



AVALIAÇÃO DA INSTABILIDADE FÍSICA DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIBEIRÃO DO CURTUME, PINDAMONHANGABA (SP)

Natália de Souza Santos ¹
Cenira Maria Lupinacci ²

RESUMO

Nas últimas décadas a importância dada aos estudos ambientais tem sido notória, visto que as relações sociedade-natureza têm se mostrado cada vez mais adversas. O presente trabalho analisa a instabilidade da bacia hidrográfica do Ribeirão do Curtume no município de Pindamonhangaba (SP), usando uma escala local de mapeamento de 1:50.000. Com base teórico metodológica da Geoecologia da Paisagem de Mateo Rodriguez, a carta tem como objetivo dividir a bacia em setores que apresentam características similares. Os componentes geoambientais representam uma interação entre as características do meio físico (relevo, litologia, drenagem, solos, feições superficiais). Essa divisão resultou em 4 classes de instabilidade, classificadas em módulo quartil, sendo: Estável; pouco estável; instável; e muito instável.

Palavras-chave: Paisagem, Instabilidade, Análise.

ABSTRACT

In recent decades, the importance given to environmental studies has been notable, as society-nature relations have become increasingly adverse. The present work analyzes the instability of the Ribeirão do Curtume watershed in the municipality of Pindamonhangaba (SP), using a local mapping scale of 1:50,000. Based on the theoretical methodological approach of Mateo Rodriguez's Landscape Geoecology, the map aims to divide the basin into sectors that present similar characteristics. Geoenvironmental components represent an interaction between the characteristics of the physical environment (relief, lithology, drainage, soils, surface features). This division resulted in 4 classes of instability, classified into quartile modules, as follows: Stable; not very stable; unstable; and very unstable.

Keywords: Landscape, Instability, Analysis.

INTRODUÇÃO

A paisagem integrada, segundo Christofolletti (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

¹ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista – UNESP, ns.santos@unesp.br;

² Professora Dra. do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista – UNESP, cenira.lupinacci@unesp.br;

na caracterização como na dinâmica do ambiente; essa dinâmica e evolução da paisagem, segundo Mateo Rodriguez et al. (2007), são determinadas por processos políticos, econômicos e culturais.

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

A paisagem, enquanto resultado das interações geoambientais e antrópicas, apresenta características distintas, representando seu contexto geomorfológico e os eventos que a modelaram ao longo do tempo (MENDES, 2015). Tais características individualizam a paisagem em unidades, seja pelo relevo, clima, cobertura vegetal, solos, pelo arranjo estrutural e litologia ou exclusivamente por um desses elementos

Para Ross (1994), o relevo é variável determinante, seguido pelas características de solo e clima etc. Essa questão se deve pelo fato de o relevo encontrar-se intimamente relacionado com o potencial de escoamento hídrico superficial e conseqüentemente com a instabilidade do ambiente. Não obstante, Ross (1994) ressalta que, para estudos envolvendo a instabilidade ambiental são imprescindíveis os levantamentos básicos de atributos da paisagem como: geomorfologia, solos, clima, uso da terra, pois a análise sistêmica desses elementos irá subsidiar o diagnóstico ambiental. Portanto, cada componente da paisagem pode apresentar níveis de instabilidade diferenciados identificados a partir da avaliação dos atributos da terra, através da integração dos aspectos formadores da paisagem.

A bacia hidrográfica do ribeirão do Curtume é caracterizada por uma diversidade de formas de ocupação e uso de terra (habitações, atividades agrícolas, pastagem, silvicultura etc.), entretanto, nota-se ausência de conhecimentos sistematizados sobre um diagnóstico ambiental face as particularidades do ambiente, que, quando estudados e analisados, servem de base para definição de medidas de prevenção ou medidas mitigadoras.

Na proposta de Ross (1994), o relevo é utilizado como variável determinante, seguido pelas características de solo, para a identificação de áreas com maior e/ou menor instabilidade. A declividade esta relacionada com o fato do relevo encontrar-se em altitudes superiores ao Sul e um terraço fluvial a Norte, facilitando o escoamento hídrico superficial e conseqüente instabilidade do ambiente, mediante os processos erosivos que tendem a evidenciar certa instabilidade. Qualquer nível de instabilidade no meio natural pode acelerar os processos de intemperismo dos solos. Dado ao exposto, busca-se identificar e descrever os elementos e



variáveis de maneira inter-relacionada. Ao qual, leva em pauta/consideração a proposta de Ross (1994), dando maior peso a feições do relevo, seguido declividade, litologia e solos.

