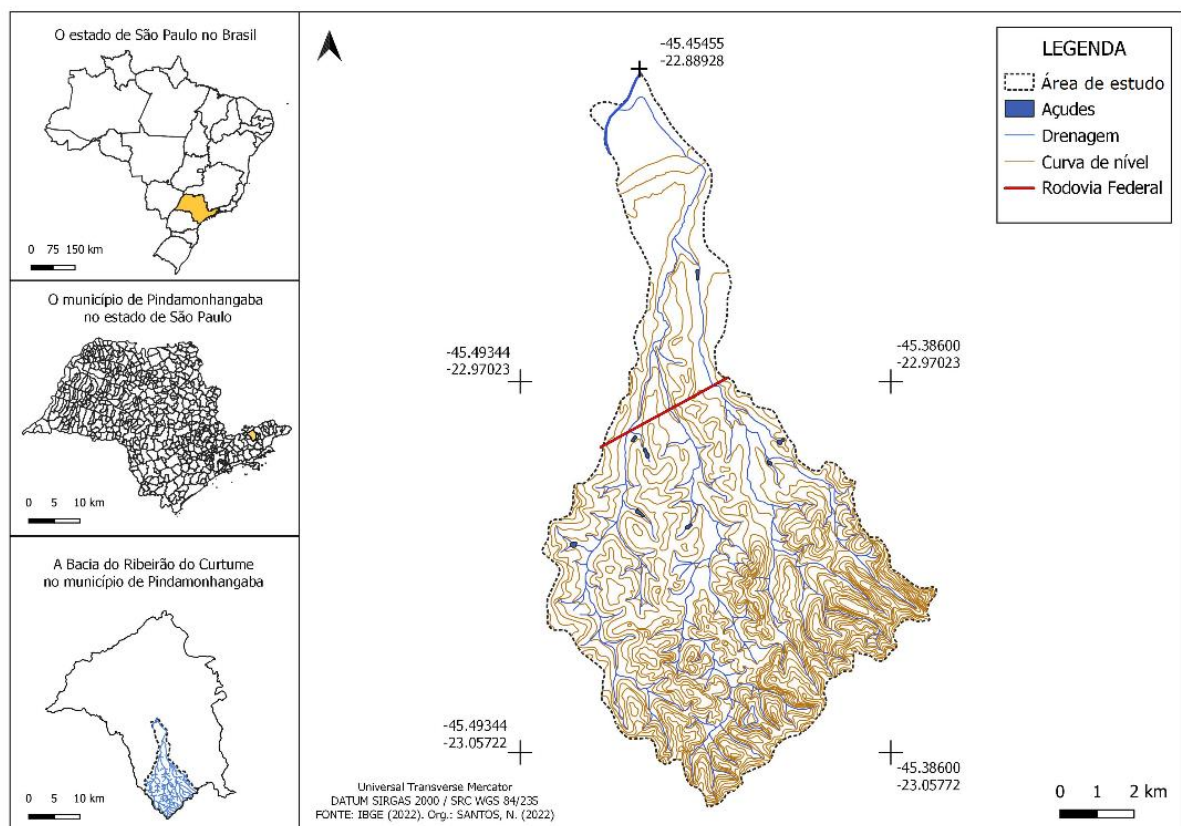
Devido à sensibilização pelas causas das questões ambientais, buscou-se desenvolver um trabalho que atenda a demanda de conhecimentos sobre os efeitos que as atividades antrópicas impõem a natureza, partindo do pressuposto teórico metodológico de Geoecologia da Paisagem. Para Mateo-Rodriguez *et. al* (2004), como base para o planejamento ecológico do território, esta concepção científica utiliza um sistema de procedimentos e técnicas de investigação, cujo propósito é a obtenção de dados e informações sobre o meio natural, a fim de estabelecer um diagnóstico ambiental. Torna-se evidente que, ao aplicar a referida metodologia, é possível analisar as potencialidades e fragilidades ambientais, bem como as transformações antrópicas e suas consequências para a natureza. Nesse contexto, a área selecionada para este estudo está inteiramente dentro do limite territorial do município de Pindamonhangaba (SP), correspondendo a aproximadamente 9% da área municipal, conforme Figura 1.

Deste modo, o objetivo da pesquisa foi colaborar com o planejamento ambiental da bacia do Ribeirão do Curtume, Pindamonhangaba (SP), a partir da caracterização física e da elaboração do diagnóstico ambiental da referida área. Para isso, foi utilizada a metodologia da Geoecologia da Paisagem com algumas adaptações técnicas para atender a área da pesquisa. Com relação aos objetivos específicos, definiram-se

- Realizar a caracterização física da área de estudo a partir da organização de dados cartográficos secundários referentes aos solos, litologia, vegetação natural, assim como informações climáticas regionais;

- Identificar qualitativamente, por meio de mapa de uso e ocupação da terra e trabalhos de campo, os impactos ambientais das atividades agropecuárias, industriais e da urbanização ao longo da Bacia Hidrográfica (BH);
- Construir o diagnóstico ambiental da BH em questão com base nas unidades ambientais identificadas e propor ações de manejo sustentável dos recursos hídricos para a área de estudo.

Figura 1 – Localização da Bacia hidrográfica do Ribeirão do Curtume, Pindamonhangaba (SP)



Fonte: Autora (2022).

A fim de cumprir com os objetivos propostos, inicialmente foi feito o tratamento da base cartográfica e o levantamento das características litológicas e pedológicas. A base cartográfica consistiu nos dados vetoriais das curvas de nível e sistema de drenagem da carta topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:50.000, disponíveis online através do portal DATAGEO¹. Os dados geológicos foram obtidos através do mapeamento

¹ O DATAGEO é a infraestrutura de dados espaciais ambientais do Estado de São Paulo. Uma infraestrutura de dados espaciais envolve não apenas tecnologia, mas também políticas

realizado pelo Serviço Geológico do Brasil – Superintendência Regional de São Paulo 1:750.000 (2006) e dados litológicos fornecidos através do mapeamento da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), 1:100.000. Já os dados pedológicos foram obtidos através do trabalho desenvolvido por Rossi e Kanashiro (2017) a 1:250.000 e 1:100.000.

Assim, a partir do material coletado e com o uso do *software* QGis versão 3.20.1, foram desenvolvidos: A Base topográfica, Carta de drenagem, Carta litológica, Carta de solos, Carta de declividade, Carta de feições do relevo, Carta de unidades físicas com análise da instabilidade física, Carta de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal e Carta de estado geoecológico. O material foi analisado, buscando estabelecer relações entre as diferentes informações levantadas a partir de cada uma das cartas elaboradas.

Com isso, a pesquisa desenvolvida é apresentada a partir das seguintes seções, no Referencial Teórico são abordados os principais conceitos utilizados na pesquisa, com foco na análise geoambiental da bacia hidrográfica. Na seção Caracterização da Área de Estudo são apresentadas as principais características físicas da bacia estudada. Posteriormente, na seção de Procedimentos metodológicos são descritas as técnicas utilizadas para a elaboração das cartas. Em continuidade, na seção Análise dos Resultados se busca estabelecer correlações entre os dados obtidos na pesquisa. Por fim, nas Considerações Finais são feitas considerações sobre a adequabilidade das técnicas e dos resultados obtidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção é destinada para a revisão bibliográfica e dos conceitos que fundamentam essa pesquisa. Inicialmente, será apresentada uma análise acerca dos princípios da abordagem sistêmica e análise integrada da paisagem. Em seguida, é discutido o conceito de bacia hidrográfica e sua abordagem como unidade de sistema de análise integrada. Por fim, aborda-se a Geoecologia da Paisagem, subsídio teórico metodológico desta pesquisa, a qual permite a caracterização física e sua relação com o planejamento ambiental.

2.1 Abordagem sistêmica e análise integrada da paisagem

Estudos que abordam análises ecológicas, geográficas e ambientais englobam estudos que pautam a complexidade do sistema e os seus elementos. A abordagem sistêmica é necessária para compreender elementos e fatores ambientais, expressando-se em organizações espaciais, que se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas e obedecem a determinada hierarquia sistêmica (Christofolletti, 1999).

A abordagem sistêmica possibilitou uma nova análise ambiental. Segundo Bertalanffy (1950), as características básicas da abordagem sistêmica, são:

- O conjunto composto por elementos que se interrelacionam e estão em constante evolução; os estudos desses sistemas precisam estar centrados nas relações dos subsistemas e não nos elementos de forma individual;
- Possuem relação de interdependência;
- Estão constantemente em interação com o ambiente, caracterizando sistemas abertos.

Nesse sentido, o enfoque sistêmico e de uma abordagem interdisciplinar se caracteriza como uma concepção metodológica e prática para estudos integrados. Dessa forma, pode-se definir como sistema ao conjunto de elementos que se encontram em relação entre si e que formam uma determinada unidade e integridade (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2010). Dado isto, é fundamental não o estudar apenas de forma isolada, mas compreender o funcionamento e a organização que unifica estas partes, resultado da vinculação dos diferentes elementos componentes.

Ainda no final do século XIX, Dokuchaev busca publicar artigos com uma abordagem relacionada a compreensão do espaço terrestre a partir da configuração geográfica das interações bióticas e abióticas. Essas ideias dialéticas e de base naturalista se difundiram facilmente para os demais países do leste europeu apoiados nos ideais socialistas e provavelmente pela necessidade de se conhecer melhor os territórios para melhor ocupá-los e transformá-los (Rodriguez, Silva, Cavalcanti, 2007).

Nesse viés, a perspectiva de análise integrada do sistema ambiental converge para a visão da abordagem sistêmica da Teoria Geral, possuindo maior vínculo com a sistematização dos geossistemas, criado por Sotchava (1976), o qual se constituía num método para estudar a capacidade dos fenômenos geográficos.

Para Bertalanffy (1973, *apud* Sotchava, 1976, p. 8), “os geossistemas são uma classe peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados”. Sotchava (1960) introduz o conceito de geossistemas, permitindo a compreensão dos fenômenos geográficos numa perspectiva sistêmica em nível global, regional e topológico.

Os geossistemas são formações naturais que se desenvolvem segundo os níveis sob os quais atuam, sobretudo na esfera geográfica. Considerava ainda, que “embora” os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais influenciam na sua estrutura (Sotchava, 1973 p.11).

A paisagem para Sotchava (1960) era compreendida como uma organização espacial composta por atributos sistêmicos – estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informações (Rodriguez, Silva, Cavalcanti, 2002). A proposta de Sotchava (1960) buscava estabelecer as tipologias das formas que pudessem ser aplicadas em diferentes escalas, conforme Quadro 1.

Quadro1– Escala de análise das unidades geossistêmicas.

UNIDADES HOMOGÊNEAS – GEÔMEROS (TOPOLOGIA)		ORDEM DIMENSIONAL	UNIDADES DIFERENTES - GEÓCOROS (COROLOGIA)
Perspectiva dos Tipos de meio natural		Planetária	Zonas Fisiográficas
			Grupos de regiões fisiográficas
			Sob Continentes
Classes de Geomas		Regional	Regiões Físico-Geográficas
Sub-classes de Geomas			Com Latitudes Zonais / Com Zoneamento Vertical
Grupos de Geomas			Sub-Zona Província Natural
Geoma		Topológico	Macrogeocoro (distrito)
Classe de fácies			Topogeocoro (zonas)
Sub-unidades associadas	Grupo de fácies		Mesogeocoro (terrenos)
	Fácies		Microgeocoro (grupos determinados)
	Áreas homogêneas elementares (biocenose)		Áreas diversificadas elementares

Fonte: Adaptado com base em Sotchava (1976); Marques Neto et al (2014); Dias; Perez Filho (2022).

Já Troll (1939) influenciado pelo conceito de ecossistema definido por Tansley (1935), traz uma contribuição significativa para o estudo da paisagem, atribuindo o termo ecologia das paisagens ou Geoecologia. Troll (1939) afirmava ter criado uma disciplina que era a fusão entre Geografia e a Ecologia (Rodriguez, Silva, Cavalcanti, 2007). Com a evolução das disciplinas de biogeografia e de geomorfologia, surge na França, uma abordagem sistêmica, de cunho ecológico, representada principalmente pelas obras de Bertrand (1968, 2004) e Tricart (1977). Assim, houve uma reformulação do conceito de paisagem, a qual se utilizada como base para esta pesquisa.

A paisagem é uma porção no espaço terrestre resultante de uma interação entre elementos dinâmicos, portanto, instável. É constituída de objetos geográficos diferentes, físicos, biológicos e humanos que, exercendo relações dialéticas uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto indissociável e em perpétua evolução (Bertrand, 1972, p. 141).

Bertrand (1972) propôs um sistema taxonômico, no qual a paisagem é composta por seis níveis (Quadro 2). As unidades superiores são compostas pelas zonas e domínios. As zonas correspondem ao que concernem as grandes zonas climáticas. Os domínios são a segunda unidade de grandeza, tendo uma combinação de elementos climáticos e botânicos.

Quadro 2 – Escala de análise dos processos geodinâmicos.

UNIDADE DA PAISAGEM	ESCALA TEMPORO-ESPACIAL	TIPO DE PAISAGEM	RELEVO	ELEMENTOS FUNDAMENTAIS
Zona	1.000.000 km ²	Intertropical	Continental	Climáticos Estruturais
Domínio	100.000 a 1.000.000 mm ²	Mata Atlântica, Savana Estépica	Domínio Estrutural	
Região	10.000 a 100.000 km ²	Litoral oriental do Nordeste brasileiro	Região Estrutural	
Geossistema	5 a 10 km ²	Planície Litorânea do sul do Paraíba	Unidade Estrutural	Biogeográficos e Antrópicos
Geofácies	1 a 5 km ²	Planície Fluvio Marinha do rio Gramame	Acumulação	
Geótopo	➤ 1 km ²	Apicum	Acumulação	

Fonte: Elaborado a partir de de Teodulo (2014) com base em Bertrand (1972).

A terceira unidade de grandeza corresponde a Região, abrangendo vários geossistemas. Já na metade inferior do quadro de Bertrand (1972) existe os geossistemas, geofácies e geótopos. Os geossistemas podem abranger n dimensões que vão variar de km², unidade compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados, afirmando ser esta escala a que guarda a maior parte dos fenômenos mais interessantes para o geógrafo. O Geossistema compreende um espaço que se caracteriza pela homogeneidade dos seus componentes, suas estruturas, fluxos e relações que integrados, assim não possuindo uma escala definida. O geossistema tem um caráter policêntrico e poliestrutural, geralmente apresentando um número maior de componentes e relações do que o ecossistema. São unidades fisionomicamente homogêneas e resultantes da combinação entre potencial ecológico, biológico e antrópico (Bertrand, 1972). As Geofácies abrangem escala de poucos km², o que as coloca em um nível de quinta grandeza. Os Geótopos representam o último nível

espacial a ser apreendido no terreno e podem ser caracterizadas pelos elementos físicos, biológicos e humanos, conforme Bertrand (1972).

2.2 Análise da paisagem

A análise integrada da paisagem tem relevância nas obras de Tricart (1972, 1977) que desde 1970 vinha desenvolvendo ideias que consideravam a Terra como um sistema vivo. A paisagem é distribuída de forma heterogênea sobre a superfície e suas variações verticais e horizontais determinam estruturas geoecológicas. Horizontalmente, as paisagens se distinguem pelas modificações de ordem morfológica, estrutural, litológica, pedológica, climática e geomorfológica, além de fatores como urbanização e cobertura da terra em áreas rurais.

Verticalmente, a estrutura da paisagem se define por variações desde a atmosfera até a rocha mãe, que ao interagirem uns sobre os outros são responsáveis pela dinâmica natural desta (Berouchachvili e Bertrand, 1978, *apud* Manosso; Nóbrega, 2008). A compreensão dessa dinâmica vem sendo usualmente concebida através da Teoria Geral dos Sistemas (TGS). Para Bertalanffy (1968, *apud* Vale, 2012), a TGS seria um instrumento útil capaz de fornecer modelos a serem utilizados em diferentes campos, sendo a paisagem considerada como uma formação sistêmica, compreendida como

[...] um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos. Como consequência, o sistema representa propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades dos seus componentes. Uma delas é ter dinâmica própria, específica do sistema. Cada um dos fenômenos incorporados num sistema geralmente pode ser analisado, ele mesmo, como um sistema. Convencionalmente denomina-se subsistema (Tricart, 1977, p.19).

A concepção sistêmica consiste em uma abordagem em que qualquer diversidade da realidade estudada (objetos, propriedades, fenômenos, relações, problemas, situação etc.) pode ser considerada como uma unidade (um sistema), regulada em um ou outro grau, que se manifesta mediante algumas categorias sistêmicas, tais como: estrutura, elemento, meio, relações, intensidade, entre outras. (Rodriguez et al., 2007, p.41). Desta forma, a análise paisagística é considerada como

[...] conjunto de métodos e procedimentos técnico-analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem, estudar suas propriedades, índices

e parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação da paisagem e a pesquisa das paisagens naturais, como sistemas manejáveis e administráveis (Mateo Rodriguez, 2004, p. 40).

A paisagem integrada, segundo Christoforetti (1980), é resultante da relação entre o meio físico, elementos topográficos, biogeográficos, pedológicos, que são dinamizados pelos fluxos climáticos, incorporando a ação das atividades humanas, que se torna participativa tanto na caracterização como na dinâmica do ambiente, isto é, na dinâmica e evolução da paisagem. Segundo Mateo Rodriguez *et al.* (2007), as ações humanas são determinadas por processos políticos, econômicos e culturais.

Os conceitos e técnicas de estudo a partir da análise integrada da paisagem se enquadram como uma ciência ambiental, oferecendo uma contribuição para o conhecimento da base natural do ambiente, segundo Bertrand (2004), compreendido como meio global, subsidiando a elaboração das bases teóricas e metodológicas para elaboração do planejamento e da gestão ambiental.

Portanto, na procura por uma melhor compreensão da análise da paisagem, a bacia hidrográfica se destaca como unidade ambiental e paisagística, por possibilitar a integração de todos os elementos que a compõem, sendo esses naturais ou sociais (Botelho, 1999).

2.3 Bacia hidrográfica como sistema de análise integrada

A bacia hidrográfica é legalmente posta como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Assim, o planejamento e gestão dessas bacias tendem a buscar as melhores maneiras de se praticar o uso da terra, não a impactando de forma negativa. Segundo Souza e Fernandes (2000), o planejamento que utiliza a bacia como unidade básica de estudo e pesquisa é mais adequado, pois permite conciliar a produção dentro desta com a preservação ambiental, em função dos seus limites serem estabelecidos naturalmente. Dito isso, estudá-la, facilita o processo de delimitação territorial, visto que a partir dos divisores de águas (maior altimetria), se obtém um limite natural do escoamento de superfície.

Ademais, a bacia representa um sistema sobre o qual é possível avaliar as ações humanas e seus desdobramentos de forma integrada (Vitte; Guerra, 2004). Para Vilaça *et al.* (2009), o comportamento de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo é dominado por dois fatores, sendo estes de ordem natural e antrópico. De ordem natural têm-se os impactos naturais, como

a erosão, o intemperismo e a falta de chuva, bem como as de ordem antrópica, atribuídas as atividades humanas que interferem diretamente no Sistema Bacia Hidrográfica (SBH), como também, de forma indireta, como, por exemplo, no caso do uso impróprio da terra nas áreas do entorno dos rios e/ou as alterações nas condições de escoamento e drenagem da bacia.

Compreendendo esse SBH, sabe-se que o natural e antrópico se entrelaçam, sendo indispensável a compreensão e caracterização física, com destaque para aspectos ligados à litologia, solos, relevo e clima. Igualmente, é necessária a compreensão das morfologias ligadas à área urbana ou a grandes empreendimentos minerários e industriais. Souza *et al.* (2012) afirmam que é de fundamental importância reconhecer como os recursos físicos estão interligados e dependem uns dos outros para entendermos problemas como poluição, escassez e conflitos pelo uso da água, bem como entender a bacia hidrográfica como um sistema ecológico.

A análise de uma bacia hidrográfica a partir de uma perspectiva sistêmica permite identificar as interações espaciais entre a distribuição da água, o clima, a geologia e o relevo, formando de maneira articulada, uma totalidade ambiental, que constitui o espaço e a paisagem natural (Silva; Rodriguez, 2011).

A compreensão da totalidade da bacia como um sistema ambiental possibilita o entendimento das relações entre os diferentes componentes naturais e socioeconômicos, que, ao se manifestarem na bacia, a integram de forma complexa. Essa interação se expressa na estrutura, no funcionamento, na dinâmica e na evolução, no âmbito espacial e territorial. (Silva; Rodriguez, 2011).

2.4 Geoecologia da Paisagem e planejamento ambiental

A concepção teórica da Geoecologia da Paisagem surge como uma alternativa para a compreensão da dinâmica das paisagens, sendo definida como ciência que atua na interface entre a Geografia e a Ecologia, de abordagem holística por todas as áreas das ciências envolvidas para estabelecer e definir os relacionamentos entre os diversos meios que integram os sistemas da paisagem (IBGE, 2004).

Segundo Mateo Rodriguez *et al.* (2007), a proposta da Geoecologia da Paisagem constitui uma abordagem teórico-metodológica que apresenta um enfoque sistêmico e interdisciplinar, subsidiando as bases necessárias para o planejamento ambiental territorial, fornecendo para tanto um diagnóstico operacional através do levantamento das unidades físicas

e de uso da terra, o que permite que se identifiquem conflitos de uso os quais podem auxiliar no ordenamento e reordenamento físico-territorial.

A Geoecologia das Paisagens é tratada nesta pesquisa como base para o planejamento ecológico do território, como um conjunto de métodos, procedimentos e técnicas para diagnosticar as condições ambientais (Mateo-Rodriguez; Silva, Cavalcanti, 2010). A Geoecologia é uma abordagem teórico metodológica de cunho ambiental, com proposito de diagnosticar as unidades de paisagem de forma integrada e sistêmica. Para Trombeta (2019), a Geoecologia constitui um enfoque científico inter e transdisciplinar, que analisa as paisagens geográficas como ecossistemas, considerando os geocomplexos como entidades holísticas totalmente integradas (Trombeta, 2019).

A Geoecologia da Paisagem, parte de uma “concepção” fruto dos estudos de Humbolt, no século XIX. Estudos estes que traziam uma nova perspectiva, a multidisciplinaridade, valorizando a questão ambiental, rompendo fronteiras padronizadas, dedicando-se as características, aos estudos e aos processos dos elementos da natureza (Rodriguez; Silva e Cavalcanti, 2010).

Foi o geógrafo alemão Carl Troll, que, na primeira metade do século XX, que propôs a criação da Geoecologia da Paisagem, centrada no estudo dos aspectos espaço-funcionais da natureza (Mateo-Rodriguez; Silva, Cavalcanti, 2010).

O geógrafo alemão Carl Troll propôs a criação de uma ciência sobre os complexos naturais, considerando como paisagens naturais as formadas pelas inter-relações entre seres vivos e seu ambiente. Inicialmente nomeou esta disciplina científica como “Ecologia da Paisagem” termo utilizado em 1939, depois rebatizado em 1966 como “Geoecologia”. Troll considerou que a Geoecologia conjuga duas abordagens: a abordagem propriamente da paisagem, que estuda a diferenciação espacial da superfície terrestre, na interação entre os fenômenos naturais e a abordagem biológico-ecológica, que investiga as inter-relações funcionais dos fenômenos naturais e sistemas ecológicos complexos. A Geoecologia foi como um “eco ciência” complexa sobre a Terra e da vida que nela se desenvolve (Mateo Rodriguez; Silva, 2013, p.82).

Rodriguez e Silva (2013) afirmam que na Geoecologia o homem ocupa uma posição privilegiada, pois é portador das formas sociais e naturais da matéria, sendo um elemento fundamental de sistemas da paisagem, como um elemento “biossocial” especial da natureza, capaz de mudar radicalmente o meio geográfico. A Geoecologia das Paisagens parte de uma perspectiva de considerar as questões ambientais por uma compreensão multidisciplinar, sem análises padronizadas, já que as paisagens são diferenciadas, dedicando-se às características,

aos estudos e aos processos dos elementos da natureza e da sociedade (Mateo-Rodriguez; Silva, Cavalcanti, 2010).

Dito isto, as análises paisagísticas pelo olhar da Geoecologia levam um caráter antrópico, mesmo tendo origem em estudos naturalistas, tendo em vista o homem como agente modificador do ambiente.

No cenário brasileiro, a aplicação da Geoecologia da Paisagem tem sido bastante importante já que o crescimento urbano e o aumento das áreas de pecuária e agricultura não foram acompanhados de um ordenamento territorial que levasse em consideração os limites e potenciais ecológicos. Resultante desse descuido, o desmatamento predatório deu lugar ao desenvolvimento de processos morfogenéticos (Guerra, 1969; Tricart, 1977), com perda progressiva de recursos naturais essenciais, como a remoção de camadas do solo e perda de sua fertilidade natural, assim como o assoreamento de corpos d'água.

Nessa perspectiva, figura-se o planejamento ambiental como uma alternativa na mudança de paradigma na relação entre a sociedade e a natureza, com o ordenamento e reordenamento territorial vinculado à qualidade ambiental, à atenção aos limites ecológicos e à proteção e preservação dos recursos naturais,

A preocupação com a questão ambiental e social pode ser traduzida pela busca do equilíbrio no relacionamento entre várias componentes que o meio natural estabelece entre si e a sua capacidade de responder aos diferentes distúrbios que lhe são impostos pelas formas de atividade da sociedade sobre a natureza (Guerra; Marçal, 2006, p.96).

Para Cunha e Guerra (2003), os desequilíbrios ambientais no Brasil são originados, frequentemente, do fato da questão ambiental ser tratada de forma setorializada (água, floresta, solo etc.), sem uma definição de política ambiental, sendo a bacia hidrográfica uma unidade integradora desses setores (naturais e sociais), a qual deve ser administrada com esta função, com a finalidade de minimizar os impactos ambientais.

Como destaca Guerra e Marçal (2006), a identificação de uma unidade ambiental ou unidade de paisagem, com suas respectivas intervenções sofridas ao longo dos anos pela sociedade, permite a aplicação de métodos e técnicas necessários à sua análise, proporcionando a identificação, classificação, diagnóstico e prognóstico da paisagem.

A análise integrada da paisagem aplicada ao planejamento ambiental de bacia hidrográfica pode contribuir para subsidiar a gestão dessas áreas através do planejamento do uso dos recursos naturais, considerando as potencialidades e fragilidades dos sistemas

ambientais (Ross, 2006, p.47). Os conceitos e métodos de estudo oferecidos pela análise integrada da paisagem enquadram-se como uma ciência ambiental, que oferece uma contribuição essencial no conhecimento da base natural do meio ambiente. O planejamento ambiental deve adequar a estrutura econômica local à dinâmica natural, buscando intervir e disciplinar o uso da terra, o uso dos recursos naturais e da distribuição e organização da sociedade e das atividades econômicas sobre o território.

Em outras palavras, o planejamento ambiental é o estudo que visa à adequação do uso, controle e proteção ao ambiente, com ênfase também no campo social e humano (SANTOS, 2004). De acordo com Rodriguez e Silva (2013, p. 133), “é um processo intelectual no qual são projetados os instrumentos de controle baseados em uma base técnico-científica, instrumental e participativa, o que deve facilitar a implementação de um conjunto de ações e processos de gestão e de desempenho”. O planejamento ambiental é considerado como, I) um instrumento da política ambiental em concordância com o modelo de desenvolvimento adotado, II) um suporte articulado ao processo de tomada de decisão, III) um exercício técnico-intelectual voltado para traçar as diretrizes e programar o uso do território, espaços, paisagens e características da gestão ambiental, IV) um rumo para inter-relacionar as ações dos agentes econômicos e os sistemas naturais (Silva; Rodriguez; Leal, 2011).

Na perspectiva do planejamento econômico e ambiental do território, em escala municipal, estadual e federal é necessário que as intervenções antrópicas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, baseados nas potencialidades dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dos ambientes naturais, valorizando a conservação da natureza para o desenvolvimento sustentável (Ross, 2009).

Para o planejamento ambiental ser eficaz é necessário conhecer e entender as limitações, por meio de diagnósticos, potencialidades naturais do território, características físicas, naturais e as intervenções humanas nesse ambiente, a fim de propor a organização das atividades de acordo com a capacidade de suporte da natureza e que promova o desenvolvimento sustentável e comunitário.

Segundo Ross (2009), para o planejamento ambiental é preciso conhecer adequadamente o meio natural e a sociedade sob a perspectiva de que tanto a natureza quanto a sociedade apresentam uma funcionalidade específica. De tal modo, é preciso uma compreensão integrada da realidade socioeconômica, pela dinâmica dos processos de ocupação e das relações econômicas e sociais.

Estando diretamente relacionado aos conceitos de desenvolvimento sustentável e multidisciplinaridade que exigem uma abordagem holística de análise dos elementos biológicos, físicos e socioeconômicos que possibilitem ações eficazes na solução dos problemas (SANTOS, 2004). Com efeito, permeia todos os níveis das relações sociais e econômicas das sociedades humanas e dos vínculos que estas estabelecem com a natureza (Ross, 1997).

O planejamento ambiental em conjunto com a Geoecologia das Paisagens fornece subsídios teórico-metodológicos fundamentais para o desenvolvimento de trabalhos relacionados às análises sistêmicas, neste caso, voltados para estudos de bacias hidrográficas, pois, se faz necessário pensar a bacia como sistema ambiental que deve ser/ter uma concepção articuladora e integradora dos momentos fundamentais de sua formação e organização (Rodriguez; Silva; Leal, 2011).

Como citado anteriormente, as bacias se caracterizam como sistemas complexos que integram componentes/elementos sociais, econômicos e ambientais. Logo, há a necessidade de pensar e trabalhar as mesmas e as diferentes feições dentro desses componentes. Nesse contexto, a Geoecologia é capaz de fornecer os subsídios essenciais para uma análise integrada, por possuir uma visão sistêmica e complexa. Para Mateo Rodriguez, Silva e Leal (2011) a análise da bacia a partir de uma perspectiva sistêmica é altamente relevante. No que se refere aos recursos hídricos, consiste em compreender e considerar as relações sistêmicas e validar o papel da água como recurso indispensável para o ambiente.

Na visão de Mateo Rodriguez (2005; 2008), quando se analisa a bacia sob uma visão ambiental e sistêmica, faz-se necessário atentar para o seguinte aspecto: A bacia interage com componentes diferentes que em conjunto conduzem a formação de diversos sistemas ambientais. Desse modo, é um conjunto sistêmico formado pela interação e a articulação de diversos sistemas ambientais. Na bacia, os fluxos superficiais se manifestam de caráter espacial e dinâmico e que não se subordinam por completo a dinâmica hídrica, tendo sua própria organização e lógica de reestruturação e funcionamento (Farias, 2015).

A Geoecologia e o planejamento ambiental são ferramentas que podem subsidiar a gestão e ordenamento das bacias hidrográficas, propiciando alternativas que visem um aproveitamento sustentável dos recursos fisiográficas da bacia, de acordo com sua capacidade de uso. O uso da metodologia da Geoecologia dentro do sistema bacia hidrográfica é cada vez mais recorrente o que demonstra a eficiência de sua aplicabilidade enquanto método para os estudos ambientais. A abordagem geoecológica focaliza a investigação e interpretação que

ocorre nas relações funcionais e genéticas, na medida em que estas podem explicar o estado presente (Klink, 1981), tornando-a uma abordagem cada vez mais utilizada para o futuro.

Nesse cenário, os trabalhos realizados com o aporte teórico-metodológico da Geoecologia das Paisagens em bacias se destacam, tais como o de Galatto, *et al.* (2011), Camargo, Leal (2010); Lima (2004, 2012); Mezzomo (2013); Netto *et al.* (2012); Perez (2013) e Vital *et al.* (2022).

Nos trabalhos supracitados, a Geoecologia é utilizada como ferramenta para se atingir um objetivo, por exemplo, Vidal (2014), aplicou os fundamentos da Geoecologia para o planejamento ambiental do baixo curso de uma bacia. A autora citada anteriormente optou por trabalhar com uma escala de nível espacial de 1:50.000, definida como projeto de planejamento, de acordo com estágio de estudo (Mateo Rodriguez; Silva, 2013), a qual viabilizou um maior nível de detalhamento da aplicação da Geoecologia.

Tendo em vista essa mesma pesquisa, sua proposta se assemelha a da pesquisa em questão, na qual a Geoecologia é seu ponto central de análise, com seus fundamentos teóricos e metodológicos aplicados/testados na bacia do Ribeirão do Curtume, com o objetivo de fomentar o diagnóstico e planejamento ambiental.

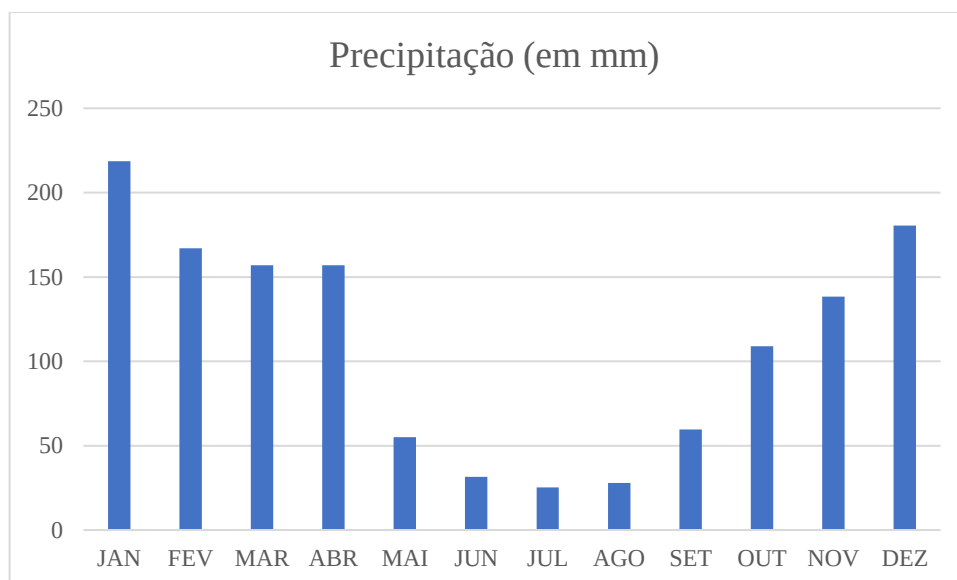
Para trabalhos com escala local, a Geoecologia possibilita a elaboração de medidas para melhor funcionamento ambiental através de ações concretas, a realização de um diagnóstico ambiental elencando as competências, problemas, estado e intensidade de uso dos recursos naturais da Bacia hidrográfica (Mateo Rodriguez; Silva; 2013)

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Curtume, área selecionada para este estudo, está localizada inteiramente no município de Pindamonhangaba (SP), extremo leste paulista, pertencente à Região do Vale do Paraíba. A cidade apresenta população estimada em 170.123 habitantes (IBGE, 2020), distribuída em 730km² (IBGE, 2010). O Município tem ao norte a Serra da Mantiqueira e ao sul a Serra do Quebra Cangalha – contraforte da Serra do Mar. O Ribeirão do Curtume tem suas nascentes posicionadas nas coordenadas 22°58'45" S e 45°25'42" W e seu exutório à 22°53'41" S e 45°27'25" W. O ribeirão pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 - (UGRHI -02) de acordo com a divisão hidrográfica do Estado de São Paulo (Lei nº 9.034/94); sua gestão é realizada pelo Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP).

O clima da região é CWA, segundo a classificação de Köppen (1948), caracterizando-se por ser quente e úmido no verão (com temperaturas > 22°C) e frio e seco no inverno (com temperaturas >18°C), conforme Gráfico 1 a seguir. Este clima ocorre na maior área do Estado de São Paulo, principalmente nas regiões central, leste e oeste (Ventura, 1964).

Gráfico 1 – Precipitação média do município de Pindamonhangaba (1957/2020)



Fonte: Média de 1957 a 2010. Posto de Prefixo D2-072 (22° 49' 00"; 45° 22' 00"). DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica (2023)

A fórmula climática de Pindamonhangaba, utilizando a classificação de *Thornthwaite*, é B1rB3'a', que representa clima úmido com pequena ou nula deficiência de água, mesotérmico, com evapotranspiração potencial anual de 964 mm e concentração de evapotranspiração potencial no verão de 33% (Fisch, 1999). Esta área deve ser compreendida como um fragmento da paisagem, com sua evolução associada a um amplo contexto, no que se refere a seus atributos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e antrópicos. Dessa forma, para caracterizar o recorte de análise, é preciso compreender a natureza dos fatores que se expressam na bacia, partindo de uma análise regional.

Neste contexto, destaca-se que, de acordo com o CEIVAP (2018), o Ribeirão do Curtume é um afluente do Rio Paraíba do Sul, tendo grande importância para o desenvolvimento e modo de vida da população, assim como para o uso agropecuário e industrial do município. O Rio Paraíba do Sul é um curso de água que banha os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, atravessando a conhecida região socioeconômica do Vale do Paraíba, sendo o rio mais importante do estado do Rio de Janeiro.

Ao que cerne o arcabouço geológico da bacia hidrográfica, está pertence à Bacia de Taubaté, sendo uma unidade geotectônica embutida no complexo cristalino Pré-cambriano do leste paulista, no bloco tectônico Paraíba do Sul. Com comprimento de 173 km e largura de até 20 km, a Bacia de Taubaté cobre uma extensão de 2.400 km² (Hasui; Ponçano, 1978).

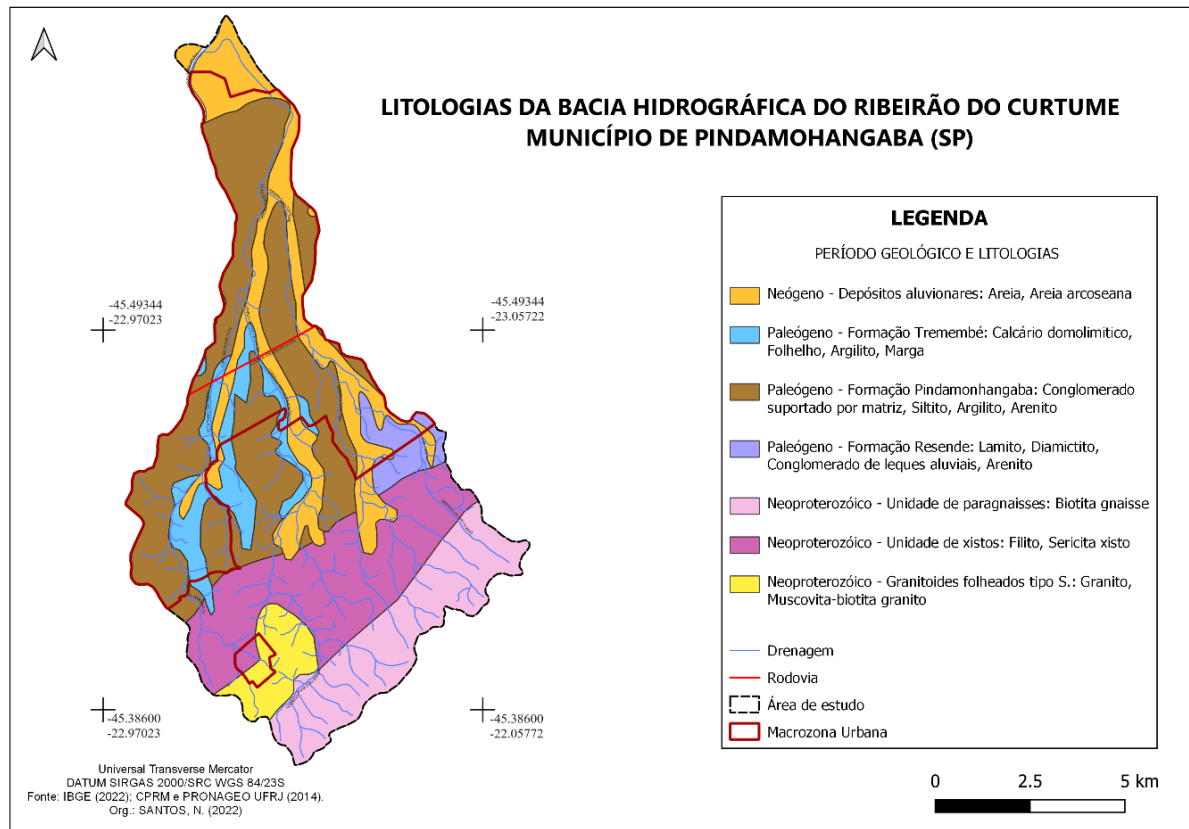
Segundo Riccomini (1989), a Bacia de Taubaté faz parte de um conjunto de bacias pertencentes ao *Rift* Continental do Sudeste do Brasil – RCSB, uma feição tectônica de idade Cenozoica. Na área de estudo destaca-se a Formação Pindamonhangaba, depositada por um sistema fluvial meandrante instalado na porção de médio curso da Bacia de Taubaté, com uma vasta gama de materiais colúvio-aluviais do Pleistoceno. De acordo com o Mapa Geológico da Bacia de Taubaté, na bacia do Ribeirão do Curtume tem-se as seguintes unidades litoestratigráficas e suas respectivas litologias (Quadro 3, Figura 2):

Quadro 3 – Características geológicas da área de estudo.

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS E LITOLOGIAS (CPRM)	
Depósitos aluvionares	Sedimento aluvionar inconsolidado constituído por seixos e areia, com níveis de cascalhos e lentes de material silto-argiloso.
Unidade de paragneisses	Granada-sillimanita-biotita paragnaisse milonítico, com bandamento milimétrico a centimétrico com intercalações entre leitos mesocráticos com diferentes conteúdos de minerais máficos e leucossomas graníticos lenticulares; biotita ortognaisse tonalítico a granodiorítico; xisto gnaissóide; biotita gnaisse quartzoso e ortognaises tonalíticos com hornblenda e lentes de rochas graníticas e quartzíticas milonitizadas.
Formação Tremembé	Calcário dolomítico, dolomito, ritmito, formados pela alternância de folhelho piro betuminoso e marga, e argilito verde maciço fossilífero, localmente arenitos arcoseanos. São interpretados como depósitos lacustres.
Formação Pindamonhangaba	Conglomerado basal com granodecrescência ascendente; grada para arenitos progressivamente mais finos; no topo ocorrem siltitos com camadas de arenitos conglomeráticos que gradam para siltitos e argilitos. Interpretados como depósitos fluviais meandrantos.
Unidade de xistos	Sericita filito, metarenito, filitocarbonoso, sericita-(quartzo) xisto, muscovita-biotita-quartzo xisto com cianita, estauroлита, granada, sillimanita e quartzo xisto com muscovita, biotita, granada e plagioclásio, alternados ritmicamente, com intercalações de rochas calciossilicáticas e metaultramáficas
Granitoides folheados tipo S.	Granito Malacacheta (ml): muscovita-biotita granito, equigranular, cinza-claro;
Formação Resende	Diamictito, conglomerados de leques aluviais com leitos de arenitos grossos a finos, lamito arenoso, silito e argilitos lacustres,

Fonte: CPRM (2006, 2021)

Figura 2 – Litologia da área de estudo



Fonte: CPRM (2006, 2021).

De acordo com o mapeamento de Rossi e Kanashiro (2017), são encontradas três classes de solos (Quadro 4), cuja distribuição espacial é apresentada na Figura 3, subsequentemente.

Quadro 4 – Classes de solos presentes na bacia do Ribeirão do Curtume.

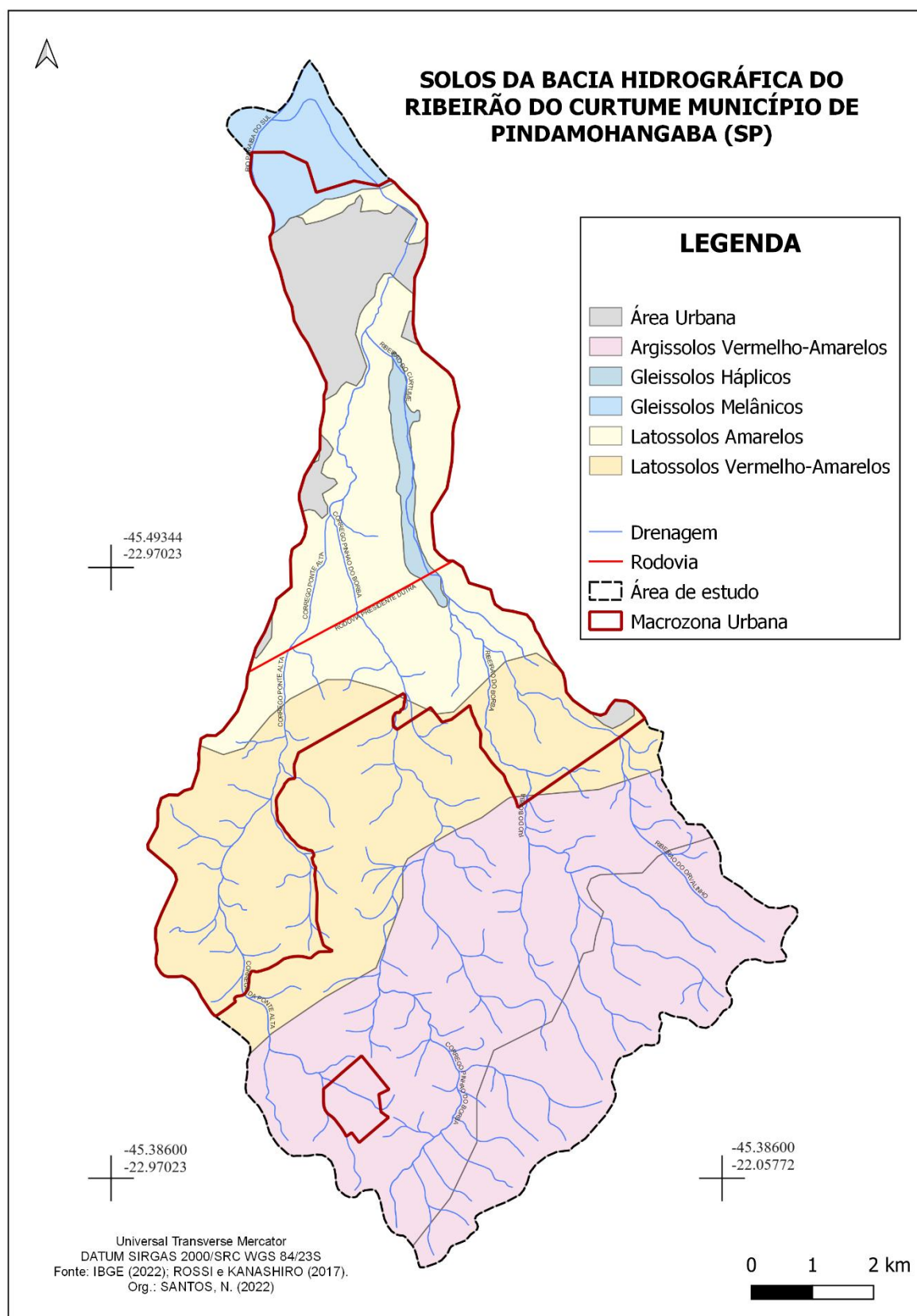
CLASSE DE SOLO	DEFINIÇÃO
ARGISSOLO	Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico na maior parte do horizonte B (SIBCS, 2013).
	Encontra-se na bacia, a subclasse: Argissolos Vermelho-Amarelos - Outros solos de cores vermelho-amareladas e/ou amarelo-avermelhadas.

GLEISSOLO	Solos constituídos por material mineral, com horizonte glei dentro de 50 cm a partir da sua superfície ou a profundidade maior que 50 cm e menor ou igual a 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E ou de horizonte H (hístico) com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos (SIBCS, 2013).
	Ainda, presente na bacia as subclasses: Gleissolos Melânicos - Solos com horizonte H hístico com menos de 40 cm de espessura ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico. Gleissolos Háplicos - Outros solos que não se enquadram em outras classes.
LATOSSOLO	Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. (SIBCS, 2013).
	Encontra-se na bacia, a subclasse: Latossolos Amarelos - Solos com matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Latossolos Vermelhos - Solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Fonte: Embrapa (2023).

A Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação, na escala de 1:70.000 (CPRM, 2018), feito pela Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral aponta que a região da bacia possui alta suscetibilidade a inundações, se constituindo de solos hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso, facilitando processos de inundação, enchente, solapamento de margem e assoreamento. Porém, outros setores, afastados dos cursos d'água, possui classe baixa no que refere a suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, constituído por arenitos, argilitos, conglomerados, calcários, margas e depósitos sedimentares recentes, com predominância do processo de erosão (CPRM, 2018).

Figura 3 – Solos presentes na área de estudo.



Fonte: Rossi e Kanashiro (2017).

Em função das características identificadas na área, apresenta-se a seguir uma análise desta a partir da concepção de alta, média e baixa bacia. De acordo com Plano Diretor do município, a alta bacia do Ribeirão do Curtume se encontra em zonas urbanas e zonas rurais, sendo: Zona de Proteção Ambiental (ZPA), Zona agrícola e Ambiental (ZAA) e Zona ambiental sustentável (ZAS). Correspondendo as Unidades geológicas: Unidade de xistos, Unidade de paragneisses e granitoides folheados tipo S.

Em função da litologia presente no alto curso da bacia, classifica-se o relevo como Morros Cristalinos (IPT, 1981), constituindo-se na Zona do Médio Vale do Paraíba.