Nesse contexto, tem-se por objetivo produzir um conjunto de documentos cartográficos dos atributos físicos, visando auxiliar no planejamento de bacias hidrográficas, assim como na preservação e gestão (futuro), utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Como resultado buscou-se produzir uma carta de instabilidade física, em escala 1:50.000.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Curtume, unidade avaliada neste estudo, localiza-se inteiramente no município de Pindamonhangaba (SP), Figura 1. O Município tem ao norte a Serra da Mantiqueira e ao sul a Serra do Quebra Cangalha – contraforte da Serra do Mar. O Ribeirão 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.

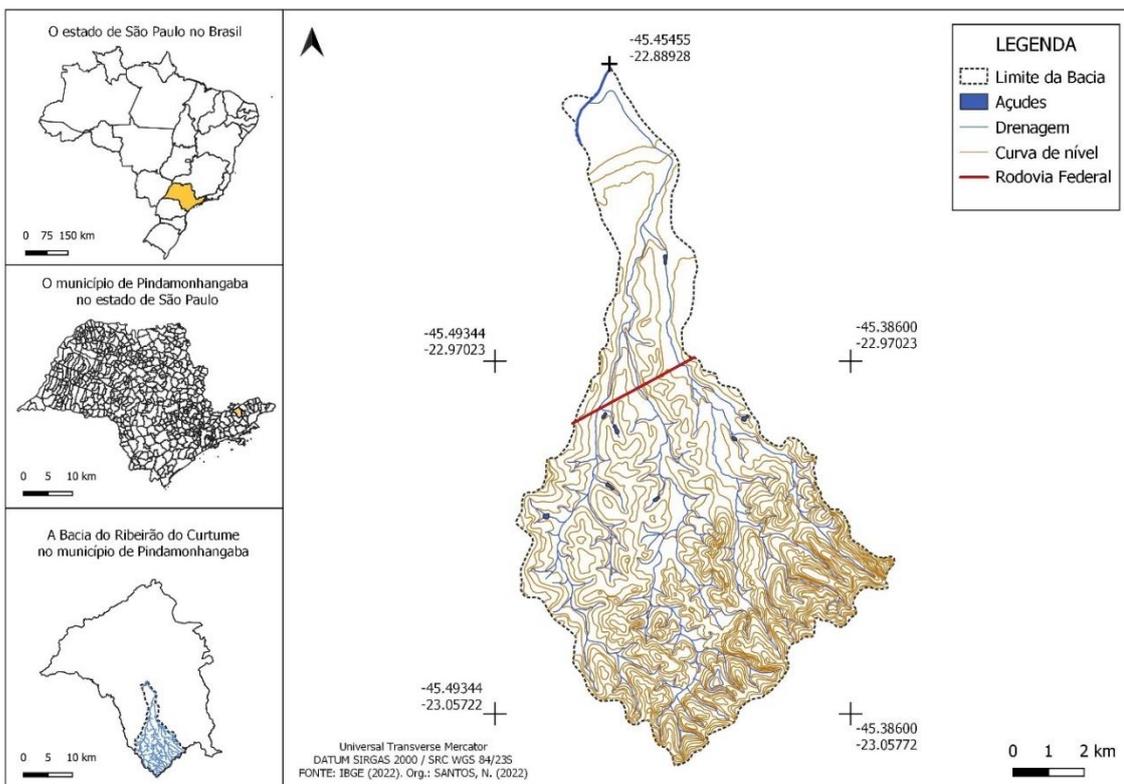


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Autora (2023).