A subzona de morros cristalinos é definida pelo IPT (1981), como montanhas complexas, dissecadas, antes aplainadas, que hoje está há cerca de 2000 m de altitude, que cai gradualmente para o limite ocidental, onde alcança cerca de 1400m (Almeida, 1964). Essa subzona dispõe-se ao redor da Bacia de Taubaté, emoldurando os relevos de colinas, os quais são constituídos principalmente por (IPT, 1981): Morros paralelos (244); Mar de morros (243) e Morrotes alongados paralelos (232). Neste caso, os Morros paralelos (244), ocorrem na parte alta da bacia em estudo, portando uma unidade da subzona de morros cristalinos caracterizada por topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos; vales fechados a abertos e planícies aluvionares interiores (IPT, 1981).

Por se localizar em relevo de morros e litologia resistente, a alta bacia é recoberta por Argissolos. Ainda, a Carta de Suscetibilidade aponta que a região do alto curso possui alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, e alta susceptibilidade a inundações, com solos moderadamente evoluídos e pouco profundos; e processos, como, deslizamentos, queda e rolamento de blocos, corridas, enxurradas, erosão.

Já a média bacia do Ribeirão do Curtume, se encontra em zonas urbanas e zonas rurais, sendo: Parte urbana - Zona mista (ZM); e na parte rural, Zona Agrícola Ambiental (ZAA). As litologias desta área correspondem à: Depósitos aluvionares, Formação Pindamonhangaba, Formação Tremembé e Formação Resende, recobertas por Latossolos.

No que se refere ao relevo, correspondendo à subzona das Colinas Sedimentares. As morfologias encontradas nesta subzona vão desde formas extremamente regulares e suavizadas como, as Colinas amplas (212) no baixo curso, até as Colinas pequenas com espigões locais (214), na parte média da bacia.

A bacia de Taubaté apresenta relevo de baixas chapadas e amplas colinas de perfis pouco inclinados, suavemente convexas, num conjunto topográfico geralmente harmonioso, que se abre ao caráter pouco consistente dos sedimentos. A montante de Tremembé é maior a amplitude local do relevo,

que pode alcançar quase uma centena de metros. Ali, ocorrem chapadas, sendo a mais notável a de São Jose dos Campos (onde tem 600m de altitude) que se estende para SE, elevando gradualmente, provavelmente em consequência do pendor das camadas, a 695m, junto a borda cristalina da Bacia (Almeida, 1964, p. 196).

As Coluna com espigões locais caracterizam-se por interflúvios sem orientação, com área inferior a 1km², topos aplainados e arredondados, ainda, vertentes ravinadas com perfis convexos e retilíneos (IPT, 1981). De acordo Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação (CPRM, 2018), a região de médio curso possui média suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, tendo, amplitudes de até 300m, solos moderadamente evoluídos e pouco profundos e apresentando possíveis processos, como, corridas, enxurradas, erosão.

Na baixa bacia do Ribeirão do Curtume tem-se Depósitos aluvionares e Formação Pindamonhangaba (Quadro 3). Em relação ao relevo do baixo curso, encontra-se uma subzona de Colinas Sedimentares, caracterizadas como colinas amplas, predominando interflúvios com áreas superiores a 4km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos e convexos, drenagem com baixa densidade, vales abertos e planícies aluviais (IPT, 1981).

De acordo com o mapeamento de Rossi e Kanashiro (2017), são encontrados Gleissolos Háplicos e Melânicos e Latossolos Amarelos (Quadro 4), cuja distribuição espacial é apresentada na Figura 3. A Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação (CPRM, 2018) aponta que a região de baixo curso possui alta suscetibilidade a inundações, constituído por planícies aluviais atuais, solos hidromórficos, com processos de inundação, enchente e assoreamento.

Deste modo, a baixa bacia do Ribeirão do Curtume se encontra em zonas urbanas e zonas rurais, sendo: Parte urbana – Zona de interesse ambiental (ZIA); Zona de conservação de várzea (ZCV), localizada no exutório do ribeirão e Zona estratégica ambiental (ZEA), localizada no Parque municipal.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é subsidiada metodologicamente em etapas, sendo de abordagem bibliográfica e documental, perfazendo o levantamento de dados da área de estudo e a pesquisa de campo. Nas referências bibliográficas se recorreu a pesquisadores(as) das áreas da Geoecologia, Geomorfologia e Planejamento Ambiental. Nesta seção são detalhados os procedimentos metodológicos utilizados para a elaboração dos variados mapeamentos realizados ao longo desse estudo, assim como as ferramentas usadas.

De início, foram mapeadas as características morfométricas do relevo por meio da declividade. Em seguida, foram mapeadas as feições do relevo, e, posteriormente, foram organizados os dados geológicos e pedológicos. Posteriormente, foram realizados os mapeamentos de uso e ocupação da terra. Logo depois, foram realizados os mapeamentos das Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal. Por fim, no último item desta seção, é detalhada a maneira como os dados foram analisados e correlacionados, visando uma análise integrada da área de estudo a partir dos dados já coletados, visando obter a Carta de Estado Geoecológico da bacia. Nesta pesquisa, se faz presente o uso do software QGis 3.21, com mapeamentos em escala de análise de 1:50.000, utilizando o sistema de coordenadas Universal Transverso de Mercator, Fuso 23 Sul, em Datum SIRGAS 2000.

Com base na metodologia de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), foram desenvolvidas as seguintes etapas, respectivamente:

- Organização: Definição da área de estudo, os objetivos da pesquisa e a escala utilizada.
- Inventário: Levantamento de informações sobre a área, sendo fundamental para a definição, classificação e cartografia das unidades físicas
- Análise: Realização do tratamento dos dados obtidos na fase de inventário, permitindo a caracterização das unidades físicas.

Na etapa inventário, houve a construção do banco de dados e o geoprocessamento, resultando em:

1. Base Topográfica: procedeu-se a digitalização manual da carta topográfica da bacia hidrográfica, na escala de 1:50.000, disponibilizada pelo DATAGEO que é responsável pela infraestrutura de dados espaciais ambientais do Estado de São Paulo;
2. Carta de Drenagem: Um recorte feito a partir da carta topográfica digitalizada, sobre os *shapefile* da bacia;
3. Carta Litológica: Obtida através do banco de dados do Serviço Geológico do Brasil, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em conjunto com Programa Nacional de Geologia e Universidade Federal do Rio de Janeiro, na escala 1:100.000;
4. Carta de Solos: Dados obtidos através do mapeamento pedológico de Rossi e Kanashiro (2017) 1:250.000 e 1:100.000;
5. Carta de Declividade: Extraída a partir das curvas de nível da base topográfica, classificadas em %;
6. Carta de Feições do Relevo: Delimitação manual de polígonos, classificando as vertentes, fundos de vale e topos, em escala 1:50.000;
7. Carta de Unidades Físicas: Sobreposição e correlação dos dados dos mapas de drenagem, pedológico e litológico, considerando como unidade espacial as feições básicas do relevo, em escala 1:50.000. Ainda, foi utilizado o mapeamento de declividade, considerando a declividade média de cada feição do relevo;
8. Carta de Uso da Terra: interpretação e classificação das imagens do satélite SENTINEL, *Google Earth Pro* e trabalhos de campo;
9. Carta de Áreas com Restrições Legais ao Uso da Terra;
10. Carta de Capacidade de uso e Carta do Estado Geoecológico.

4.1 Dados Litológicos

Para confecção do mapeamento das formações litológicas na área de estudo foi utilizada a base do banco de Geodados da CPRM, disponibilizadas no site GEOSGB (Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil – CPRM), na escala 1:100.000.

4.2 Dados Pedológicos

Para elaboração do mapeamento das classes pedológicas foram utilizados os dados apresentados por Rossi e Kanashiro (2017) em escala 1:250.000 e 1:100.000. Desta forma, os dados em *shapefile* trabalhados no QGIS foram extraídos através do portal DATAGEO.

Ao analisar e fazer a correlação dos dados, constata-se que a classe de solo Argissolo Vermelho Amarelo está associada às litologias: Granito, Filito e Biotita, com ocorrência de declividade ≤ 15 a $\geq 37\%$. As classes de solo Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Amarelo estão distribuídas nas litologias de Areia, Calcário, Conglomerado e Lamito, variando de ≤ 2 a $\geq 15\%$.

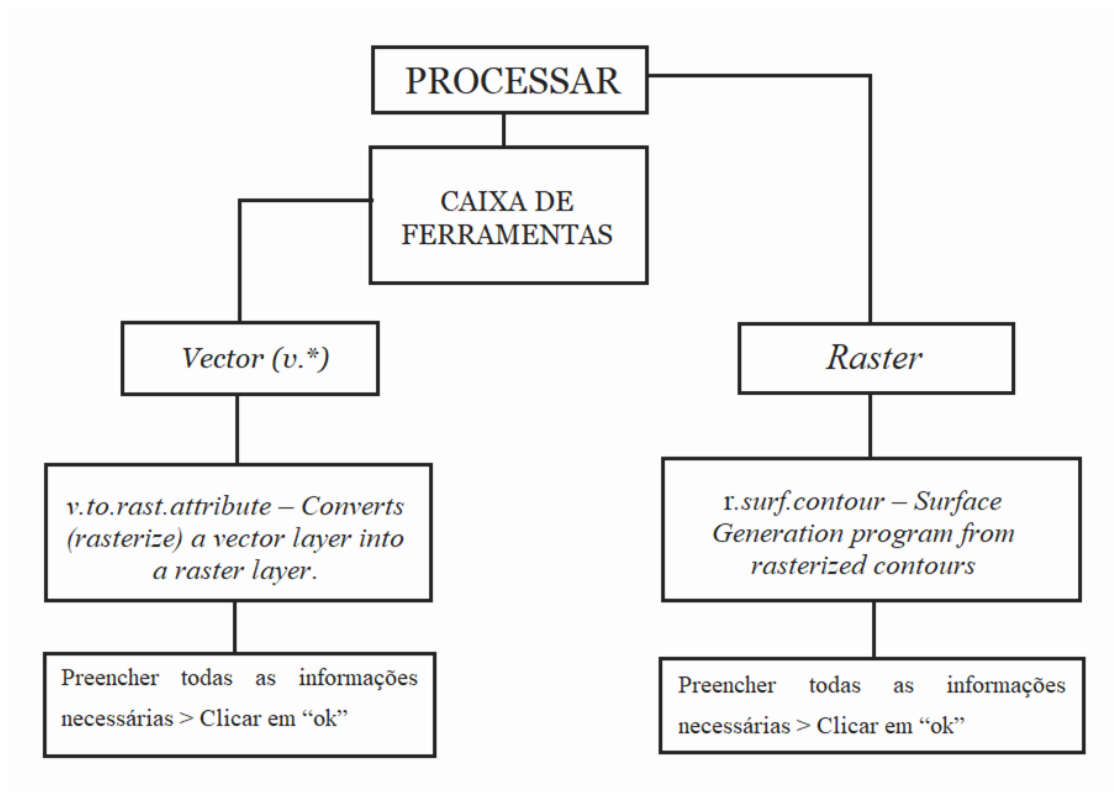
Gleissolo Melânico e Gleissolo Háptico são encontrados na área plana da Bacia, correspondendo aos depósitos aluvionares. As cores para a representação das classes pedológicas foram obtidas através da classificação brasileira de solos, elaborada pela EMBRAPA (2018), por meio das informações em RGB para cada uma das classes encontradas na área de estudo.

4.3 Carta de Declividade

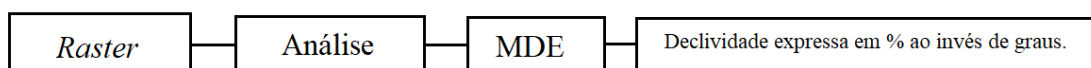
Conforme De Biasi (1970), a carta de declividade evidencia a inclinação real dos terrenos. Dito isso, compreende-se sua relevância para o planejamento ambiental e/ou urbano, podendo indicar limites em áreas rurais bem como estabelecer limitações a ocupação em áreas urbanas, a fim de evitar processos erosivos e movimentos de massa (De Biasi, 1992; Brasil, 2012; Zanatta, 2018).

De Biasi (1970) destaca que o cálculo da declividade para um terreno se dá em função do espaçamento entre curvas de nível, da equidistância da curva de nível e escala utilizada. Como a base topográfica foi digitalizada manualmente, foi necessário transformar as curvas de nível em Modelo digital de elevação (MDE) para realizar o cálculo da declividade.

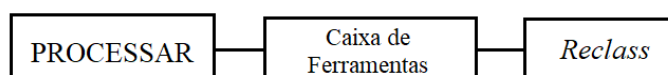
Assim, foi necessário transformar vector em raster. Em seguida, gerar o modelo de superfície a partir dos contornos rasterizados, conforme esquema abaixo.



Após essas duas etapas, vector > raster e raster > MDE, foi calculada a declividade. Para isso, utilizou-se a seguinte relação:



Posteriormente, foram criadas “as regras” para reclassificação do raster. Utilizou-se o algoritmo *reclass* do modulo sextante. Esse algoritmo realiza um fatiamento do raster de declividade.



No item “*File containing reclass rules*”, anexa e/ou cola o arquivo com as respectivas regras de reclassificação. Após execução da reclassificação dos arquivos, atribui-se os estilos aos arquivos raster, neste caso, sendo as cores utilizadas para a carta de declividade.

Quadro 5 – Hierarquização das classes de declividade

DECLIVIDADE (%)	CLASSIFICAÇÃO
0 a 2	1 Áreas sujeitas a inundações (Dent; Young, 1981)
2,001 a 5	2 Área urbano-industrial (BRASIL, 1979)
5,001 a 15	3 Área passível de emprego da mecanização na agricultura (Bitar, 2014)
15,001 a 30	4 Área de urbanização sem restrições (BRASIL, 1979)
30,001 a 37	5 Área limite para manejo florestal cde corte raso (BRASIL, 2012) e com restrições à urbanização (Lei Lehmann 6.766/79)
37,001 a 100	6 Terrenos com potencial aos movimentos de massa (Souza; Oliveira; Lupinacci, 2018)

Fonte: Autora (2022).

4.4 Carta de Feições do Relevo

Esta carta visa coletar informações a respeito da natureza do terreno, mapeando os setores que possuem características de emissão, transmissão e de concentração de fluxos de energia, matéria e informação (EMI) (Mateo Rodriguez *et al.*, 1995; Zanatta, 2018).

Utilizando a base cartográfica, foi feita a delimitação das sub-bacias, sendo traçadas linhas de cumeadas a partir dos interflúvios e linhas de caimento das encostas que segmentam várias seções a partir dos talwegues. A partir das linhas definidas, bem como sub-bacias foi feito um mapeamento manual das feições do relevo através da criação de uma camada *shapefile* com geometria em polígono, classificando cada forma de relevo, conforme Mateo Rodriguez *et al.* (1995), sendo, fundo de vale, vertente côncavas, convexas e retilíneas e topo.

4.5 Carta de Unidades Físicas

A organização da Carta de Unidade Físicas tomou por base o enfoque funcional de análise da paisagem, segundo a proposta de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004). Este enfoque busca o entendimento da funcionalidade das paisagens, a qual “se manifesta através dos mecanismos de absorção, transformação, saída de matéria, energia e informações que

garantam sua subsistência e produção.” (Mateo Rodriguez *et al.*, 1995, p. 96-97). Dessa maneira, as paisagens foram divididas segundo suas funções, em três categorias principais (Mateo Rodriguez *et al.*, 1995):

- As áreas emissoras são as áreas localizadas nos níveis mais elevados do terreno, como as unidades de topo, e cumprem a função de garantir os fluxos de Energia, Matéria e Informação (EMI) para as outras áreas.
- As áreas transmissoras localizam-se fundamentalmente nas áreas de vertentes e patamares, e possuem a função de assegurar o transporte dos fluxos de EMI das áreas mais elevadas para as áreas mais inferiores.
- As áreas coletoras localizam-se nas áreas de planícies aluviais e terraços, e possuem a função de acumular os fluxos de EMI, e a partir daí, transmitirem de forma concentrada e seletiva energia e matérias através dos canais fluviais, correspondendo aos fundos de vales.

Após isso, foi realizada uma hierarquização das classes de formas de relevo, assim como para os solos e para a litologia, avaliando o caráter de instabilidade das feições (da mais estável às mais instáveis). No caso das feições foram atribuídas cores as quais representam sua hierarquização: mais perigoso (vermelho) a menos frágil (verde), conforme Quadro 6, abaixo.

Quadro 6 – Cores atribuídas as Feições de Relevô

FEIÇÕES	CORES ATRIBUÍDAS
Fundo de vale	
Vertentes côncavas	
Vertentes convexas	
Vertente retilíneas	
Topo	

Fonte: Autora (2022).

Os solos foram hierarquizados (Quadro 7) conforme informações pedológicas encontradas no site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Assim, foram definidos: I) Latossolo – Em relevo acidentado apresentam restrição (caso Latossolo faixa Ib), não recomendado para uso agropecuário devido a erosão hídrica; em outras situações, principalmente em relevos mais planos, possui baixo risco de erosão; II) Gleissolo– possuem limitações agrícolas, risco de inundações e pouca suscetibilidade a erosão, mas a ocupação

urbana é desaconselhada; e III) Argissolo – suscetíveis a erosão em relevos acidentados, caso desta área de estudo, pouca capacidade de reter nutrientes devido ao menor teor de argila no horizonte A, além do terreno antigo em rochas cristalinas.

Já a litologia foi hierarquizada de “mais resistente a mais instável”, segundo informações litológicas encontradas no referencial utilizado, como, na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM); a análise utilizada para as classes também levou em consideração os demais dados físicos da bacia em questão. De acordo com a Carta de movimentos gravitacionais de massa e inundação de Pindamonhangaba (CPRM, 2018), a região litológica de gnaisses possui alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa; os setores dominados por filitos, rocha sedimentar fina, em áreas com Argissolo, demonstra média fragilidade, encontra-se na carta com classe de média instabilidade, por estarem também em relevos menos declivosos que os gnaisses; as áreas dominadas por granitos, rochas mais resistentes ao intemperismo, encontram-se em declividades médias e com presença de Argissolo, sendo classificados como de média instabilidade; os lamitos – rocha sedimentar recoberta por Latossolo, corresponde a baixa instabilidade ou maior resistência. Por fim, os setores com conglomerados, com Latossolos e em área plana atribuiu-se a menor instabilidade.

Quadro 7- Valores atribuídos a cada classe

CLASSES 1 mais resistente e 7 a mais frágil	LITOLOGIA	
1	Paleógeno – Formação Pindamonhangaba	Conglomerado suportado por matriz, Siltito, Argilito, Arenito conglomerático, Arenito
2	Paleógeno – Formação Tremembé	Calcário dolomítico, Folhelho, Argilito, Marga
3	Paleógeno – Formação Resende	Lamito, Diamictito, Conglomerado, Arenito
4	Neógeno – Depósitos Aluvionares	Areia, areia arcoseana
5	Neoproterozóico – Unidade de xistos	Filito, Sericita xisto
6	Neoproterozóico – Granitoides folheados tipo S.	Granito, Muscovita-biotita granito
7	Neoproterozóico – Unidade de paragneisses	Biotita gnaiss
CLASSES I mais estável a III menos instável	PEDOLOGIA	
Ia	Latossolo amarelo	
Ib	Latossolo Vermelho amarelo	
IIa	Gleissolo Melânico	
IIb	Gleissolo Háplico	
III	Argissolo vermelho amarelo	

Fonte: Autora (2022).

Após estudar e hierarquizar as classes, os vetores foram rasterizados para fazer a união e a reclassificação dos dados, o que possibilitou a “álgebra” de mapas. Os valores atribuídos a cada classe no processo de hierarquização foram somados, de forma a obter os maiores valores para as classes mais instáveis. Após isso, avaliou-se a declividade predominante de cada classe para definir as Unidades Físicas. Isso foi necessário já que a soma dos rasters com os dados de declividade geravam Unidades muito pequenas, as quais não seriam viáveis de ser analisadas na fase seguinte da pesquisa, quando do estabelecimento do estado ambiental, de acordo com a metodologia da Geoecologia da Paisagem. Os dados obtidos com a soma foram classificados de acordo com o método do quartil, sendo 5-9 Estável; 9-13 Pouco estável; 13-17 Instável; e <17 Muito instável, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Soma dos atributos de cada Unidade Física.

SIGLA²	FEICÕES	LITOLOGIA	PEDOLOGI	DECLIVIDAD	TOTA
			A	E	L
T1la	1	1	1	2	5
T1lb	1	1	2	1	5
T2la	1	2	1	1	5
R1la	2	1	1	2	6
T2lb	1	2	2	2	7
R1lb	2	1	2	3	8
F1la	5	1	1	1	8
CV1la	3	1	1	3	8
CC1la	4	1	1	3	9
R2lb	2	2	2	3	9
F2la	5	2	1	1	9
CV1lb	3	1	2	3	9
CV2la	3	2	1	3	9
CC2lb	4	2	2	2	10
CC1lb	4	1	2	3	10
CC2la	4	2	1	3	10
T5lb	1	5	2	2	10
F1lb	5	1	2	2	10
F2lb	5	2	2	1	10
R4la	2	4	1	3	10
R3lb	2	3	2	4	11
R4lb	2	4	2	3	11
F1IIb	5	1	4	1	11
CV2lb	3	2	2	4	11
CV4la	3	4	1	3	11
CC3lb	4	3	2	3	12
CC4la	4	4	1	3	12
R1III	2	1	5	4	12
F3lb	5	3	2	2	12
F4la	5	4	1	2	12
CV3lb	3	3	2	4	12
CV4lb	3	4	2	3	12
CC4lb	4	4	2	3	13
F1III	5	1	5	2	13
F4lb	5	4	2	2	13
F4IIa	5	4	3	1	13
CV1III	3	1	5	4	13
CC1III	4	1	5	4	14
T5III	1	5	5	3	14

² As letras iniciais em maiúsculo identificam a forma de relevo (T, R, CC, CV, F); a seguir o número, a litologia (1 a 7) e os algarismos romanos, seguidos de letras em minúsculo, os tipos de solos (Ia, Ib, IIa, IIb e III), conforme Quadro 7.

CV5Ib	3	5	2	4	14
CC5Ib	4	5	2	4	15
CC3III	4	3	5	4	16
T7III	1	7	5	3	16
CV4III	3	4	5	4	16
CC4III	4	4	5	4	17
R5III	2	5	5	5	17
F5III	5	5	5	2	17
CV5III	3	5	5	4	17
CC5III	4	5	5	4	18
R6III	2	6	5	5	18
F6III	5	6	5	2	18
T6III	5	6	5	3	19
F7III	5	7	5	2	19
CV6III	3	6	5	5	19
CC6III	4	6	5	5	20
R7III	2	7	5	6	20
CC7III	4	7	5	5	21
CV7III	4	7	5	5	21

Fonte: Autora (2022).

4.6 Carta de Uso da Terra

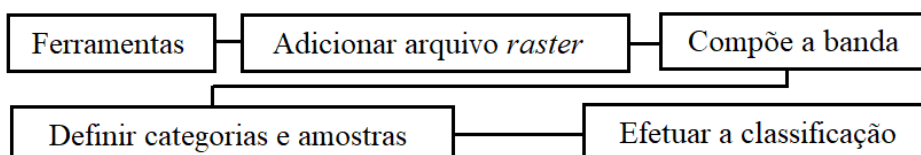
Segundo o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), o mapeamento de uso e ocupação da Terra é ferramenta importante no planejamento ambiental tanto na avaliação quanto no monitoramento da área, uma vez que possibilita a identificação de variáveis de classes de uso, em diferentes locais e épocas, como por exemplo, expansão de áreas urbanas e áreas agrícolas em direção as áreas consideradas de preservação permanente.

Assim, o mapeamento corresponde a uma representação simplificada de um dado da realidade com objetivo de fornecer uma análise de determinada característica do espaço geográfico. Para o IBGE (2013), a escala, fonte de dados, unidades de mapeamento e nomenclatura são fundamentais para um bom mapeamento. Neste trabalho, optou-se por seguir a proposta de Ceron e Diniz (1966), agrupando áreas com base em características de tamanho, forma, cor, textura e características do entorno.

O mapeamento se deu sobre as imagens digitais da EMBRAPA, obtidas através do satélite SENTINEL (2022), com resolução espacial de 10m. Inicialmente é necessário realizar a composição das bandas. Em geral, as imagens obtidas de satélites através de sensoriamento remoto estão separadas em diversas bandas, de acordo com o comprimento de onda de cada

sensor. A combinação destas bandas deve ser feita de acordo com o estudo a ser realizado e as características da superfície terrestre que precisam ser destacadas. Deste modo, foi utilizado composição Falsa Cor 1 e 2, RGB 8/4/3 e 4/8/3.

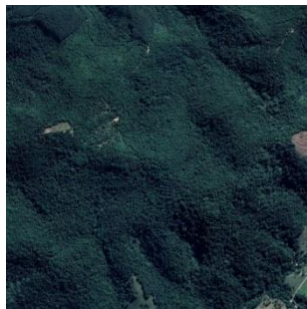
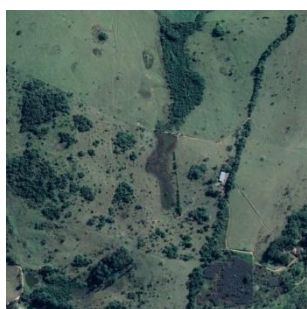
Para o processo de elaboração das classes de uso e ocupação usou-se o recurso do QGIS, - *Semi-automatic classification plugin*. Este complemento possibilita a classificação de *pixel* a *pixel*.



A partir da composição das bandas, interpretação das imagens e classificação supervisionadas com todas as classes identificadas, foram feitos os ajustes finais, como cor, legenda e soma das classes. A organização da legenda foi elaborada com base no IBGE (2013), assim como a definição das cores para cada classe de uso, como apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 – Classes de Uso da Terra

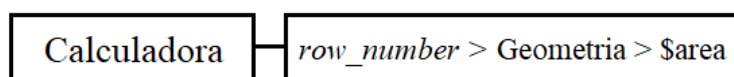
GRUPO	SUBGRUPO	RGB	IMAGENS ORBITAIS
1 Áreas antrópicas não agrícolas	1.1 Área urbanizada	255/168/192	
2 Áreas antrópicas agropecuárias	2.1 Lavoura temporária (Plantio)	255/255/0	

	2.2 Pastagem	205/137/0	
	2.3 Silvicultura (eucalipto)	205/173/0	
3 Área de vegetação natural	3.1 Vegetação Florestal (Ombrófila densa)	115/168/0	
	3.2 Vegetação campestre/herbácea	214/255/168	
4 Água	4.1 Corpos d'água	153/194/230	

5 Outras áreas	5.1 Solo exposto	178/178/178	
----------------	------------------	-------------	---

Fonte: Autora (2022).

Por fim, foi quantificada a área de cada polígono (cada classe), por meio da Calculadora de Campo, disponibilizada no QGIS, utilizando a função que segue.



Como resultado foi elaborado uma carta de uso e ocupação da terra para a bacia do Ribeirão do Curtume para o ano de 2022, com base em imagens obtidas no SENTINEL, com a finalidade de verificar quantitativamente a porcentagem do uso da terra na região de estudo a partir das classes temáticas definidas no trabalho.

4.7 Carta de Áreas com Restrições Legais ao Uso da Terra

Este documento cartográfico identifica terrenos que, segundo leis federais e municipais, não devem ser submetidas ao uso da terra, visando a proteção dos recursos naturais.

A Lei N° 12.651/12 que dispõe sobre a proteção de vegetação nativa, conhecida popularmente como novo código florestal, entre outras providências, estabelece a delimitação de áreas de preservação permanente (APP), incluindo faixas marginais de cursos d'água, nascentes, vertentes com mais de 45° de inclinação, entre outras localidades (BRASIL, 2012). Ainda, estabelece áreas de Reserva Legal dentro das propriedades particulares, variando de 80% de Reserva Legal para propriedades localizadas na Amazônia Legal, 35% no cerrado e 20% em demais áreas, incluindo áreas de mata atlântica (BRASIL, 2012). De acordo com a própria LPVN (Lei de Proteção a Vegetação Nativa) Áreas de Preservação Permanente trata-se de

[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade

geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012).

Dito isto, para o mapeamento de restrições legais de uso (APP) foram utilizadas as diretrizes estabelecidas pela Lei N° 12.651/1212. Seguindo a lei, foram mapeadas usando *shapefile* em formato de polígonos: 30 metros de preservação para faixas marginais dos cursos d'água com até 10 metros de largura; 50 metros de preservação para faixas marginais dos cursos d'água de 10 - 50 metros de largura; 50 metros de raio de área no entorno das nascentes; e áreas cuja declividade é igual ou superior a 45° (100%) de inclinação (Brasil, 2012).

Para esta delimitação por meio de *shapefile* das APP's de 30 e 50 metros de preservação para faixas marginais de cursos d'água, foi utilizada a ferramenta Amortecedor, disponibilizada na barra de ferramentas do QGis. Esse algoritmo calcula uma área de buffer para todas as feições em uma camada de entrada, usando uma distância fixa ou dinâmica (escolhida pelo usuário).

Deste modo, permite a criação de um polígono constante de 30 metros para a faixa marginal de todos os cursos d'água da bacia, exceto o exutório Rio Paraíba do Sul. Possuindo mais de 10m de largura, conforme lei - a delimitação das faixas marginais de proteção, rios entre 10 - 50m de largura, devem ter faixas de 50m de largura em cada margem. O mesmo procedimento foi realizado para a delimitação das APP's de 50 metros de raio no entorno das nascentes.

Os dados referentes a áreas de Reserva Legal, foram obtidas através do Cadastro Ambiental Rural (CAR), disponível de forma online através da plataforma federal SICAR – Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. Através da plataforma, foi feito o download dos *shapefile* em formato de polígono referente a área de Reserva Legal declarada por cada proprietário rural. Por fim, foram quantificadas as áreas de APP e de Reserva Legal que não apresentam vegetação nativa, a partir do cenário de 2022.

A Lei N° 6.766/79, dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e áreas com restrição a urbanização, não permitindo o parcelamento do solo urbano em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas de autoridades competentes. Também exclui o parcelamento de solo urbano em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas. Para esta delimitação, foi utilizada carta de declividade, obtendo um recorte de áreas com < 2% - Áreas de possível inundação e Áreas com declividade maior de 30%, ressaltando que áreas com 45 graus, estão sobrepostas aos 30%.

4.8 Carta de Capacidade de Uso e do Estado Geoecológico

Para a elaboração da Carta de Estado Geoecológico, tomou-se por base, inicialmente, as informações das unidades físicas a fim de identificar a capacidade de uso, de cada unidade (Anexo 1 - Quadro de Estado Geoecológico). Para Leal (1995, p.98), a capacidade de uso “refere-se ao tipo de uso e ocupação que pode ser exercido na unidade física sem alterar significativamente suas características originais e sem provocar impacto ambiental negativo.”

Assim, por exemplo, em áreas sem identificação de processos erosivos, com declividade de 5-15%, com Latossolo Vermelho, são necessárias apenas medidas conservacionistas e edáficas, para manter a fertilidade dos solos (ainda mais por se tratar de latossolos) e a infiltração de águas das chuvas, diminuindo o escoamento superficial a jusante, não havendo, assim, grandes restrições ao uso. Já, quando se trata das vertentes convexas ou retilíneas, com declividade de 15-30%, são necessárias combinações entre técnicas conservacionistas, edáficas e usos que oferecem melhor proteção ao solo, como a silvicultura em terraços agrícolas.

As unidades que apresentam declividade de 30 -37%, em vertentes concavas, com Argissolo, devido ao alto risco do desenvolvimento de processos denudativos, por serem legalmente protegidas, não devem ser alteradas, devem ser preservadas em suas características de cobertura superficial natural.

Em síntese, a partir deste raciocínio, com base em Zanatta (2014), foi elaborada a Carta de Capacidade de Uso, distinguindo as áreas em: baixa, média e alta restrição ao uso (Anexo A), com as seguintes recomendações:

- Baixa restrição ao uso: Necessário medidas conservacionistas.
- Média restrição ao uso: Necessário técnicas conservacionistas e coberturas que ofereçam boa proteção ao solo.
- Alta restrição ao uso: Necessária a preservação da vegetação primitiva.

O mapeamento da capacidade de uso foi comparado à Carta de uso da Terra de 2021. Desse modo, foi possível identificar adequações e conflitos entre a capacidade e o uso efetivo (Anexo A), o que gerou, em alguns casos, a subdivisão das unidades físicas, criando 76 unidades no mapeamento final. Tais unidades foram ainda classificadas em: Adequado e Compatível, Adequado e Incompatível, Inadequado e Compatível e Inadequado e Incompatível

As unidades foram classificadas como Compatível quando a capacidade de uso e o uso atual da terra estão adequados, apresentando APP com vegetação nativa. Enquanto, o caráter Incompatível refere-se à padrões de uso da terra que não condizem com a capacidade de uso ou ainda quando as áreas de APP's não são respeitadas.

As classificações de Adequado e Inadequado estão associadas a Legislação Ambiental vigente. APP's quando acompanhadas de cobertura vegetal, que ofereça proteção aos recursos hídricos e solos, considera-se como Adequado. Agora se a cobertura atual rompe esse equilíbrio, como pastagem em APP, por exemplo, o uso é taxado como Inadequado.

A partir destes dados foi possível definir o estado geoecológico de cada unidade. Leal (1995) definiu estado geoecológico como a “situação ambiental das unidades após alterações e transformações provocadas em suas características originais pelas ações humanas” (Leal, 1995, p.96). Com base em Mateo Rodriguez (1994), classificou as unidades em:

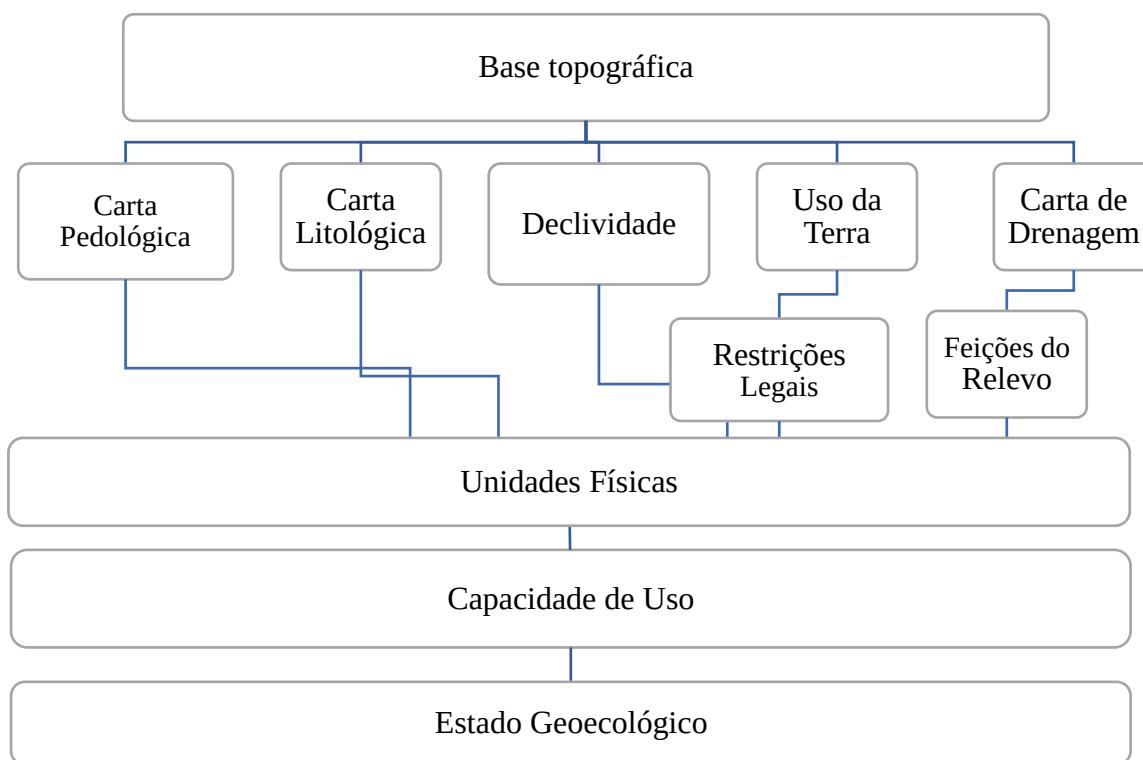
- Otimizado: áreas que apresentam relação compatível e adequada entre a capacidade de uso e a função socioeconômica, acrescidas de medidas de proteção e conservação. Áreas que preservem vegetação nativa, sendo APP ou não., e não apresentam processos denudativos que comprometem a estabilidade dos terrenos;
- Compensado: Para áreas que apresentam relação compatível entre capacidade de uso e função socioeconômica, com boa qualidade de infraestrutura urbana ou áreas que possuem estabilidade dos processos erosivos. O uso atual está de acordo com a capacidade de uso e não há desrespeito a legislação ambiental vigente.
- Alterado: Áreas que demonstram relação incompatível entre capacidade de uso e função socioeconômica, estando essas degradadas devido a desmatamentos, arruamentos a favor do declive, aceleração dos processos erosivos etc. Uso atual não está de acordo com a capacidade de uso e/ou o padrão de uso atual não obedece ao estabelecido pela legislação ambiental vigente.
- Esgotado: Foi atribuído para áreas com relação incompatível e inadequada entre a capacidade de uso e função socioeconômica, como áreas fortemente erodidas, desmatadas e poluídas. Áreas com erosões identificadas ou áreas de potencial para inundação, onde não há possibilidade de o ambiente retornar a seu estado original.

Na área estudada, quando o estado geoecológico se encontra Otimizado, as unidades físicas apresentam cobertura vegetal nativa preservada. Nessa classe, os solos encontram-se devidamente protegidos, havendo maior biodiversidade.

No Compensado, as unidades físicas foram alteradas de acordo com a restrição ao uso e uso atual. As modificações do ambiente e coberturas superficiais, estabelecem pequena possibilidade de desenvolvimento de impactos negativos. Nas áreas Alteradas, as modificações das unidades físicas não estão adequadas com sua capacidade de uso, estabelecendo um estágio de degradação do ambiente, com chances de evoluírem para esgotado.

No Esgotado, a possibilidade de o ambiente voltar ao seu estado original é difícil de ser atingido. A recuperação dessas áreas exige uma combinação de técnicas conservacionistas, mitigadoras, investimento e cuidados mais específicos para que as erosões cessem seu desenvolvimento. No entanto, não há possibilidade desses ambientes retornarem ao seu estado original, visto que uma nova forma de relevo já foi estabelecida (Zanatta, 2014).

A partir das classes e critérios definidos, realizou-se o mapeamento na escala de 1:50.000, com a criação de novas camadas vetoriais, utilizando os limites das unidades físicas e, quando necessário, criando polígonos em função do uso da terra. Para isso, foi utilizada a sistemática técnica de Zanatta (2014) e as cores das unidades buscaram obedecer ao sistema semafórico, colocando tons de vermelho para unidades esgotadas e tons de verde para unidades otimizadas, isto é, com melhores condições ambientais. O mapeamento foi realizado utilizando o software QGis versão 3.20. Todo processo de mapeamento, foi resumido no esquema abaixo.



5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção está dividida em duas partes, com o objetivo de facilitar a compreensão das análises realizadas. Vale ressaltar que, apesar da divisão em partes, muitas vezes ao longo da leitura, serão necessárias interações entre as temáticas apresentadas.

Na subseção 5.1 é apresentada a síntese dos dados físicos, com os resultados obtidos pelos processos metodológicos para interpretação e construção da análise espacial da bacia hidrográfica do Ribeirão do Curtume. Ainda, ao final deste subitem, apresentam-se os dados de uso da terra e as restrições legais que limitam tal uso.

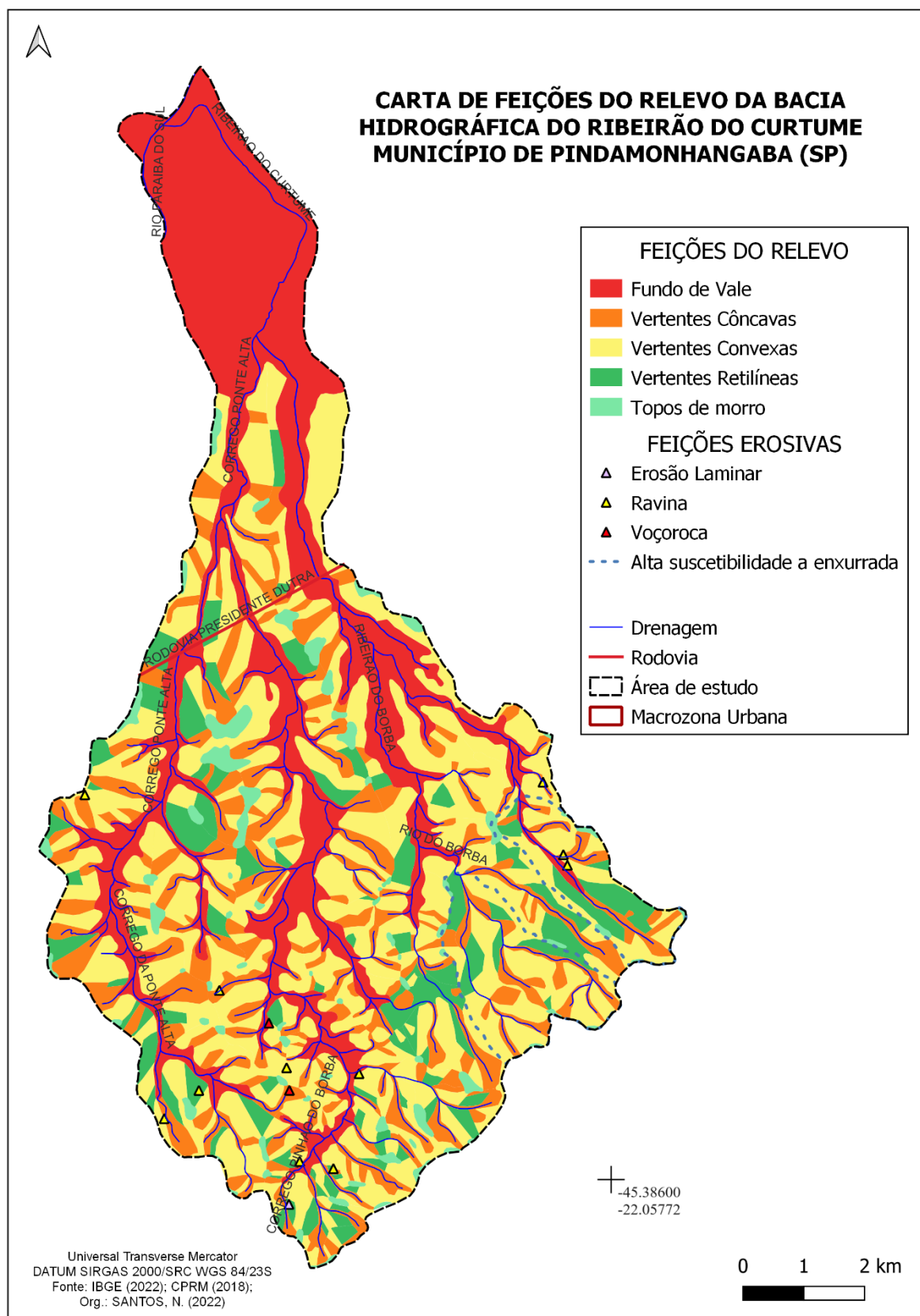
A posteriori, na subseção 5.2, nomeada “O estado geoecológico”, são apresentados resultados e discussões a partir do mapeamento realizado, buscando revelar e discutir os impactos ambientais existentes e apontar para medidas visando amenizar seus efeitos.

5.1 As Unidades Físicas, o Uso da Terra e as Restrições Legais

Para a construção das unidades físicas, foi necessário identificar as feições básicas do relevo, de acordo com o proposto por Leal (1995). Assim, foram mapeadas as formas de vertentes (côncavas, convexas e retilíneas), os topos e os fundos de vale por meio da interpretação das curvas de nível (Figura 4). Segundo Cunha (1991), o perfil de uma encosta está relacionado a variação da sua declividade ao longo de sua extensão, sendo que as encostas de perfil retilíneo na declividade se mantêm constante ao longo de sua extensão, as de perfil convexo, tende a diminuir e, nas de perfil côncavo, a declividade tende a crescer, com o aumento da altura na encosta. Estas observações teóricas condizem grandemente com os terrenos que compõe a bacia.

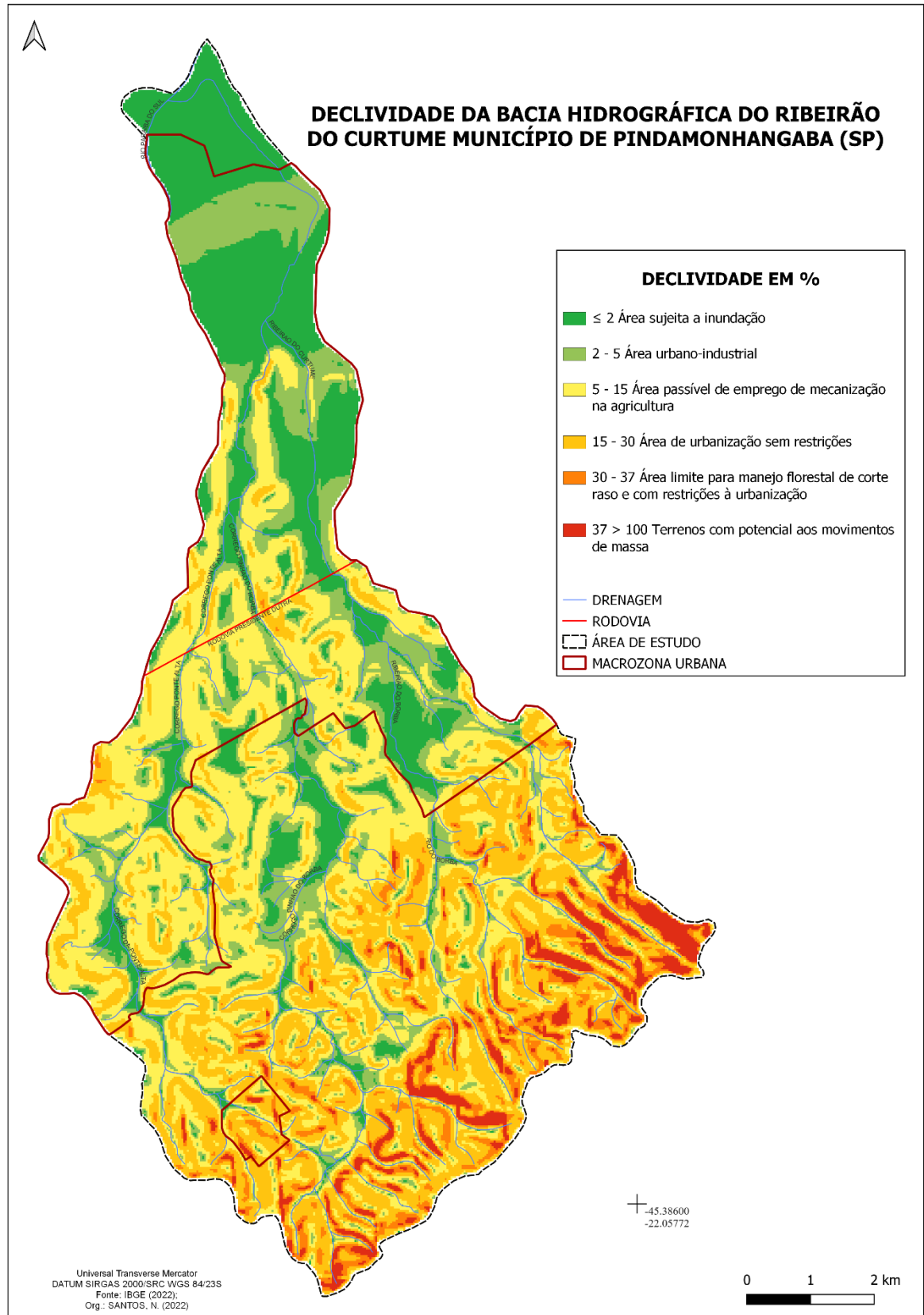
Ao analisar a carta de feições de relevo (Figura 4), as feições fundo de vale estão localizadas nas áreas de menor declividade, sendo o ponto mais baixo de um relevo acidentado por onde escoam as águas das chuvas. Forma uma calha e recebe a água proveniente de todo seu entorno e de calhas secundárias. Partindo desse princípio, as nascentes normalmente se encontram em vertentes côncavas, mais erodidas e onde acumulam água. Os topos estão em maior altitude, entretanto em menores declividades (Figura 5). As vertentes estão espalhadas em toda área de estudo, porém as vertentes retilíneas estão localizadas em maior parte ao Sul da bacia hidrográfica, onde há maior declive. As áreas da bacia com maior declividade, pertencem aos terrenos antigos de formação proterozóica.

Figura 4 – Carta de feições do relevo da área de estudo.



Fonte: Autora (2022).

Figura 5 – Carta de declividade da bacia hidrográfica estudada.



Fonte: Autora (2022)

Segundo Amorim (2007), a carta de unidades físicas possibilita a “identificação de áreas susceptíveis à ocorrência de processos naturais [...], em decorrência das características físicas da paisagem.” (Amorim, 2007, p. 71)

O inventário de informações e dados possibilitou a compilação cartográfica, gerando o mapa síntese das unidades físicas como resultado. Desta maneira, dando peso inicial para cada feição do relevo separaram-se os setores por litologia, pedologia e declividade como, por exemplo: vertentes côncavas, em litologia biotita gnaiss, com Argissolo Vermelho-Amarelo e declividade > 30%. Essa geometria de vetores resultou em 58 unidades físicas, sendo 8 unidades nas áreas de topo; 14 nas vertentes côncavas; 13 nas vertentes convexas; 10 nas vertentes retilíneas; e 13 nos fundos de vale.