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 um conjunto de bacias pertencentes ao *Rift* Continental do Sudeste do Brasil – RCSB, uma feição tectônica de idade Cenozoica. Na área de estudo encontra-se a Formação Pindamonhangaba, representada por um sistema fluvial meandrante instalado na porção central da Bacia de Taubaté, com uma vasta gama de depósitos colúvio-aluviais do Pleistoceno. De acordo com o Mapa Geológico da Bacia de Taubaté, destacam-se as seguintes unidades litoestratigráficas e suas respectivas litologias:

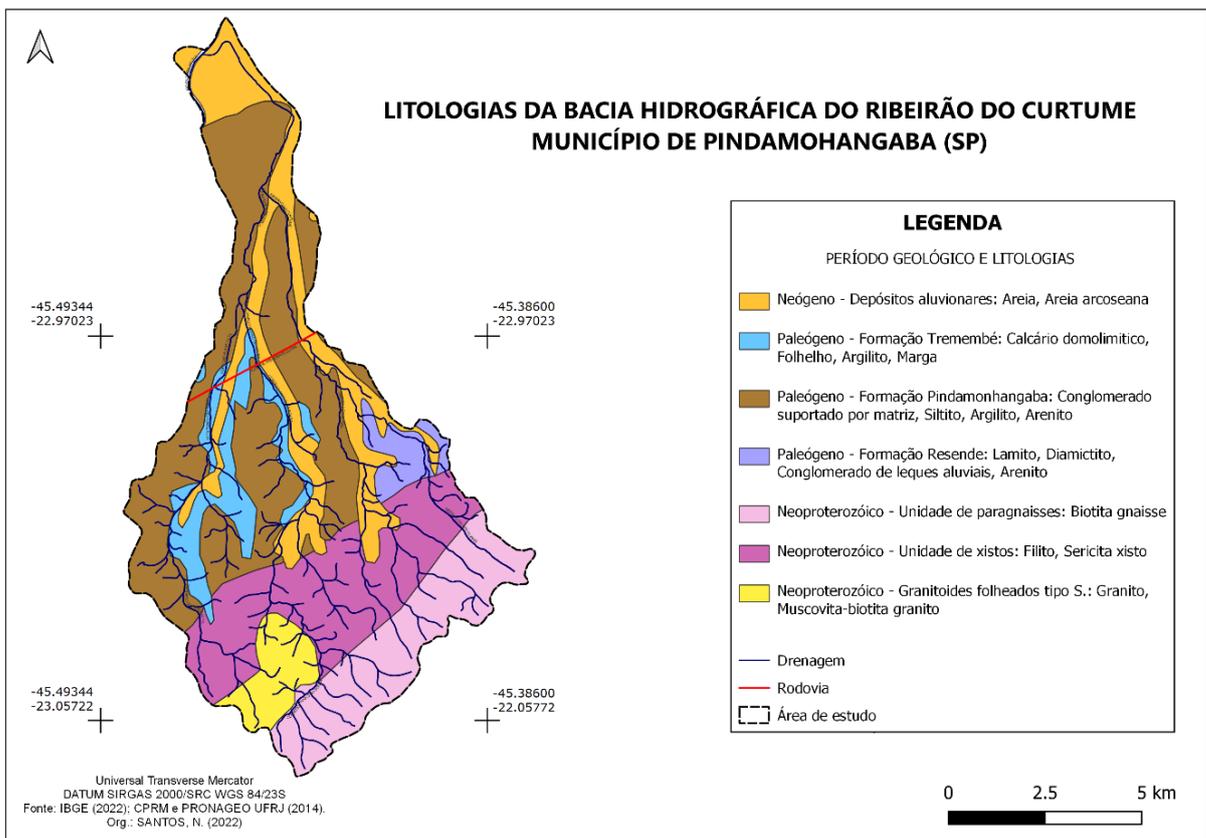


Figura 2 – Litologia da área de estudo.

Fonte: CPRM (2006, 2021).

No que se refere ao relevo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1981), tendo por base a classificação de Almeida (1964), aponta que a Zona do Médio Vale do Paraíba, onde se insere a área de estudo, corresponde as subzonas: Morros Cristalinos e Colinas Sedimentares (IPT, 1981).



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 no Sul da bacia em estudo. Já o setor Norte da bacia hidrográfica corresponde à subzona das Colinas Sedimentares. Os relevos encontrados nesta subzona vão desde formas extremamente regulares e suavizadas como, as Colinas amplas (212) até as Colinas pequenas com espigões locais (214).

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).

Assim, na área de estudo, encontram-se três unidades de relevo, duas de subzonas de Colinas Sedimentares, sendo: 1) 212 – 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); e 2) 214 – Colina com espigões locais: predominando interflúvios sem orientação, com área inferior a 1km², topos aplainados e arredondados, ainda, vertentes ravinadas com perfis convexos e retilíneos (IPT, 1981); e uma unidade da subzona de Morros cristalinos: 244 – Morros paralelos: sendo, topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos; vales fechados a abertos e planícies aluvionares interiores (IPT, 1981).