Dentre as quatro classes definidas com base na soma dos valores atribuídos as feições e características físicas, obteve-se 13 unidades Estáveis; 24 - Pouco estáveis; 11 – Instáveis e 10 - Muito instáveis (Quadro 9).

Quadro 9 – Classificação de instabilidade das unidades físicas identificadas na área de estudo

CLASSIFICAÇÃO DE ESTÁVEL A MAIS INSTÁVEL		
UF SIGLA	VALOR	UF DESCRIÇÃO
T1la	5	Topo em Conglomerado com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
T1lb	5	Topo em Conglomerado com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 0 - 2%.
T2la	5	Topo em Calcário Dolomítico com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 0 - 2%.
R1la	6	V. Retilínea em Conglomerado com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
T2lb	7	Topo em Calcário Dolomítico com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
R1lb	8	V. Retilínea em Conglomerado com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
F1la	8	F. Vale em Conglomerado com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 0 - 2%.
CV1la	8	V. Convexa em Conglomerado com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
CC1la	9	V. Concava em Calcário dolomítico com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
R2lb	9	V. Retilínea em Calcário dolomítico com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
F2la	9	F. Vale em calcário dolomítico com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 0 - 2%.
CV1lb	9	V. Convexa em Calcário dolomítico com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
CV2la	9	V. Convexa em Calcário dolomítico com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
CC2lb	10	V. Côncava em Calcário dolomítico com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
CC1lb	10	V. Côncava em Conglomerado com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.

CC2la	10	V. Côncava em Calcário dolomítico com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
T5lb	10	Topo em Conglomerado com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
F1lb	10	F. Vale em Conglomerado com Latossolo vermelho amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
F2lb	10	F. Vale em calcário dolomítico com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 0 - 2%.
R4la	10	V. Retilínea em areia com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
R3lb	11	V. Retilínea em Lamito com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
R4lb	11	V. Retilínea em areia com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
F1Ib	11	F. Vale em Conglomerado com Gleissolo Háplico, com declividade predominante 0 - 2%.
CV2lb	11	V. Convexa em Calcário dolomítico com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
CV4la	11	V. Convexa em areia com Latossolo amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
CC3lb	12	V. Côncava em Lamito com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
CC4la	12	V. Côncava em areia com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
R1III	12	V. Retilínea em Conglomerado com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
F3lb	12	F. Vale em Lamito com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
F4la	12	F. Vale em areia o com Latossolo Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
CV3lb	12	V. Convexa em Lamito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
CV4lb	12	V. Convexa em areia com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
CC4lb	13	V. Côncava em areia com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
F1III	13	F. Vale em Conglomerado com Argissolo, com declividade predominante 2 - 25%.
F4lb	13	F. Vale em areia com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
F4IIa	13	F. Vale em areia com Gleissolo Melânico, com declividade predominante 0 - 2%.
CV1III	13	V. Convexa em Conglomerado com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
CC1III	14	V. Côncava em Conglomerado com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
T5III	14	Topo em Filito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
CV5lb	14	V. Convexa em Filito com Argissolo vermelho amarelo, com declividade predominante 30 - 37%.
CC5lb	15	V. Côncava em Filito com Latossolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
CC3III	16	V. Côncava em Lamito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
T7III	16	Topo em Biotita com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
CV4III	16	V. Convexa em Filito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 30 - 37%.
CC4III	17	V. Côncava em areia com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
R5III	17	V. Retilínea em Filito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 30 - 37%.
F5III	17	F. Vale em Filito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
CV5III	17	V. Convexa em Filito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 30 - 37%.

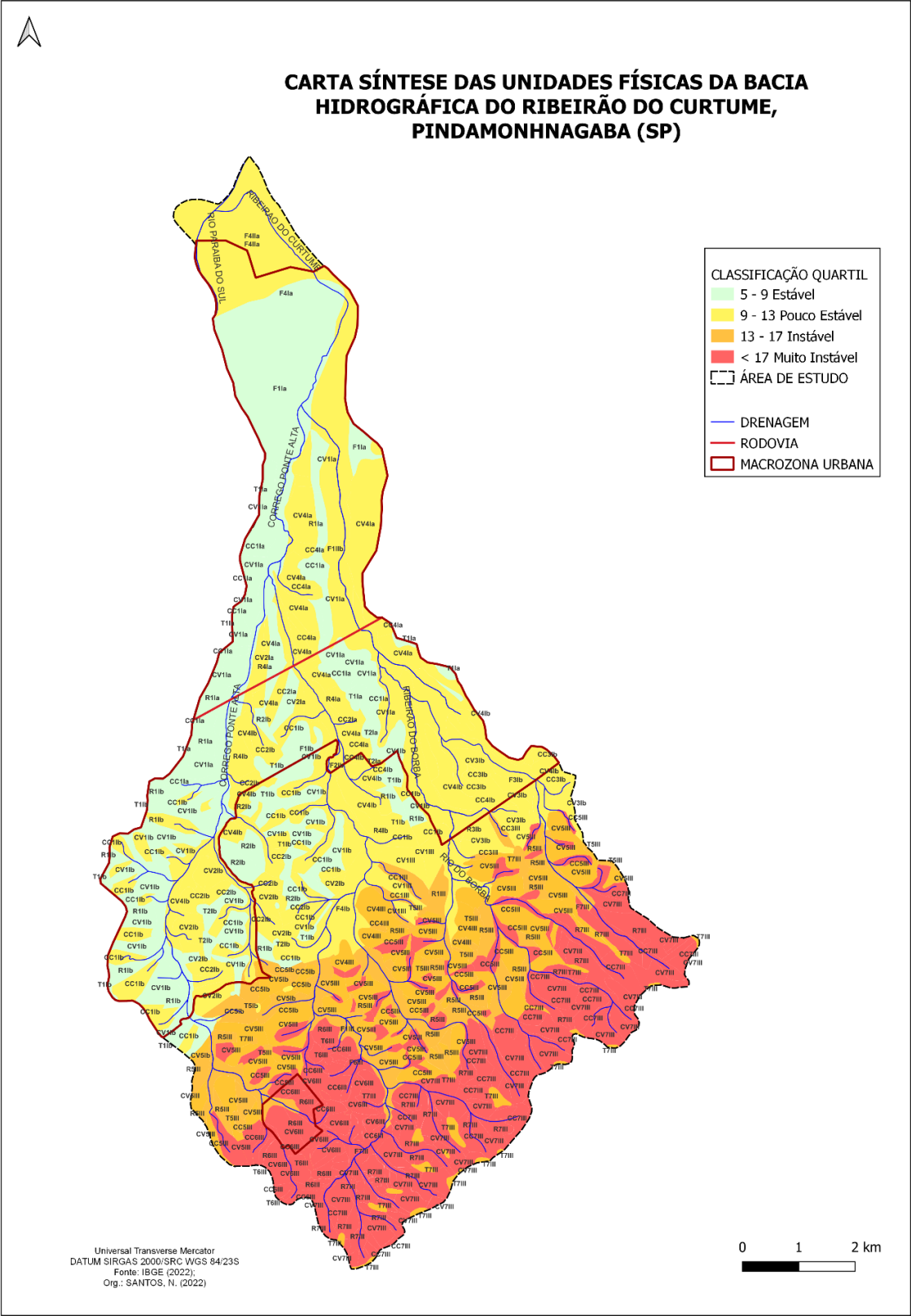
CC5III	18	V. Côncava em Filito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 15 - 30%.
R6III	18	V. Retilínea em Granito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 30 - 37%.
F6III	18	F. Vale em Granito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
T6III	19	Topo em Granito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 5 - 15%.
F7III	19	F. Vale em Filito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 2 - 5%.
CV6III	19	V. Convexa em Granito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 30 - 37%.
CC6III	20	V. Côncava em Granito com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 30 - 37%.
R7III	20	V. Retilínea em Biotita com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante > 37%.
CC7III	21	V. Côncava em Biotita com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 30 - 37%.
CV7III	21	V. Convexa em Biotita com Argissolo Vermelho Amarelo, com declividade predominante 30 - 37%.

Fonte: Autora (2022).

Na área da bacia (Figura 6) entre a Rodovia e o Rio Paraíba do Sul, predomina o uso urbano (Figura 7). As unidades são classificadas como estáveis em função da topografia plana, com relevo vinculado a deposição fluvial, terraços e planícies. Possuindo declividade de 2-5% nas unidades estáveis, sendo área urbano-industrial, e de 5 -15% em unidades em laranja, consideradas áreas de passível emprego da mecanização na agricultura. Nos declives de 0 – 2%, tem-se Depósitos aluvionares, recobertos tanto por Latossolos Amarelo como, no leito do rio, por Gleissolos. São consideradas áreas sujeitas a inundação, portanto, não recomendadas para uso urbano. Como consequência da interseção da litologia de Formação Pindamonhangaba e Formação Tremembé e declividade, os solos mais desenvolvidos, no caso o Latossolo se estrutura na parte plana da bacia.

Ao que corresponde a área de drenagem do Córrego Ponte Alta, à Oeste, no setor de alto curso, tem-se unidades instáveis, como, T6III, CC5III, R7III, CV5III, CV6III e R6III, com vertentes convexas, concavas e retilíneas. Estas unidades caracterizam-se com suas nascentes principais em granito e o restante do alto curso em filito, com presença de Argissolo Vermelho Amarelo. Devido à combinação do relevo, declividade de 30 a 37%, litologia e solo, tem-se um setor com bastante instabilidade. Concomitante a isso, a Lei Federal 6766/79 estabelece que: “em áreas com declividade acima de 30% (15°) não será permitido o loteamento do solo”. As vertentes convexas, que ocupam a maior parte da área, são típicas de uma bacia em clima úmido. Assim, a estrutura cristalina desta área (Granito e Filito), geram morros de vertentes predominantemente convexas, que dispersam o escoamento superficial da água, colaborando para a instabilidade.

Figura 6 – Carta síntese das Unidades Físicas em grau de instabilidade.



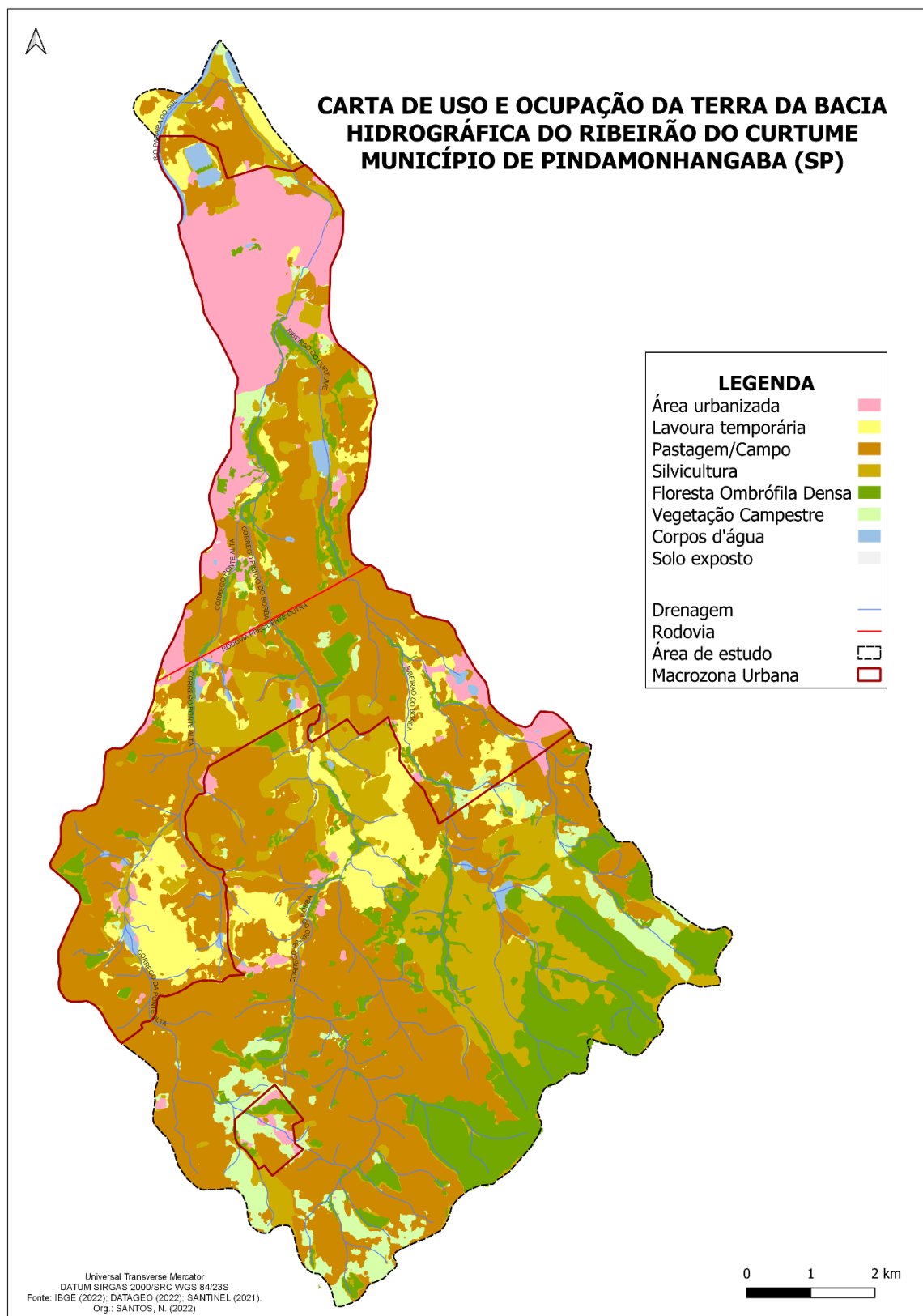
Fonte: Autora (2022).

No setor do córrego Ponte Alta à Oeste, em médio curso, destacam-se as unidades pouco estáveis, como CC1lb, R1lb, CC2lb, CV1lb, T1lb, T2lb, CC4lb e CV2la. Estas unidades encontram-se em maior parte sobre vertentes côncavas, sustentadas por calcário de Formação Tremembé, com uso de pastagem e agricultura. Em virtude da declividade variando de 0 a 15% constituem-se áreas passíveis de mecanização agrícola, com presença de Latossolos Vermelho Amarelo. Os Latossolos são solos bem desenvolvidos, possuem um elevado grau de intemperismo, são muito profundos e com perfil homogêneo. Assim, com o relevo menos movimentado, com menores declividades, em litologia de Depósitos aluvionares e Formação Pindamonhangaba, os Latossolos encontram condições para se desenvolver.

Na parte do alto curso do córrego Pinhão do Borba, a Sudeste, é encontrada formação litológica em biotita, gnaiss e filito, que possuem grande resistência a processos intempéricos por se tratar de rochas mais resistentes. Trata-se de uma área com muitos canais, com predominância de vertentes concavas. As vertentes que apresentam configuração côncava ou que possuem segmentos côncavos em sua seção, por serem zonas de convergência de fluxo de água e por possuírem material disponível para a mobilização, são as mais favoráveis à ocorrência (Fernandes; Amaral, 1996).

Com declividade de 30 a 37%, apresentam unidades como CV7III, CV5III, T7III, CV6III, R7III, CC5III, T6III e R5III, classificando-o como um setor muito instável. São nítidos os vales estreitos, considerados verdadeiros corredores, pois há dificuldade dos rios em erodir as rochas e assim escavar os vales. Devido as suas características de formação e desenvolvimento pedológico, os Argissolos, neste caso, não se desenvolvem muito por se encontrarem em terrenos declivosos e possuindo maior susceptibilidade a processos erosivos.

Figura 7 - Carta de USO da Terra no cenário de NOV/2022



Fonte: Autoras (2022).

Já no médio e baixo setor drenado pelo curso do córrego Pinhão do Borba encontram-se as unidades, CV4III, R4lb, CV1lb, F21lb, CC1III, CC1lb, F1lb, CV4la e R4la. Com declividade de 0 - 2 % nos fundos de vales e de 15 – 30% no entorno do Córrego, na área domina o uso agropecuário, portanto, considerado como pouco estável. Apresenta topos mais extensos em declives amenos, em função dos vales mais abertos. Com base litológica de conglomerados, vinculados a Formação Pindamonhangaba, este setor de médio e baixo curso é recoberto predominantemente por Latossolos Amarelos e Vermelhos Amarelos. Os Argissolos são registrados nas unidades com maior declividade. Neste setor os vales são mais amplos, pois, correspondem a litologias menos resistentes – siltito, calcário dolomítico e areia – facilitando a erosão através da drenagem.

Dentro do setor a Leste, tem-se a área drenada pelo Ribeirão do Borba, com predominância de fundos de vale, com unidades CC4lb, CV4lb, CV3lb, F3lb, F1lb e T1la. Apresenta uso da terra vinculado as atividades agropecuárias, sendo considerado um setor pouco estável, com Latossolo Vermelho Amarelo e Amarelo. Os fundos de vale são caracterizados com menor declividade, em área plana, correspondendo ao leito do rio, abarcando valores de ≤ 2 chegando a 5% de declive.

A área drenada pelo Rio do Borba é classificada com um setor muito instável, com a presença de unidades como CC4III, R5III, CC5III, R7III, T5III, CV7III, CC4III e CC7III. A área de drenagem do curso d'água se encontra em vertente côncava, aumentando o potencial de erosão, tendo em visto a formação litológica em biotita e gnaiss e 15 –30% ou > 37% de declive; são áreas impróprias para construção e perigosas devido a declividade, recobertas por vegetação nativa, sustentadas por Argissolos Vermelho Amarelo. Os topos possuem uma declividade variada já que muitos destes se caracterizam como linhas de crista, estreitos e rodeados por vertentes íngremes.

Os topos localizados ao Sul correspondem a Serra do Quebra Cangalha, contraforte da Serra do Mar. Conforme Ab'Saber (2003), trata-se dos Domínios de mares de morros, formados a partir de estruturas conhecidas como escarpa de falha. A Serra do Mar pertence ao cinturão orogenético do Atlântico (ROSS, 1997), formando cadeias montanhosas, mas que, em função da idade, foram alterados pela erosão. Portanto, tem-se topos de uma estrutura geológica antiga e intensamente desgastadas por agentes erosivos, em rochas do tipo granito, biotita, gnaiss e filito. Com a presença de Argissolo, esta área apresenta susceptibilidade à processos erosivos devido a sua relação textural, o que implica em diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais.

Por fim, no setor de drenagem do Ribeirão do Orvalinho, têm-se as Unidades: CC7III, CC5III, R7III, T5III, R5III, T7III e CV7III, com declividades de 30 a 37% ao sul e declividade de 5 – 15% ao norte. Toda área do ribeirão encontra-se recoberta com vertentes retilíneas e concavas, com poucos canais fluviais, sobre biotitas e filitos, teoricamente dificultando a erosão. Entretanto em virtude do declive alto, este setor é classificado como uma área instável. As feições de vertentes retilíneas, encontradas ao sul, são classificadas entre > 37%, com algumas variando entre 30% a > 37% (Figura 5). As vertentes retilíneas mencionadas estão nas Unidades de paragneisses e de xistos. A declividade das vertentes côncavas estão entre 15 – 30%, como na unidade CC5III, e 30 – 37%, conforme CV7III.

Convém ainda avaliar o contexto geral de uso da terra da bacia, o qual constitui-se em um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço (Rosa, 2009). Assim, a Tabela 2 apresenta uma síntese geral de tais padrões.

Tabela 2 – Classes de uso e ocupação da terra presentes na área de estudo

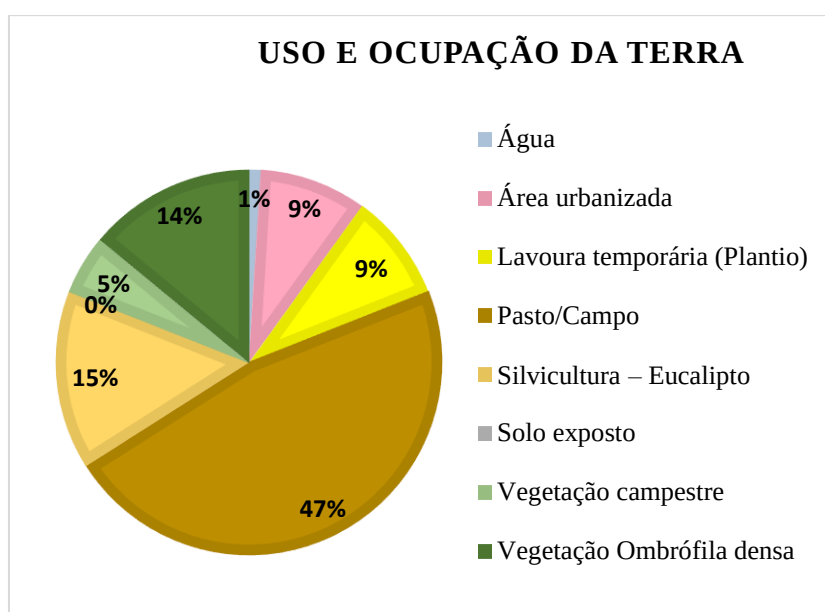
CLASSE	HECTARE	%
Solo exposto	0.90	0
Área urbanizada	793.86	9
Silvicultura – Eucalipto	1333.00	15
Vegetação Ombrófila densa	1216.00	14
Água	104.00	1
Vegetação Campestre	463.81	5
Pasto/Campo	4135.41	47
Lavoura Temporária (Plantio)	767.69	9
TOTAL	8814.67	100%

Fonte: Autora (2022).

Dentre as oito classes definidas com base na análise das imagens orbitais, a que mais se destacou foi a pastagem. As áreas de pastagem apresentam a maior porcentagem de área ocupada na bacia, sendo de 47% do total, (Gráfico 1); isto é, quase metade da área que se encontra a bacia está sendo utilizada para criação de gado.

Devido a presença de terrenos mais declivosos, que dificultam o avanço da ocupação e das atividades antrópicas, foi possível constatar a presença de vegetação de porte florestal nos setores das topografias mais acentuadas. Ainda, as litologias presentes nessas áreas são de caráter cristalino com Argissolos, ou seja, solos que ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados, com alta suscetibilidade a erosão, ressaltando a necessidade de preservação florestal. Portanto, essas regiões mais acidentadas tendem a ter paisagens mais complexas e menos modificadas pelo homem em relação ao relevo plano (Metzger, 2001).

Gráfico 2 – Uso e ocupação da terra (em porcentagem)



Fonte: Autora (2022).

Faz-se notória ainda a remoção da vegetação no entorno das nascentes localizadas na média bacia, o que é considerado como área de preservação permanente (APP) de acordo com o Capítulo II, inciso IV do Código Florestal. Constatou-se a presença de áreas de pastagem (Figura 8, Fotografias A e E) degradadas em função da compactação do solo, em decorrência do pisoteio de animais, que pode causar alterações na disponibilidade de nutrientes, bem como alterações na movimentação dos nutrientes no solo.

O declive do terreno (Figura 8, Fotografia E e B) e a remoção da vegetação são fatores de alto impacto que contribuem para futuras feições erosivas. É observado neste local, por meio de pesquisa de campo, que a área se encontra erodida, pisoteada pelo gado e sem proteção (como cercas para evitar o acesso do gado, em alguns setores), comprometendo a cobertura vegetal. O eucalipto, frequente na área de estudo (Figura 8, Fotografia D), possui riscos de alguns herbicidas, (que apesar de proibidos ainda são usados), que podem chegar aos corpos d'água, poluindo as águas. Tem-se o risco também por diminuir a variabilidade de espécies (como qualquer monocultura) limitando as espécies animais e vegetais que conseguem sobreviver no local; além do desgaste dos solos por extração de nutrientes.

O uso da terra e cobertura vegetal diversificada dentro da bacia hidrográfica são importantes para o desenvolvimento da região, entretanto precisam atender as legislações ambientais, visando o desenvolvimento sustentável.



Figura 8. Fotografias do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão do Curtume. A: área de piquetes; B: área de pastagem com silvicultura no topo de morro; C: área de piscicultura pertencente a Fazenda Haras Paulista, à esquerda há presença de mata ciliar e de galeria; D: área de silvicultura a margem de estrada de terra. E: área de pastagem em terreno declivoso, pertencente ao Sul da área de estudo, ao fundo do lado direito, área urbanizada e F: Represa pertencente à Fazenda Haras Paulista, no qual passa o Ribeirão do Curtume, ao fundo presença de vegetação ombrófila densa. **Fonte:** Autora (2023)

Foi possível constatar que há algumas alterações significativas no sistema hídrico da bacia. A Represa proveniente da drenagem do Ribeirão do Curtume (Fotografia F), assim como os tanques de piscicultura pertencem a área da Fazenda do Haras Paulista - Polo Regional da

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios são exemplos deste tipo de alteração. O Polo desenvolve estudos na área de aquicultura, agroecologia, bovinocultura de leite e de corte, sanidade animal e vegetal, entre outras pesquisas.

A piscicultura pode causar a eutrofização dos corpos d'água, caso não haja o tratamento adequado do efluente - neste caso, ainda não pode ser verificado - em função da liberação de nutrientes residuais da criação. Para Pillay (1992), os mais relevantes impactos provenientes da piscicultura, de forma geral, consistem em conflitos dos corpos d'água, a sedimentação e obstrução dos fluxos de água, a eutrofização, a descarga dos efluentes de viveiros e a poluição por resíduos químicos empregados nas diferentes fases do cultivo.

Nas Fotografias G e J (Figura 9), visualiza-se a classe vegetação ombrófila densa, como a mata de galeria do Ribeirão do Curtume, em parte de sua drenagem que passa dentro do Parque Municipal, que corresponde a Zona de Interesse Ambiental (ZIA). De acordo com Plano Diretor de Pindamonhangaba, Art. 87. a ZIA é composta por porções do território, não urbanizadas, onde há interesse de preservação, recuperação e conservação ambiental.



Figura 9. Fotografias do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão do Curtume. G: vegetação ombrófila densa; H: Rio Paraíba do Sul, onde o Ribeirão do Curtume desemboca, nas laterais as matas ciliares; I: Ribeirão do Curtume dentro de uma área urbana; J: vegetação ombrófila densa (mata de galeria). K: Ribeirão do Curtume com ausência da mata ciliar ao lado direito e L: área verde Pública Lei 6.766/79. **Fonte:** Autora (2023)

Ao quantificar a largura do curso do Ribeirão do Curtume, nas fotografias I e K (Figura 9), em uma destas tem-se a largura do curso em 10m e em outra em 14m, respectivamente. Assim, verifica-se que a legislação é cumprida apenas no lado esquerdo (Fotografia I), já que 30m (Fotografia K) não são condizentes ao previsto para o outro trecho, pois se trata de curso d'água de 10 a 50m. Portanto, há uma irregularidade em relação as alíneas do inciso I do Código Florestal.

Para além das Fotografias, ao analisar a Figura 10 tornou-se possível avaliar as irregularidades ambientais, que vão contra o disposto no Código Florestal/12, como áreas que deveriam estar cobertas por vegetação natural, correspondendo as nascentes, e estão sendo destinadas a produção agrícola e a criação de bovinos. O mesmo fato se constata nas margens de cursos d'água.

De acordo com a Figura 10, as APP's de 50m, 30m e nascentes somadas representam 28,8% das APP's conforme Tabela 3. Dentro das áreas classificadas como nascentes, somente 22,2% tem vegetação adequada, correspondendo a 18 ha (Tabela 4). Já nas APP's de 30m somente 16,8% tem vegetação, correspondendo a 205 ha.

Tabela 3 – Classes de Áreas com Restrições Legais ao Uso da Terra presentes na área de estudo.

Áreas com Restrições Legais ao Uso da Terra	HA	%
APP 50m	32,4	0,7%
APP 30m	1184,15	26,3%
Área possível inundação	1590,78	35,4%
Reserva Legal	830,72	18,5%
Restrição ao parcelamento do solo urbano 30%	776,80	17,3%
Nascentes	81,93	1,8%
TOTAL	4496,794	100%

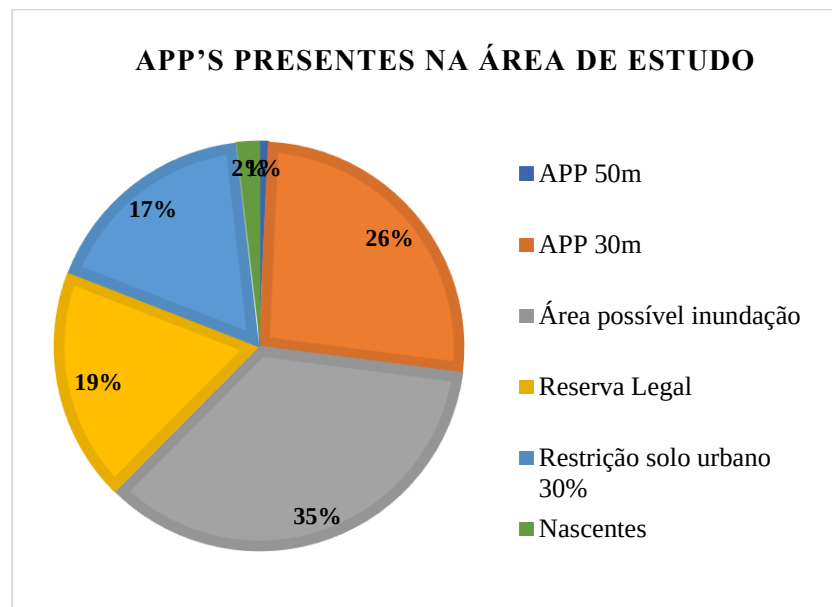
*Áreas de 45° estão sobrepostas aos 30%, por isso não estão na tabela

Fonte: Autora (2023).

A cobertura vegetal é um fator importante na manutenção dos recursos naturais renováveis. Na manutenção do ciclo hidrológico, a vegetação protege o solo contra efeitos de *splash*, aumenta a porosidade e permeabilidade pedológica através da flora, consequentemente reduz o escoamento superficial e mantém a umidade no solo (Beltrame, 1994).

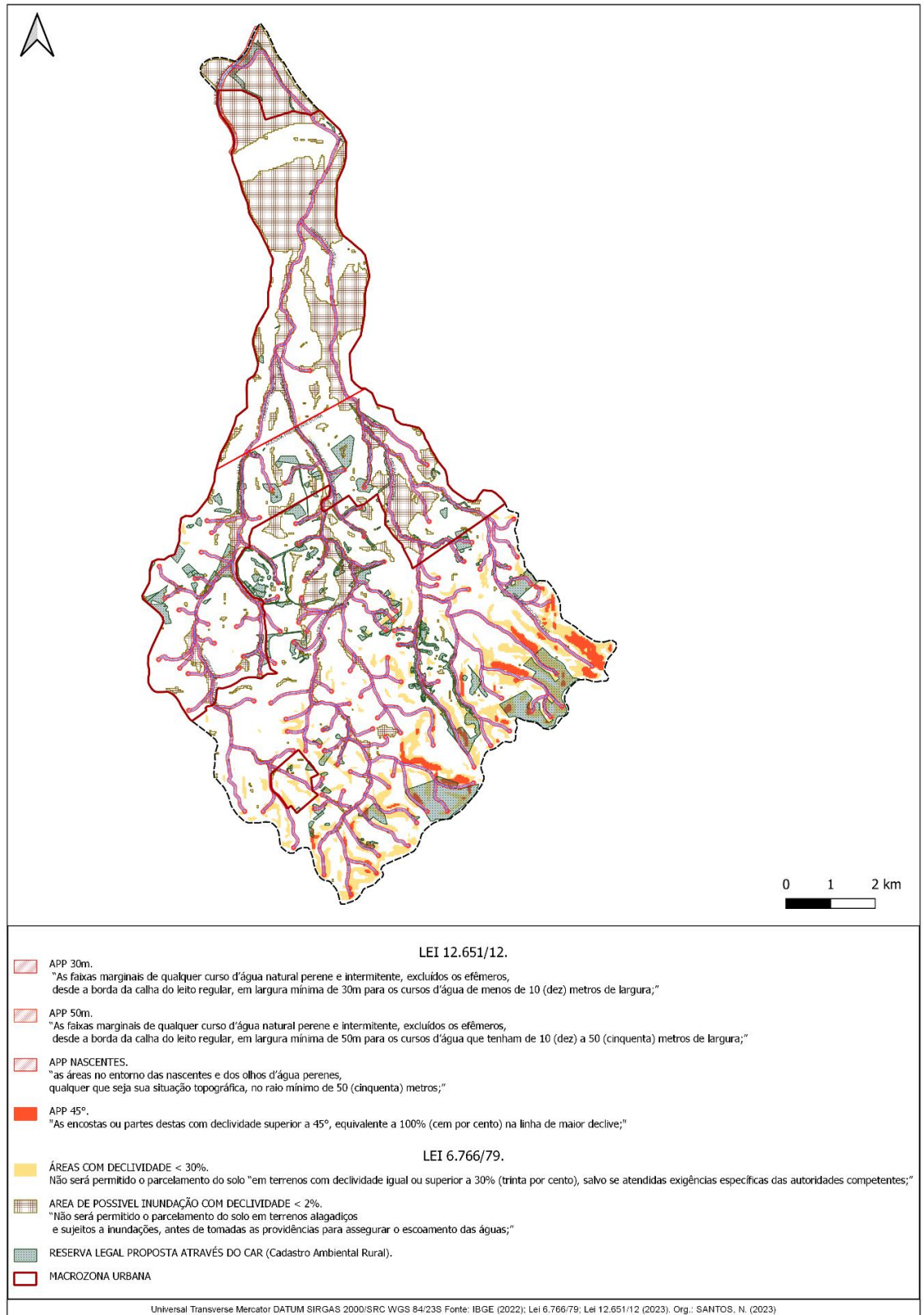
Dentre as 6 classes definidas com base na Legislação, a que mais se destacou foi a área de possível inundação, apresentando a maior porcentagem com 35,4% (Gráfico 2). Tal fator se deve a estrutura geomorfológica da baixa bacia onde se tem terraços e planícies fluviais, com seu curso principal meandrante.

Gráfico 3 – APP dentro da Bacia Hidrográfica.



Fonte: Autora (2023).

Figura 10 - Carta de APP e Reserva Legal NOV/2023



Fonte: Autora (2023).

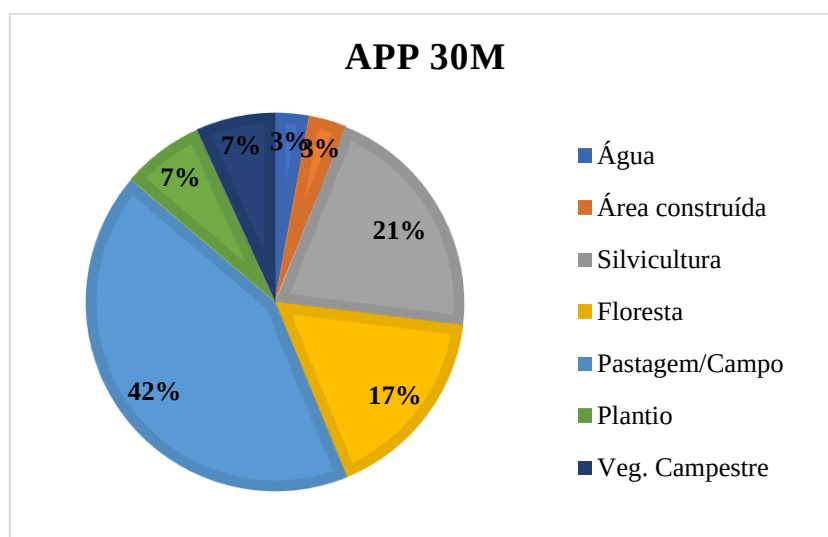
Tabela 4 – Classes de restrições legais x as classes de uso da terra presentes em cada unidade de restrição

CLASSES DE USO DA TERRA (em ha e em %)															
RESTRIÇÃO AO USO	Água	%	Área construída	%	Silvicultura	%	Floresta	%	Pastagem	%	Plantio	%	Vegetação Campestre	%	TOTAL (ha)
APP 50m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	5	15.6%	27	84.4%	0	0.0%	0	0.0%	32
APP 30m	34	2.9%	38	3.2%	247	20.9%	200	16.9%	502	42.4%	83	7.0%	80	6.8%	1184
Restrição ao uso urbano - terrenos alagadiços e sujeitos a inundações	62	3.9%	371	23.3%	175	11.0%	101	6.4%	634	39.9%	207	13.0%	40	2.5%	1590
Reserva Legal	1	0.1%	4	0.5%	359	43.3%	236	28.4%	163	19.6%	55	6.6%	12	1.4%	830
Restrição ao uso urbano - solo com terrenos com declive > 30%	1	0.1%	10	1.3%	140	18.0%	350	45.1%	180	23.2%	25	3.2%	70	9.0%	776
APP Nascentes	1	1.2%	0	0.0%	12	14.8%	18	22.2%	38	46.9%	8	9.9%	4	4.9%	81

Nessa perspectiva, constata-se que o intenso uso na bacia, corresponde as atividades agropastoris, características da região do Vale do Paraíba, conforme evidenciado na Figura 8 e no Gráfico 2, vem provocando profundas alterações no meio, eliminando boa parte da antiga cobertura vegetal (Tabela 4), modificando os ecossistemas existentes.

Vale ressaltar que os dados obtidos nas imagens orbitais confirmam o não cumprimento da Legislação Ambiental, bem como o uso inadequado da terra. Analisando os dados da APP de rios com distância de 30m no entorno das margens, correspondentes a 25% da área total da BH, verificou-se diversos padrões de uso (Gráfico 3).

Gráfico 4 – Uso e ocupação da terra em APP 30m.

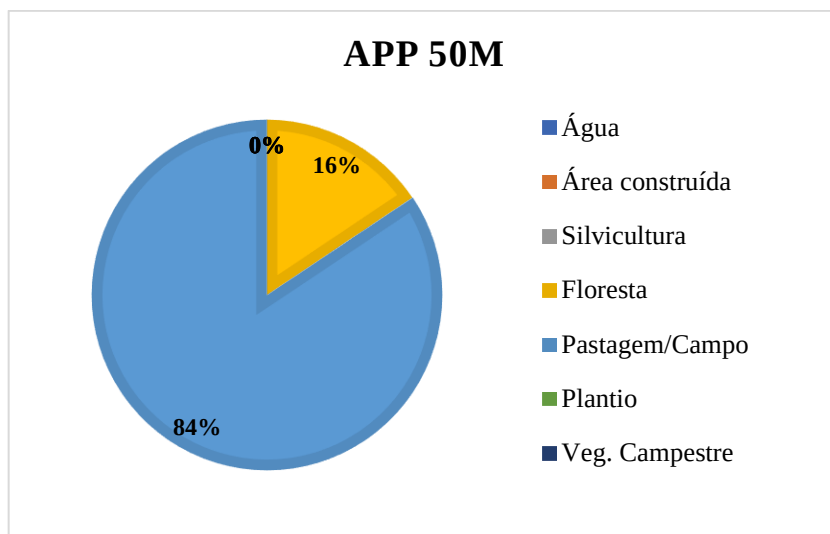


Fonte: Autora (2023).

A classe Floresta (vegetação Ombrófila Densa) corresponde a 16.9% e vegetação campestre 6.8%, resultando em 23,7%. Evidenciando que a obrigatoriedade da Lei 12.651/2012, que estabelece como APP toda área localizada a 30m nos cursos d'água de menos de 10m de largura, não está sendo cumprida. A área de vegetação nativa sobre a APP's teria de ser 100% ao invés de 23,7%, ou seja, um estado de má conservação.

A classe APP 50m não possui muitas informações devido a se localizar apenas na foz do Ribeirão do Curtume, Rio Paraíba do Sul, único rio que excede a largura de 10 – 50m, gerando o buffer de 50m. Com a maior quantidade de margens em pastagem e a menor em vegetação nativa (Gráfico 4), em parte dessa APP (ao norte) tem-se ainda, conforme levantado *in loco*, mineração de areia, a qual não foi mapeada em função da escala utilizada na pesquisa.

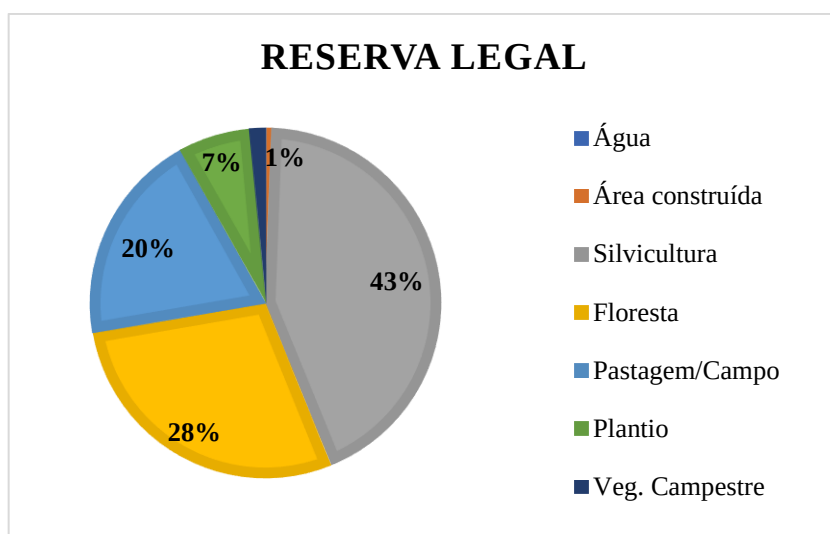
Gráfico 5 – Uso e ocupação da terra em APP 50m.



Fonte: Autora (2023).

Por se tratar de áreas na qual a cobertura de vegetação deve ser mantida ou restaurada, não necessariamente a vegetação nativa, as Reservas Legais (RL, Gráfico 5) são áreas que, de certa forma, devem estar recobertas por vegetação. Verifica-se que pastagens ocupam 19% dessas áreas. Já a vegetação somada à silvicultura corresponde a 71.7% em prol da legislação. No entanto, conforme Figura 8, há APP (margem de rio), declaradas como RL, o que se torna inconstitucional.

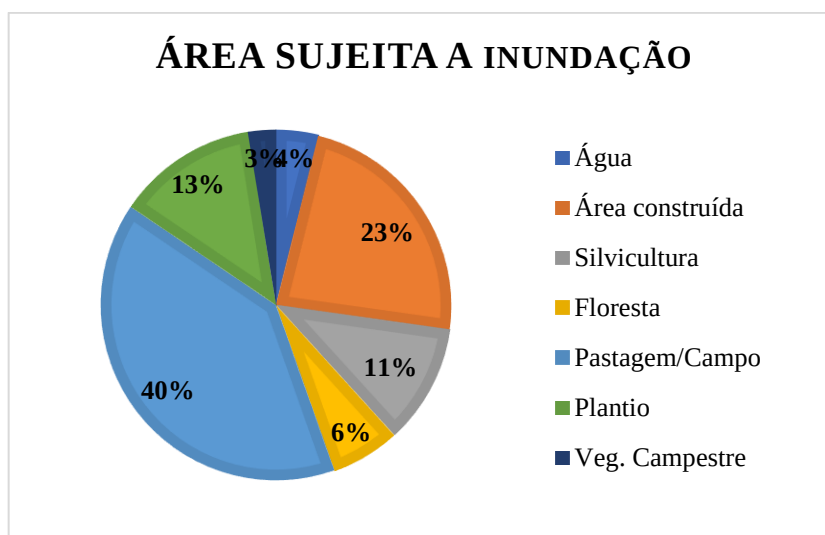
Gráfico 6 – Uso e ocupação da terra em Reserva Legal.



Fonte: Autora (2023).

Ao que corresponde as áreas com potencial de inundação (Gráfico 6), o que é bem preocupante é a presença de construções/urbanização/expansão urbana correspondendo a 371 ha (23,3%). Verificando que a área urbanizada da BH (Tabela 4) corresponde a 793 ha, quase metade dessa área urbanizada se localiza em declividade $\leq 2\%$. Por se tratar de terraços fluviais e planícies, se caracterizam como áreas de inundação, gerando problemas ao espaço urbano. Outro dado relevante é a % da classe pastagem nessa área de inundação, a qual soma 634 ha. As pastagens podem gerar, pelo pisoteio do gado, solos degradados, compactados, dificultando a infiltração e aumentando o potencial de inundação.

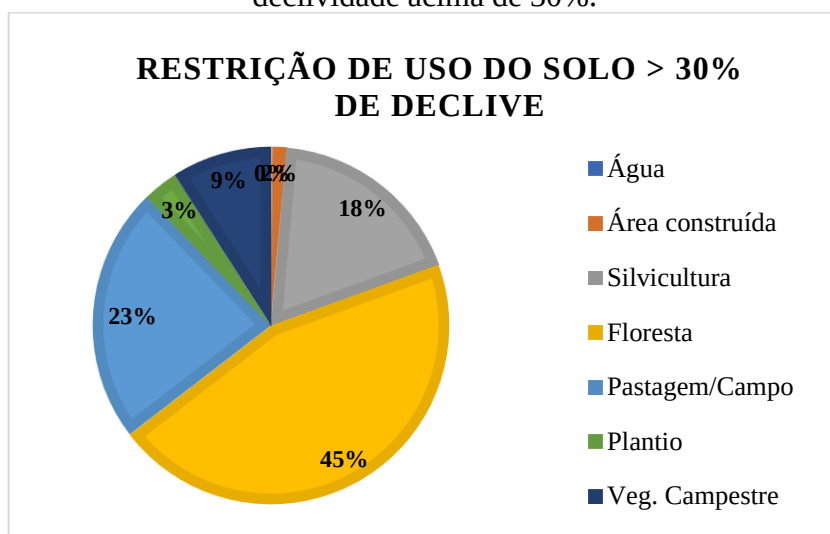
Gráfico 7 – Uso e ocupação da terra em áreas sujeita a inundação.



Fonte: Autora (2023).

De acordo com a lei de uso e parcelamento do solo, áreas com declives superiores a 30% apresentam restrições ao uso do solo para habitação (Gráfico 7). Como cartografado na Figura 5 (declividade), esta classe se localiza ao sul da área de estudo, classificada como área rural. Entretanto, se considerarmos a futura expansão da malha urbana, bem como a existência de habitação no meio rural, tal situação deve ser também contemplada. Conforme a Tabela 4, a área construída em terrenos com declividade acima de 30%, equivale a menos de 2%, já a maior % fica com a classe Floresta, representando 45%.

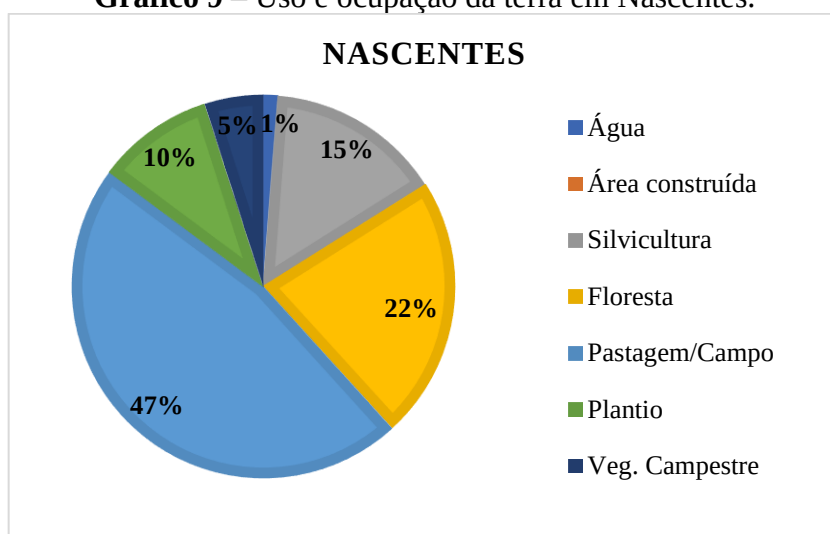
Gráfico 8 – Uso e ocupação da terra em áreas com restrição ao parcelamento urbano, declividade acima de 30%.



Fonte: Autora (2023).

Devido a sua fundamental importância ambiental, as nascentes são essenciais para o ciclo hidrológico, bem como para a preservação do curso d'água, garantindo que haja boa qualidade no solo e na vegetação para o equilíbrio ecológico e sua preservação. O uso antrópico dentro das áreas das APP's de nascentes é caracterizado por 47% em pastagem. Sem a mata ciliar, a água da chuva escoar pela superfície, o que impede sua infiltração, dificultando a alimentação das águas de subsuperfície, comprometendo a manutenção das nascentes. Assim, esta situação é bastante inadequada ao equilíbrio hídrico da bacia.

Gráfico 9 – Uso e ocupação da terra em Nascentes.



Fonte: Autora (2023).