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

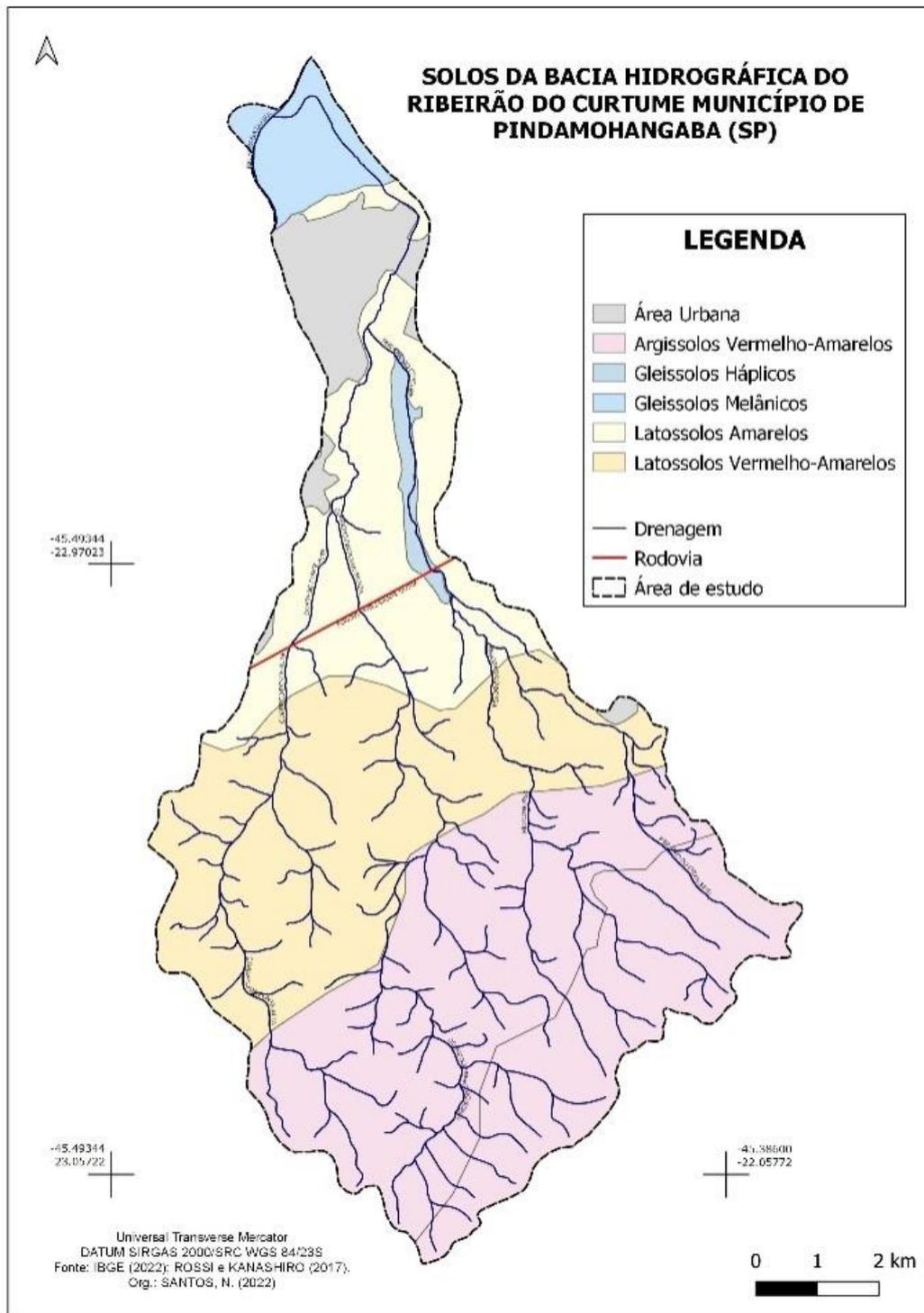


Figura 3 – Solos presentes na área de estudo.

Fonte: Rossi e Kanashiro (2017).

A bacia hidrográfica do ribeirão do Curtume é caracterizada por uma diversidade de formas de ocupação e uso de terra (habitações, atividades agrícolas, pastagem, silvicultura etc.), entretanto, nota-se ausência de conhecimentos sistematizados sobre um diagnóstico ambiental



face as particularidades do ambiente, que, quando estudados e analisados, servem de base para definição de medidas de prevenção ou medidas mitigadoras.

Na proposta de Ross (1994), o relevo é utilizado como variável determinante, seguido pelas características de solo, para a identificação de áreas com maior e/ou menor instabilidade. A declividade está relacionada com o fato do relevo encontrar-se em altitudes superiores ao Sul e um terraço fluvial a Norte, facilitando o escoamento hídrico superficial e consequente instabilidade do ambiente, mediante os processos erosivos que tendem a evidenciar certa instabilidade.

Qualquer nível de instabilidade no meio natural pode acelerar os processos de intemperismo dos solos. Dado ao exposto, busca-se identificar e descrever os elementos e variáveis de maneira inter-relacionada. Ao qual, leva em pauta/consideração a proposta de Ross (1994), dando maior peso a feições do relevo, seguido declividade, litologia e solos.

Nesse contexto, tem-se por objetivo produzir um conjunto de documentos cartográficos dos atributos físicos, visando auxiliar no planejamento de bacias hidrográficas, assim como na preservação e gestão (futuro), utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Como resultado buscou-se produzir uma carta de instabilidade física, em escala 1:50.000.

METODOLOGIA

Com base na metodologia de Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), foram desenvolvidas as seguintes etapas, respectivamente: Organização, Inventário e Análise. Na etapa de inventário, houve a construção do banco de dados e o geoprocessamento, resultando em:

1. Base topográfica e carta de drenagem: *shapefiles* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi realizada a digitalização manual da carta topográfica (1:50.000), com ênfase no recorte da bacia hidrográfica.
2. Carta Litológica: recorte de *shapefile* 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.
3. Carta de Solos: Dados obtidos através do mapeamento pedológico de Rossi e Kanashiro (2017) 1:250.000 e 1:100.000;
4. Carta de formas de relevo: obtido a partir da interpretação da carta topográfica, identificando os topos, fundos de vale e formas de vertentes.

Carta de unidades físicas: Sobreposição e correlação dos dados dos mapas de drenagem, pedológico e litológico, tomando por base espacial as formas de relevo.

6. Carta de instabilidade: os vetores das demais cartas foram rasterizados para fazer a união e a reclassificação dos dados, o que possibilitou a “álgebra” de mapas. Os dados obtidos com a soma foram classificados de acordo com o método do quartil.

A Carta de instabilidade da bacia hidrográfica constitui-se em um documento cartográfico de síntese, organizado na escala de 1:50.000, através da análise sistêmica das informações presentes nos demais produtos cartográficos (Carta Litológica, Pedológica, de Formas de Relevo e de Unidades Físicas). Tal como em Amorim (2007), este documento possibilita a “identificação de áreas susceptíveis a 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 como resultado, a carta síntese.

Por fim, 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 (do mais estável às mais instáveis). No caso das feições de relevo foram atribuídas cores as quais representam sua hierarquização: mais instável (vermelho) a menos instável (verde). Após isso, avaliou-se a declividade predominante em cada unidade do relevo presente nas áreas da bacia para definir as classes de instabilidade.

Os solos foram hierarquizados (Quadro 1) 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 1 - 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 paragnaisses	Biotita gnaisse
CLASSES I mais estável a III menos instável	PEDOLOGIA	
Ia	Latossolo amarelo	
Ib	Latossolo Vermelho amarelo	
IIa	Gleissolo Melânico	
IIb	Gleissolo Háptico	
III	Argissolo vermelho amarelo	

Fonte: Autora (2023).



Tabela 1 – Soma dos atributos de cada Unidade Física.

SIGLA³	FEICÕES	LITOLOGIA	PEDOLOGIA	DECLIVIDADE	TOTAL
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
CV5lb	3	5	2	4	14

³ 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 1.



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 (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para esta construção 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.

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.

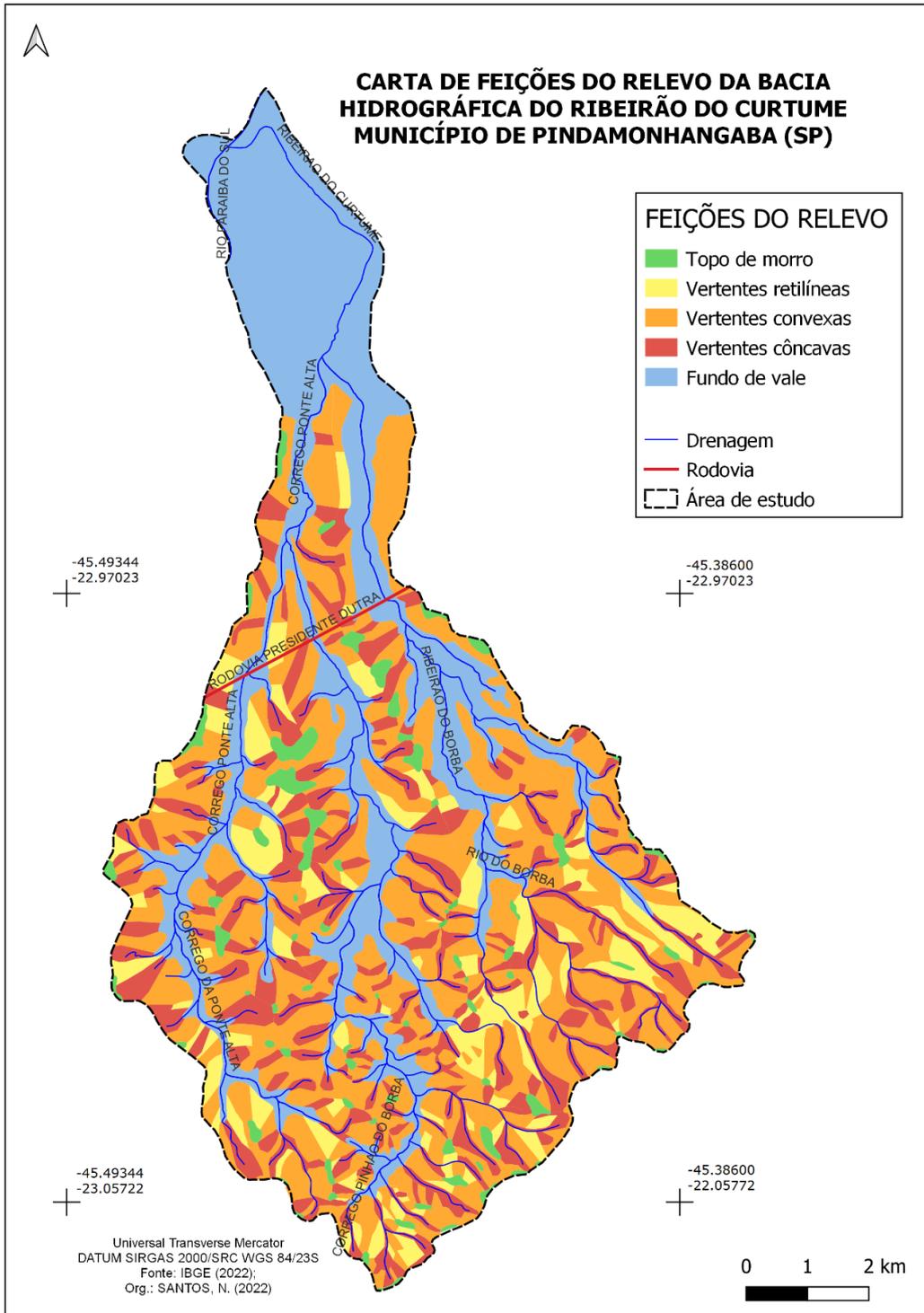


Figura 4 – Carta de feições do relevo.

Fonte: Autora (2023).

Partindo desse princípio, as nascentes normalmente se encontram em vertentes côncavas, mais erodidas e onde acumulam água, devido à abertura do relevo. Os topos estão em maior altitude, entretanto nem sempre em maior declividade (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.

Como consequência da litologia e da declividade, os solos mais desenvolvidos, no caso o Latossolo se estrutura na parte plana da bacia; devido as suas características de formação e desenvolvimento pedológico os Argissolo, neste caso, não se desenvolvem muito por se encontrarem em terrenos declivosos e possuindo maior susceptibilidade a processos erosivos.

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 Unidades de xistos, com presença de Argissolo Vermelho