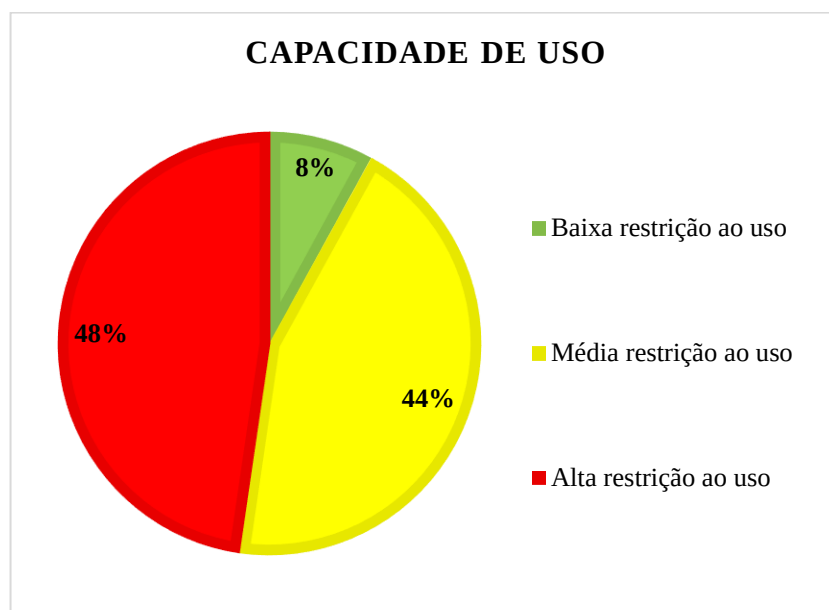
5.2 Estado Geocológico

A partir da análise das unidades físicas e das APP's da bacia, foram criadas classes de baixa, média e alta restrição ao uso da terra. Os setores com baixa restrição ao uso localizam-se na média bacia, nos fundos de vale e baixas vertentes na parte do alto curso do Córrego Pinhão do Borba. As características físicas destes terrenos vinculam-se a declives entre 5 - 15%, na média bacia, sobre a Formação Pindamonhangaba e Latossolos Amarelos e Vermelhos Amarelos. Já na alta bacia tem-se litologias correspondentes as unidades de xistos, recobertos por Argissolo.

A áreas com média restrição ao uso localizam-se majoritariamente no médio curso da BH, com declividade variando de ≤ 2 a 15%; com algumas áreas variando entre 15 -30%, sobre a Formação Pindamonhangaba e com Depósitos aluvionares; esses terrenos são recobertos por Latossolo.

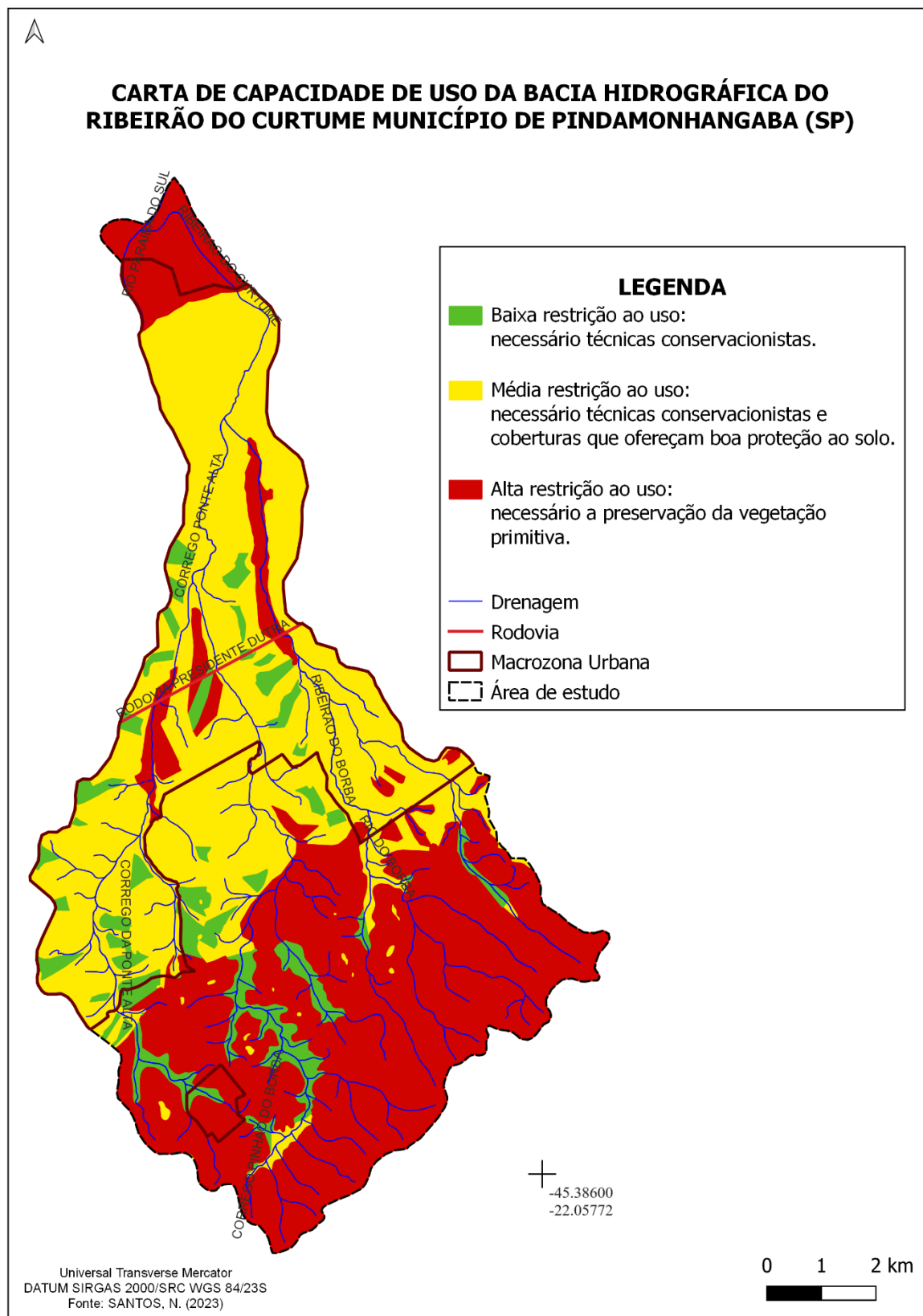
As áreas com alta restrição ao uso, se localizam na foz do Ribeirão do Curtume, no deságue no Rio Paraíba do Sul, e na alta bacia, com declividade classificada entre 15 - > 37%, em litologia do tipo Granito, Filito e Biotita. Na foz, estão os Depósitos Aluvionares e Gleissolos. As unidades de alta restrição de solo ocupam 47,7% (4.200 ha), enquanto a média restrição ocupa 44,3% (3.900 ha) e as de baixa restrição abarcam 8% (700 ha) - Gráfico 9.

Gráfico 10 – Capacidade de uso da Terra



Fonte: Autora (2023).

Figura 11 – Carta da capacidade de uso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Curtume



Fonte: Autora (2023).

Desse modo, considera-se que 52,3% ($\cong 3.600$ ha) da BH – soma da baixa e média restrição ao uso – encontram-se aptas para algum tipo de uso, aferindo suas respectivas limitações e evidenciando a necessidade de uso sustentável, com períodos em que medidas conservacionistas edáficas devem ser empregadas para recuperar os terrenos após sua utilização em atividades como agricultura, silvicultura e/ou pastagem, conforme também foi sugerido por Zanatta (2014).

Se a bacia possui 80% de área com uso antrópico e 48% com alta restrição, muitos setores encontram-se com uso incompatíveis. Dito isso, mais da metade da BH se encontra com necessidade de medidas conservacionistas e coberturas que ofereçam proteção ao solo. Tal quadro se agrava quando há áreas urbanas sobre terrenos suscetíveis a inundação, conforme verificado na Carta de declividade. Ainda, com relação a Capacidade de uso x uso atual, os dados foram analisados quantitativamente, conforme a Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Relação Capacidade de uso X uso atual		
Relação Capacidade de uso X uso atual	HA	%
Inadequado e Incompatível	39 ha	51.32%
Adequado e Compatível	24 ha	31.58%
Adequado e Incompatível	13 ha	17.10%

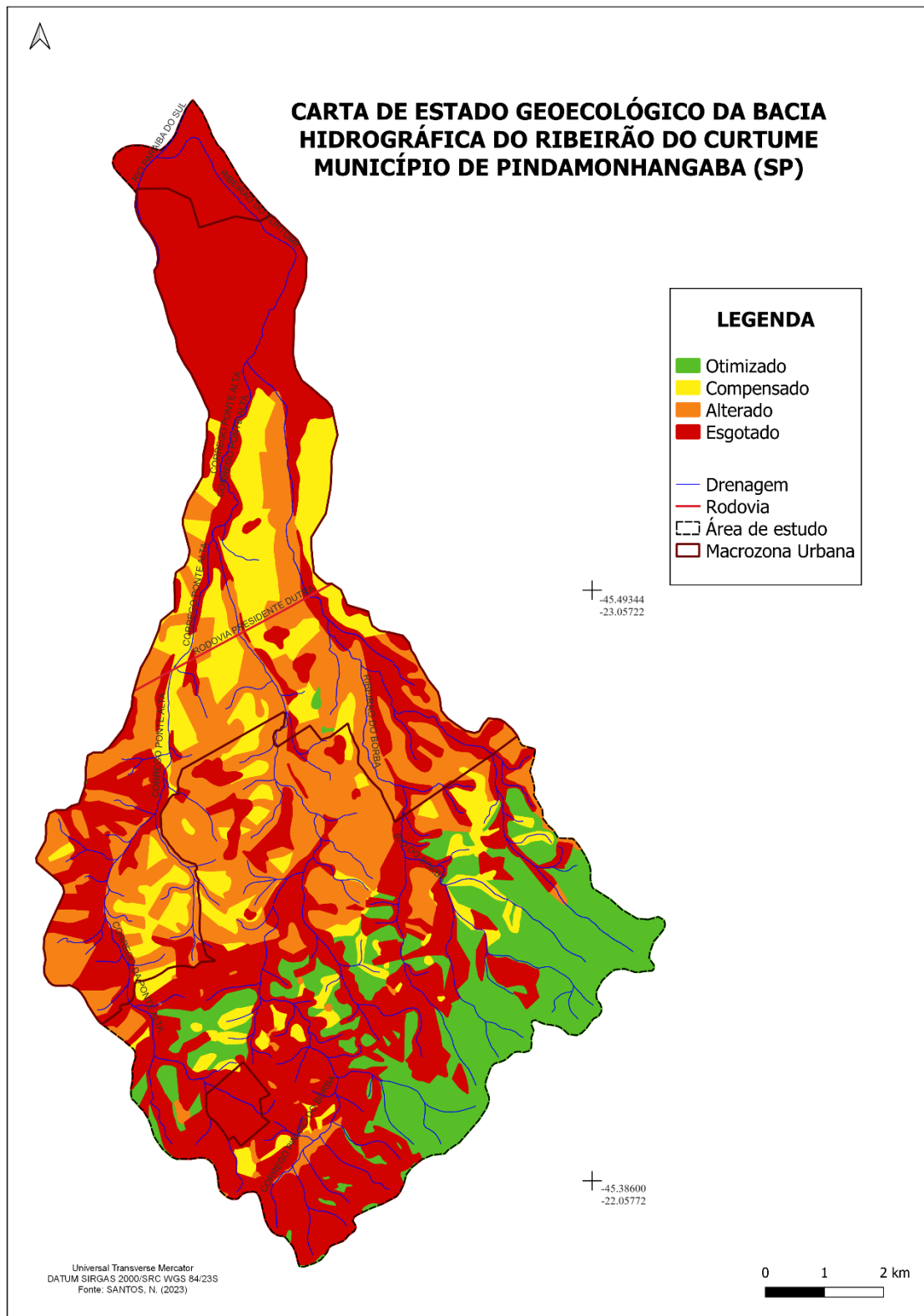
Fonte: Autora (2023).

Conforme informações mencionadas na tabela acima, 31.58% da área apresenta padrões de uso da terra Adequados e Compatíveis, os quais encontram-se em áreas com baixa, média e alta restrição de uso. Estes setores de alta restrição apresentam declividade de 30 – 37% nas vertentes e < 5% nos fundos de vale, com maior presença das vertentes convexas e retilíneas e vegetação original conservada. Os terrenos com Incompatibilidade a capacidade de uso, mas em conformidade a legislação ambiental (Adequado), somam 17.10%. Nesta classe, estão terrenos com média e alta restrição, sob o uso de pastagem. Já os terrenos com padrões de uso Incompatíveis e Inadequados, localizados inteiramente nas APP's, correspondem a 51.32% da área da bacia, necessitando da preservação da vegetação nativa.

Considerando que, apenas 31.58% encontram-se em estado Adequado e Compatível, é possível afirmar que a maior parte da área está submetida a padrões de uso “abusivos”, que não respeitam as limitações físicas dos terrenos e nem a legislação ambiental vigente. Considerando

a análise e integração das informações de capacidade de uso x uso atual, acrescidas das demais informações do quadro no anexo A, foi elaborada a Carta de Estado Geoecológico (Figura 12).

Figura 12 – Carta de estado Geoecológico



Fonte: Autora (2023).

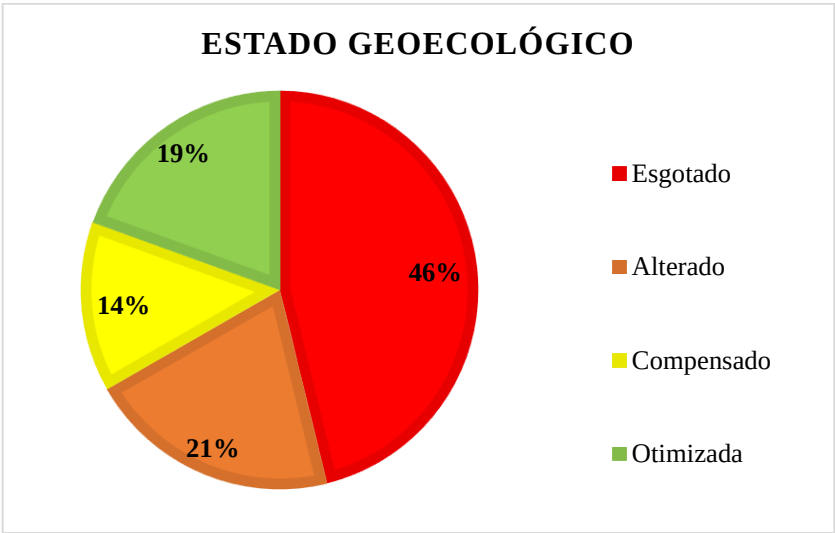
Conforme quadro síntese no anexo A, 46.18% (4.064 ha, Tabela 6 e Gráfico 10) dos terrenos da área estudada estão em **estado Esgotado** (Quadro 10), apresentando modificações das formas de relevo por meio de ravinas e voçorocas, as quais impossibilitam essas áreas de retornarem a forma original. Essa classe localiza-se principalmente nas áreas com alta restrição ao uso, onde predominam os extremos da decobrilividade (menor e maior) nas Unidades de xistos e Depósitos aluvionares, com Latossolos e predominantemente em Argissolo Vermelho Amarelo. Quanto ao uso da terra, verifica-se a predominância de pasto nas vertentes e urbanização nos fundos de vales. Esse estado está distribuído em toda área da bacia, com exceção ao sudeste e a porção central do médio curso, relacionando-se com as planícies e terraços fluviais com ocupação urbana, conforme aponta a Figura 12 anteriormente apresentada.

Tabela 6 – Área ocupada por cada classe de Estado Geoecológico.

Estado Geoecológico	HA	%
Esgotado	4.064	46.18%
Alterado	1.807	20.53%
Compensado	1.217	13.81%
Otimizado	1.715	19.48%

Fonte: Autora (2023).

Gráfico 11 – Estado Geoecológico



Fonte: Autora (2023).

Quadro 10 – Estado Geoecológico das Unidades Físicas

Estado Geoecológico	Unidades Físicas
Esgotado	T1lb, T2la, CC3III, CC3lb, CC4III, CC5III, CC5lb, CC6III, CC7III, CV1lb, CV5lb, CV6III, CV7III, R5III, R6III, R7III, F1la, F1III, F3lb, F41la, F41lb, F4IIa, F5III e F6III.
Alterado	T1la, T1lb, T5lb, T5III, T6III, CC1III, CC1la, CC1lb, CC2lb, CC4lb, CV1III, CV1la, CV3lb, CV4III, CV4lb, R1la, R1lb, R2lb, R4lb, R4la, F1lb, F2lb e F7III.
Compensado	T2lb, T5III, C1III, CC1la, CC2la, CC4la, CC5III, CV1la, CV1lb, CV2la, CV2lb, CV3lb, CV4la, R1III, R3lb e R4lb.
Otimizado	T7III, CC7III, CV5III, CV7III, R7III, F1IIb e F2la.

Fonte: Autora (2023).

Tal como, Pinton e Cunha (2015), utilizando da mesma metodologia, o **estado Esgotado** apontado nesta pesquisa, coincide com o estudo de caso no município de Cubatão, sendo definido como áreas onde usos da terra identificados se constituem como incompatíveis e inadequados. Ainda, são classes que evidenciam a problemática ambiental sobre a violação das leis ambientais, expondo os terrenos a risco de dinamização dos movimentos de massa e assoreamento das drenagens (Pinton e Cunha, 2015).

Outros 20.53% (1.807 ha) encontram-se no **estado Alterado**, com alguns terrenos apresentando potencial de inundação, e em sua maior parte APP's com uso irregular. Esse estado encontra-se sobre a Formação Pindamonhangaba, recobertos por Latossolos. No geral, tem-se diversos padrões de uso da terra, com destaque para pastagens e plantio. Localizam-se no médio e baixo curso da bacia, transicionando entre parte urbana e a rural.

No estudo de caso sobre Município de São Vicente, Amorim e Oliveira (2009), reafirmam que as áreas alteradas se caracterizam por uma significativa redução na capacidade produtiva, e por uma diminuição drástica da capacidade de regeneração natural. Os autores definem o estado alterado como fruto do estado ambiental instável, com intensa interferência antrópica que vem provocando impactos ambientais associados a urbanização. Entretanto,

nesta pesquisa encontramos o estado alterado vinculado predominantemente a APP's, recobertas por pastagem, distribuídas em áreas emissoras, transmissoras e coletoras.

Todavia, sobre a Formação Pindamonhangaba tem-se áreas com urbanização, classificadas como alteradas devido a declividade, tanto acima de 15%, como inferior a 5%. Tem-se setores alterados também em áreas de APP's com plantio, gerando uma diminuição da capacidade de regeneração natural da vegetação e por divergirem da legislação. Também são identificadas áreas alteradas com pasto, que necessitam de medidas conservacionistas e edáficas, indispensáveis para proteção ao solo. Por fim, destacam-se que estes setores de pasto podem ocorrer tanto em unidades de Topos, com litologia mais resistente, como em vertentes concavas com presença de Argissolo.

No que se refere ao **estado Compensado**, considerou-se a concepção de Oliveira (2003), que sugere esta classe quando o uso da terra não promove um dano ambiental irreversível. O estado Compensado, que ocupa 13.81% (1.217 ha) da bacia, ocorre nas vertentes, com declividade média de 5-15%, em Latossolos, com uso em plantio, silvicultura e vegetação campestre. Encontra-se em algumas nascentes no alto curso da bacia, mas em maior parte no médio curso do Córrego Ponte e alto e médio curso do Córrego do Borba. Áreas com Plantio classificadas como compensadas, possuem declividade passível de mecanização, como ausência de alguma restrição ambiental.

Em Amorim e Oliveira (2009), o estado compensado é classificado como aquele no qual predomina a preservação da cobertura vegetal natural. Neste estudo de caso, predomina a silvicultura e plantio, portanto, consideradas compensadas por estarem em conformidade com a Legislação. Em alguns terrenos com APP's em vegetação campestre, foram também classificadas como compensadas, pois tal vegetação colabora com o equilíbrio das planícies. Ainda, considerou-se como setores em estado Compensado, as áreas recobertas por eucalipto que não são APP's e nem estão em declives conflituantes.

Segundo Oliveira (2003), o **estado Otimizado** é definido por meio de uma relação compatível e adequada entre a Capacidade de Uso e o uso da terra. O estabelecimento desse estado geoecológico, vincula-se ao caráter compatível e adequado, em que a manutenção da vegetação nativa impede a alteração das características físicas desses terrenos, bem como a violação da legislação ambiental, possibilitando o equilíbrio dinâmico dos processos neste setor. Tais terrenos não possuem problemas ambientais, mas podem apresentar potencial de instabilidade natural devido a declividade, como movimentos de massa.

Na bacia do Ribeirão do Curtume, tem-se este estado em 19.48% (1.715 ha) da área, sobre Filitos e Biotitas, recobertos por Argissolos, em declividade superior a 30%, o que indica potencial a movimento de massa. Localizadas ao Sul da bacia, estes terrenos fazem parte da bacia do Ribeirão do Orvalhinho e do Rio do Borba. Mesmo apresentando a alta restrição de uso, são áreas recobertas por vegetação nativa, o que define o estado otimizado.

Por fim, diante de todas as questões que identificam os estados geoecológicos frente a problemática ambiental de bacia estudada, há necessidade de apresentar propostas e algumas recomendações para o manejo e preservação da paisagem. Assim, o quadro 11 busca sintetizar as problemáticas por classe de estado geoecológico e sugerir ações para a conservação da bacia.

Quadro 11 – Quadro síntese das propostas e/ou recomendações a partir de cada estado geoecológico.

Estado Geoecológico	Problemática Ambiental	Recomendações/Propostas
Esgotado	• Grande intensidade e abrangência das ações antrópicas; • Potencial de inundação • Impermeabilização do solo devido a urbanização; • Modificações das formas de relevo por meio de ravinas e voçorocas;	• Reflorestamento de APPs • Zoneamento que proteja as áreas de inundação dentro da área urbana • Revegetação da mata ciliar dentro da Zona Urbana • Desvio do fluxo de água que está ocasionando ravinas e voçorocas, para impossibilitar o seu aumento; • Como são áreas declivosas, a construção de bacias de contenção e (terraceamento nos setores de pastagem) para evitar a erosão.
Alterado	• Presença de agroquímicos – área característica de lavoura – o que impactara nas águas superficiais e subterrâneas; • APP's com pastagem e plantações; • Avanço das pastagens sobre áreas de preservação permanente, causando assoreamento nos corpos hídricos.	• Cercamento e delimitação correta das margens de rio dentro das propriedades ou áreas públicas; • Reflorestamento de APP's; • Construção de pontes para travessia de gados e outros animais.
Compensado	• APP's com cobertura de vegetação campestre; • O aumento das plantações de eucalipto gera adubações de agroquímicos, acarretando contaminação do solo e das águas subterrâneas; Áreas com plantação, com declividade passível a mecanização.	• Revegetação das APP's com espécies nativas; • Culturas intercaladas com a silvicultura; • Preservação do solo, por meio de medidas conservacionistas e edáficas, mesmo em setores com declive passível de mecanização.
Otimizado	• Área com potencial a movimento de massa e inundações; • Tendência a retirada das vegetações florestais, mostrando um cenário que exhibe culturas e pastagens adentrando as áreas preservadas.	• Preservar a vegetação nativa, bem como a vegetação das APP's, • Manter cobertura vegetal original e monitorar setores suscetíveis aos movimentos de massa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ocupar de forma inadequada os territórios em conjunto ao alto índice demográfico, determinam a necessidade de estudos que gerem estratégias, atividades e diretrizes que harmonizem a aptidão ambiental com o uso antrópico, capazes de garantir produções sustentáveis a longo prazo. Logo, deve-se diagnosticar e propor soluções mais viáveis e em equilíbrio com o meio físico, de forma a melhorar as condições socioeconômicas e socioambientais.

Diante da visão de Mateo Rodriguez (1995, 2012), a Geoecologia da Paisagem proporciona contribuições fundamentais para análise e diagnóstico das bases naturais de determinado espaço geográfico. A aplicação e adaptação da metodologia da Geoecologia da Paisagem na bacia do ribeirão do Curtume, mostrou-se eficiente para avaliar o estado geoecológico que esta se encontra atualmente, apontando setores mais “desgastados”, como os mais “conservados”, possibilitando identificar possíveis impactos ao ambiente em virtude do presente uso das terras, indicar a capacidade de uso das unidades, bem como seu estado geoecológico.

A partir das características morfométricas do relevo, foram identificados setores com fragilidade ambiental, com destaque para terrenos de 15 – 30% e de 30 – 37%. A partir dos compartimentos do relevo, verificou-se ainda que os fundos de vale, com baixos índices de declividade, apresentam potencial a inundação. Constatou-se que feições erosivas estão nas áreas de Argissolos, em vertentes concavas, convexas e retilíneas.

Deste modo, as unidades físicas foram geradas a partir da análise dos fatores: feições do relevo, declividade, litologia, características do solo e uso da terra, resultando na definição de 58 unidades físicas. Constata-se que a área de estudo apresenta distintas litologias, com predominância da Formação Pindamonhangaba, litologia advinda dos compartimentos litológicos de seu entorno, por se tratar de uma bacia localizada entre dois tipos de terrenos: uma parte plana (urbana) constituída por terraço fluvial, fator relevante em virtude do clima úmido; e outra, declivosa nas nascentes.

Quanto ao uso da terra, destacou-se a presença de pastagens (47%) como a classe dominante na bacia, seguida de silvicultura (15%) e vegetação ombrófila densa (14%), em função da área da BH. De acordo com pesquisas de Ronquim (Embrapa Territorial, 2021), a silvicultura vem aumentando seu território nos últimos 30 anos no Vale do Paraíba. Uma

reflexão para além do intuito inicial, esta pesquisa pontua elementos fundamentais para compreensão da causa e/ou consequências do avanço da eucaliptocultura, principalmente por se tratar de uma matéria prima superestimada, a Celulose. Este tipo de cultivo colabora com o êxodo rural e vendas de propriedades (barateamento da propriedade agrícola). No Vale do Paraíba, o cultivo encontra a vantagem do fácil acesso à Rodovia Rio-Santos, que liga as maiores capitais, como também o Porto de Santos. Esta questão, entre outras, devem ser aprofundadas em outros trabalhos.

Há presença de muitas lavouras temporárias, como a de milho, que servem para alimentação da pecuária leiteira, relacionadas as áreas erodidas e sem cobertura vegetal, em função da pastagem. Concomitante a isso, a declividade da bacia colabora para mecanização agrícola, facilitando as pequenas lavouras, na parte correspondente a zona rural (zonas mapeadas no Plano Diretor).

Ao fazer a sobreposição da carta de restrições ambientais com carta de uso da terra, verificou-se que a classe Floresta Ombrófila Densa corresponde a 16.9% de área dentro das restrições ambientais e vegetação campestre 6.8%, resultando em 23,7%, evidenciando que a obrigatoriedade da Lei 12.651/2012, não está sendo cumprida. A área de vegetação nativa sobre a APP's teria de ser 100% ao invés de 23,7%, ou seja, um estado de má conservação. Já as APP's de nascentes são caracterizadas com 47% em pastagem e apenas 22% em Floresta.

A união das informações físicas, legislação e uso da terra, permitiu a elaboração da carta de capacidade de uso da bacia, possibilitando verificar as adequações e conflitos presentes nas unidades físicas classificadas. As áreas com alta restrição ao uso, se localizam na foz do Ribeirão do Curtume e na alta bacia. As unidades de alta restrição ao uso ocupam 48%, enquanto a média restrição ocupa 44% e as de baixa restrição abarcam 8%.

O cruzamento da Relação Capacidade de uso X uso atual, resultou em: 51,3% de uso Inadequado e Incompatível, 31,5% Adequado e Compatível e 17% Adequado e Incompatível.

As informações supracitadas, foram analisadas para a identificação do Estado Geoecológico, o qual apontou que, 46% da bacia encontra-se em estado Esgotado, 21% Alterado, 14% Compensado e apenas 19% em estado Otimizado. Estes dados demonstram que a bacia do Ribeirão do Curtume se encontra em estado majoritariamente Esgotado, com alta restrição de uso e com terrenos ocupados de forma Inadequada e Incompatível.

Não obstante, constatou-se que a presente área de estudo **apresenta níveis de instabilidade altos**; assim, para o uso de maneira ecológica e técnica desse meio, devem-se

realizar definições, delimitações e enquadramentos físicos, identificando as possíveis carências geradas pelos impactos ambientais.

Com isso, evidencia-se que a área de estudo se apresenta como uma localidade de potencial natural a ocorrência de processos denudativos e, com o uso e ocupação da terra nos padrões atuais, os processos de degradação se fazem atuantes, com destaque para áreas de pastagem. Por fim, conclui-se que a metodologia utilizada contribuiu de forma eficiente para diagnosticar a problemática da área estudada, fornecendo informações relevantes para as autoridades responsáveis pela sua gestão e para estudos que tratem a temática abordada neste trabalho.

7 REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial, 2003.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques; 1964. Os fundamentos geológicos. In: A. Azevedo (ed.) *Brasil, a Terra e o Homem: volume I: As bases físicas*. São Paulo, Comp. Editora Nacional, p. 55-120

AMORIM, Raul; **Análise Geoambiental com ênfase aos setores de encosta da área urbana do município de São Vicente-SP**. 2007. 194p. (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2007.

_____.; OLIVEIRA, Regina Celia. **Análise Geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP**. *Sociedade e Natureza*. Ano 19, n. 37. 123-138. 2007.

BERTALANFFY, Ludwig. An outline of general system theory. **British Journal for the Philosophy of science**, 1950.

BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física global: um esboço metodológico**. *Revista IGEOG/USP* n. 13, São Paulo: USP, 2004.

BELTRAME, Ângela da Veiga. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. 112 p.

BRASIL, Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal, 2012.

BOIN, Marcos Norberto; ZANATTA, Felipe Augusto Scudeller; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci. Avaliação da morfometria do relevo da alta bacia hidrográfica do Ribeirão do Areia Dourada, Marabá Paulista (SP). **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 3, n. 36, p. 5-26, 2014.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, A.S. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. In: **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p.153-192.

CARLOS, Ana Fani Alessandri; São Paulo hoje: as contradições no processo de reprodução do espaço. **Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales**, 2001.

CEIVAP, Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Bacia do rio Paraíba do Sul – Municípios**. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/bacia>. Acesso em 10 de julho de 2022.

Conselho Nacional de Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO CONAMA - Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 29 de junho 2022.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Some recent Brazilian studies in fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 4, n. 3, p. 414-420, 1980.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**. Editora Blucher, 1999.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Pindamonhangaba, SP**. [S.l.]: CPRM, 2018. 1 mapa, color. Escala 1:70.000.

CUNHA, Cenira Maria Lupinacci da; OLIVEIRA, Regina Célia de. **Baixada Santista: uma contribuição à análise geoambiental**. São Paulo: UNESP, 2015.

CUNHA, Sandra Baptista. Rectificação do Rio S. João-Efeitos na morfologia do canal e na ecologia. **Finisterra**, v. 26, n. 51, 1991.

_____; GUERRA, José Teixeira. A questão ambiental: diferentes abordagens. In: **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 2003. p. 248-248.

_____; GUERRA, Antônio José Teixeira (Org). **Avaliação e perícia ambiental**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

DATAGEO – SISTEMA AMBIENTAL PAULISTA. **Cartas topográficas 1:50.000**. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO>. Acesso: 02/09/2022.

DIAS, Renê Lepiani; PEREZ FILHO, Archimedes. Novas considerações sobre geossistemas e organizações espaciais em Geografia. **Sociedade & Natureza**, v. 29, p. 413-425, 2022.

FARIAS, Juliana Felipe. **Aplicabilidade da Geoecologia das Paisagens no planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Palmeira-Ceará/Brasil**. 2015.

FERNANDES, Nelson Ferreira; AMARAL, CP do. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Bertrand, Rio de Janeiro, p. 123-194, 1996.

FELDMANN, F. **Guia da Ecologia: para entender e viver melhor a relação homem-natureza**. São Paulo, Editora Abril, 1992. 320p.

FISCH, Gilberto. **Distribuição da Precipitação em Taubaté, Vale do Paraíba (SP)**. Revista Biociências, Taubaté, v. 5, n. 2, p. 7-11, 1999.

GUERRA, Antonio José Teixeira. O papel da matéria orgânica e dos agregados na erodibilidade dos solos. **Anuário do instituto de geociências**, v. 13, n. 4, p. 43-52, 1990.

_____. **Geomorfologia aplicada ao turismo. Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 42-46, 2006.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

HASUI, Y. & PONÇANO, W.L. **Geossuturas e Sismicidade no Brasil**. ABGE, Anais do Cong. Bras. Geol. Eng., São Paulo, 1: pp. 331-338, 1978

IBGE. **Manual técnico de uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Bases técnicas para a recuperação da bacia do rio Santo Anastácio, 3a fase**. São Paulo: IPT. (IPT. Relatório, 1994, n. 32.257).

KOEPPEN, Wilhelm; HENDRICHS PÉREZ, Pedro R. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. **(No Title)**, 1948.

KLINK, Hans Jurgen. Geoecologia e Regionalização Natural. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. Boletim 17 – Biogeografia, 1981.

LEAL, Antonio Cesar. **Meio Ambiente e Urbanização na microbacia do Areia Branca Campinas, SP**. 152p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

MANOSSO, Fernando César; NÓBREGA, Maria Teresa. A estrutura geoecológica da paisagem como subsídio a análise geoambiental no Município de Apucarana-PR. **Revista Geografar**, v. 3, n. 2, 2008.

NETO, Roberto Marques; PEREZ FILHO, Archimedes; DE OLIVEIRA, Thomáz Alvisi. Geossistemas na bacia do Rio Verde (MG): proposta de mapeamento de sistemas ambientais físicos em escala regional. **Geografia**, v. 39, n. 2, 2014.

MEZZOMO, Maristela Denise Moresco. **Planejamento da paisagem e conservação da natureza em RPPNs na bacia hidrográfica do Rio Mourão, Paraná**. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba

RODRIGUEZ, Jose Manoel Mateo. **La cuestión ambiental desde una visión sistêmica**. Revista Ideas Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia. Nov. 2005.

_____. **Planificación ambiental**. La Habana: Editorial Félix Varela, 2008.

_____. **Geografía de los Paisajes**. Tomo I: Paisajes naturales. Editorial Félix Varela, 2011.

_____.; SILVA, E. V. da; LEAL, A. C. **Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens**. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E. (org.). *Diálogos em geografia física*. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

_____.; SILVA, E. V.; CAVALCANTE, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

RICCOMINI, Claudio et al. Nova unidade litoestratigráfica cenozóica da bacia de Taubaté, SP: formação Pindamonhangaba. **Boletim Especial Trabalhos Apresentados**, p. 100-108, 1990.

ROSS, Jurandyr. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 5ªed., São Paulo, contexto, 2000.

RONQUIM, C. C.; COCHARSKI, T. C. D. **Uso e ocupação do solo, Vale do Paraíba do Sul, 1985**. 1 mapa. Color. Escala 1: 250.000. Campinas (SP): Embrapa Monitoramento por Satélite, 2016. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1065875/uso-e-ocupacao-do-solo-vale-do-paraiba-do-sul-1985> >. Acesso em 21 jun. 2021.

RONQUIM, C. C. (Coord.). **GeoVale**: análise da distribuição geoespacial e de aspectos ambientais da eucaliptocultura na bacia do Rio Paraíba do Sul. Embrapa Territorial, dez. 2016. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/205528/geovale-analise-da-distribuicao-geoespacial-e-de-aspectos-ambientais-da-eucaliptocultura-na-bacia-do-rio-paraiba-do-sul> >. Acesso em 21 jun. 2023.

_____. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo, Oficina de Textos, 2006.

RICCOMINI, C. (1989) **O Rift Continental do Brasil**. São Paulo, 256 p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/USP).

_____.; PELOGGIA, A.U.G.; SALONI, I.C.L.; KOHNKE, M.W.; FIGUEIRA, RM. (1989) **Neotectonic activity in the Serra do Mar Rift System (Southeastern Brazil)**. *Journal South American Earth Sciences*, 2(2):191-197

ROSSI, M.; KANASHIRO, M. M. **Mapa pedológico do estado de São Paulo**. Instituto Florestal, Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, 2017.

SANTOS, Milton. Da sociedade à paisagem: o significado do espaço do homem. **SANTOS, Milton. Pensando o espaço do homem**, v. 5, 2004.

SOTCHAVA, Viktor. The study of ecosystems. In: _____. **Reports of the Institute of Geography of Siberia and the far East, special issue for the XXIII International Geographical Congress**. 1976. p. 3-40.

_____. (1978) Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre. São Paulo, Instituto de Geografia USP. 23 p. (Biogeografia, 14).

SISTEMA AMBIENTAL PAULISTA. **DATAGEO**. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acessado em 02 de junho 2021.

SOLOS, Embrapa et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, v. 3, 2013.

SOUZA, Ana Cláudia Medeiros; DA SILVA, Márcia Regina Farias; DA SILVA DIAS, Nildo. **Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN)**. Irriga, v. 1, n. 01, p. 280-296, 2012.

SOUZA, Sirius Oliveira; LUPINACCI, C. M; DE OLIVEIRA, R. C. A Cartografia Geomorfológica enquanto instrumento para o planejamento em áreas litorâneas: considerações a partir da região Costa das Baleias-Bahia-Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n. 3, 2021.

TANSLEY, Arthur G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, v. 16, n. 3, p. 284-307, 1935.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

TROMBETA, Letícia Roberta Amaro. **Gestão das águas, Planejamento de bacias hidrográficas e Paisagem: proposta metodológica aplicada na unidade de gestão de recursos hídricos Paranapanema**, Brasil. 2019.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades, 2005.

VENTURA, A. **Problemas técnicos da silvicultura paulista**. **Silvicultura em São Paulo**, v.3, p.61-80, 1964.

VIDAL, Joaquín et al. Relleno morfosedimentario y poblamiento humano del estuario de los ríos Tinto y Odiel (Huelva) durante la segunda mitad del Holoceno. XIII Reunión Nacional de Geomorfología (2014), pp. 604-607., 2014.

VITTE, Antônio Carlos. **Água no meio urbano**. In: Água Doce. 1997.

_____. Antônio Carlos; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

VILAÇA, Marina Freitas et al. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: O estudo de caso do ribeirão conquista no município de Itaguara/MG**. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, v. 13, 2009.

Villela, Swami Marcondes; MATTOS A., 1975. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil.

ZANATTA, Felipe Augusto Scudeller; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci; BOIN, Marcos Norberto. Análise da aplicação do atual e antigo código florestal na Alta Bacia do Ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP)(BR). **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 203-214, 2014.

ZANATTA, Felipe Augusto Scudeller. **Diagnóstico visando planejamento ambiental da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP)**. 2014.

ZANATTA, Felipe Augusto Scudeller; LUPINACCI, Cenira Maria; BOIN, Marcos Norberto. DINÂMICA EROSIVA LINEAR: ESTUDO DE CASO EM ÁREA RURAL NO OESTE PAULISTA. **Geografia**, v. 44, n. 2, p. 273-294, 2019.

ZONNEVELD, Isaak S. The land unit—a fundamental concept in landscape ecology, and its applications. **Landscape ecology**, v. 3, p. 67-86, 1989.

ANEXO A

FUNÇÃO GEOECOLOGICA	COMPARTIMENT O DO RELEVO	UF SIGLAS	DECLIVIDADE	CAPACIDADE DE USO	C. DE USO	USO ATUAL	PROBLEMÁTICA EROSIVA e SUSCEPTIBILIDADE	RELAÇÃO CAPACIDADE DE USO X USO ATUAL	ESTADO GEOECOLOGICO
A. EMISSORA	TOPO	T1Ia	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Pasto/Silvicultura	Não identificados.	Inadequado e Incompatível: APP com pasto.	Alterado
								Inadequado e Incompatível: APP com plantio.	Alterado
		T1Ib	0 - 2%.	Necessárias medidas conservacionistas edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Plantio/Pasto	Potencial de Inundação.	Inadequado e Compatível: Área com plantio.	Alterado
								Inadequado e Incompatível: APP com pasto.	Esgotado
		T2Ia	0 - 2%.	Necessárias medidas conservacionistas edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Pasto	Potencial de Inundação.	Inadequado e Incompatível: Áreas com pasto.	Esgotado
		T2Ib	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Plantio	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com plantio.	Compensado
		T5Ib	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Pasto	Não identificados.	Adequado e Incompatível: Área com pasto.	Alterado
		T5III	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Silvicultura/Pasto	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com eucalipto.	Compensado
								Adequado e incompatível: Área com pasto.	Alterado
		T6III	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Pasto	Não identificados.	Adequado e Incompatível: Área com pasto.	Alterado
A. TRANSMISSORA	VERTENTE CÔNCAVA	CC1III	15 - 30%.	Necessário preservação da vegetação nativa. Apresenta APP.	Alta	Plantio/Vegetação campestre	Não identificados.	Inadequado e compatível: APP com vegetação campestre.	Compensado
								Inadequado e incompatível: APP com plantio.	Alterado
		CC1Ia	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas.	Baixa	Área urbanizada/Pasto/Vegetação campestre	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com vegetação campestre.	compensado
								Adequado e Incompatível: área com urbanização e pasto.	Alterado
		CC1Ib	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Pasto	Não identificados.	Inadequado e incompatível: APP com pasto.	Alterado
		CC2Ia	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas.	Baixa	Silvicultura	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com eucalipto.	Compensado
		CC2Ib	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Silvicultura	Não identificados.	Inadequado e incompatível: APP com eucalipto.	Alterado
		CC3III	15 - 30%.	Necessário preservação da vegetação nativa. Apresenta APP.	Alta	Pasto	Não identificados.	Inadequado e incompatível: APP com pasto.	Esgotado
		CC3Ib	15 - 30%.	Necessário preservação da vegetação nativa. Apresenta APP.	Alta	Pasto/Área urbanizada	Não identificados.	Inadequado e Incompatível: APP com pasto e urbanização.	Esgotado
		CC4III	15 - 30%.	Necessário preservação da vegetação nativa. Apresenta APP.	Alta	Plantio	Não identificados.	Inadequado e Incompatível: APP com plantio.	Esgotado
		CC4Ia	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Plantio	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com plantio.	Compensado
								Inadequado e Incompatível: APP com pasto.	Alterado
		CC4Ib	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Plantio/Pastagem	Não identificados.	Inadequado e Incompatível: APP com plantio.	Alterado
								Inadequado e Compatível: APP com vegetação campestre.	Compensado
		CC5III	15 - 30%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva. Apresenta APP.	Alta	Silvicultura/Pasto/Vegetação campestre	Potencial de movimento de massa. Apresenta Ravina e voçoroca no pasto.	Inadequado e Incompatível: APP com eucalipto e pasto.	Esgotado

		CC5Ib	15 - 30%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva. Apresenta APP.	alta	Pasto	Apresenta Ravina no pasto.	Inadequado e Incompatível: APP com pasto.	Esgotado
		CC6III	30 - 37%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva. Apresenta APP.	alta	Pasto/Vegetação campestre	Potencial de movimento de massa. Apresenta Ravina no pasto.	Inadequado e Incompatível: APP com pasto.	Esgotado
		CC7III	30 - 37%.	Necessário preservação da vegetação nativa. Apresenta APP.	alta	Vegetação Omb. Densa/ Pasto	Potencial de movimento de massa. Apresenta Ravina no pasto.	Inadequado e Incompatível: APP com pasto.	Esgotado
	Adequado e Compatível: APP com Vegetação Omb. Densa.							Otimizado	
	VERTENTE CONVEXA	CV1III	15 - 30%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva.	alta	Plantio/Pasto	Não identificados.	Inadequado e Incompatível: Área com plantio.	Alterado
								Adequado e Incompatível: Área com pasto.	Alterado
		CV1Ia	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Plantio/Pasto/urbanização	Não identificados.	Adequado e Incompatível: Área com pasto.	Alterado
								Adequado e Compatível: Área com plantio e urbanização.	Compensado
		CV1Ib	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Pasto/Silvicultura	Apresenta Ravina no pasto.	Adequado e Incompatível: Área para pasto.	Esgotado
								Adequado e Compatível: Área com eucalipto.	Compensado
		CV2Ia	5 - 15%.	Necessário preservação da vegetação nativa. Apresenta APP.	alta	Vegetação campestre	Não identificados.	Adequado e Incompatível: APP com vegetação campestre.	Compensado
		CV2Ib	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas.	Baixa	Plantio	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com plantio.	Compensado
		CV3Ib	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Pasto/Vegetação campestre	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com vegetação campestre.	Compensado
								Adequado e Incompatível: Área com pasto.	Alterado
		CV4III	30 - 37%.	Necessário preservação da vegetação nativa.	Alta	Silvicultura	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com eucalipto.	Alterado
		CV4Ia	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Plantio	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com plantio.	Compensado
		CV4Ib	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Plantio/Pasto	Não identificados.	Inadequado e Incompatível: APP com pasto.	Alterado
								Inadequado e Incompatível: APP com plantio.	Alterado
		CV5III	30 - 37%.	Necessário preservação da vegetação nativa.	Alta	Vegetação Omb. Densa	Potencial de movimento de massa.	Adequado e Compatível: Área com Vegetação Omb. Densa.	Otimizado
		CV5Ib	30 - 37%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva.	Alta	Pasto	Não identificados.	Adequado e Incompatível: Área com pasto.	Esgotado
		CV6III	30 - 37%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva. Apresenta APP.	Alta	Pasto/Plantio/Campo	Potencial de movimento de massa. Apresenta Ravina no pasto.	Inadequado e Incompatível: APP com pasto e plantio	Esgotado
		CV7III	30 - 37%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva. Apresenta APP.	Alta	Vegetação Omb. Densa/Silvicultura/Pasto	Potencial de movimento de massa. Apresenta Ravina no pasto.	Adequado e Compatível: Área com Vegetação Omb. Densa.	Otimizado
	Inadequado e Incompatível: APP com eucalipto e pasto.							Esgotado	
	VERTENTE RETILÍNEA	R1Ia	15 - 30%.	Necessárias medidas conservacionistas e mecânicas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Área urbanizada/Plantio	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área urbanizada e plantio.	Alterado
		R1Ib	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas.	Baixa	Pasto/Plantio	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com pasto e plantio.	Alterado
		R1III	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo.	Média	Silvicultura	Não identificados.	Adequado e Compatível: Área com eucalipto.	Compensado
		R2Ib	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Plantio	Não identificados.	Inadequado e Incompatível: APP com plantio.	Alterado
		R3Ib	15 - 30%.	Necessário a preservação da vegetação nativa.	alta	Vegetação campestre	Não identificados.	Adequado e Compatível: área com vegetação campestre.	Compensado
		R4Ia	5 - 15%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Plantio/Pasto	Não identificados.	Inadequado e incompatível: APP com pasto.	Alterado
								Inadequado e incompatível: APP com plantio.	Alterado
		R4Ib	15 - 30%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva.	alta	Silvicultura/plantio	Não identificados.	Adequado e Incompatível: Área com plantio.	Alterado
								Adequado e Compatível: Área com eucalipto.	Compensado
	R5III	30 - 37%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva. Apresenta APP.	alta	Silvicultura/Pasto	Potencial de movimento de massa. Apresenta Ravina no pasto.	Inadequado e Incompatível: APP com pasto e eucalipto.	Esgotado	

		R6III	30 - 37%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva.	alta	Pasto	Potencial de movimento de massa.	Adequado e Incompatível: Área com pasto.	Esgotado
		R7III	> 37%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva.	alta	Vegetação Omb. Densa/Pasto	Potencial de movimento de massa. Apresenta Ravina e erosão laminar no pasto.	Adequado e Incompatível: Área com pasto.	Esgotado
								Adequado e Compatível: Vegetação Omb. Densa.	Otimizado
A. COLETORA	FUNDO DE VALE	F1Ia	0 - 2%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Área urbanizada	Potencial de Inundação.	Inadequado e Incompatível: APP com urbanização.	Esgotado
		F1Ib	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Pasto	Potencial de Inundação.	Inadequado e Incompatível: APP com pasto.	Alterado
		F1IIb	0 - 2%.	Necessário preservação da vegetação nativa. Apresenta APP.	Alta	Vegetação Omb. Densa	Potencial de Inundação.	Adequado e Compatível: APP com Vegetação Omb. Densa.	Otimizado
		F1III	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Plantio/Área urbanizada	Potencial de Inundação.	Inadequado e incompatível: APP com urbanização e plantio.	Esgotado
		F2Ia	0 - 2%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva. Apresenta APP.	Alta	Plantio/Vegetação Omb. Densa	Potencial de Inundação.	Inadequado e Compatível: APP com eucalipto.	Compensado
								Adequado e Compatível: área com vegetação.	Otimizado
		F2Ib	0 - 2%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Plantio	Potencial de Inundação.	Inadequado e incompatível: APP com pasto.	Alterado
		F3Ib	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Área urbanizada	Potencial de Inundação.	Inadequado e incompatível: APP com urbanização.	Esgotado
		F4Ia	0 - 2%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Plantio	Potencial de Inundação.	Inadequado e incompatível: APP com plantio.	Esgotado
		F4Ib	2 - 5%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva. Apresenta APP.	Alta	Pasto	Potencial de Inundação.	Inadequado e incompatível: APP com pasto.	Esgotado
		F4IIa	2 - 5%.	Apresentam restrições severas ao uso, necessária a preservação da vegetação primitiva. Apresenta APP.	Alta	Pasto/Área urbanizada	Potencial de Inundação.	Inadequado e incompatível: APP com pasto e urbanização.	Esgotado
		F5III	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas. Apresenta APP.	Baixa	Plantio/Pasto	Potencial de Inundação.	Inadequado e incompatível: APP com pasto e plantio.	Esgotado
		F6III	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas. Apresenta APP.	Baixa	Vegetação campestre	Apresenta Voçoroca.	Adequado e Compatível: APP com vegetação campestre.	Esgotado
		F7III	2 - 5%.	Necessárias medidas conservacionistas e edáficas e indispensável usos que ofereçam proteção ao solo. Apresenta APP.	Média	Plantio	Potencial de Inundação.	Inadequado e incompatível: APP com plantio.	Alterado

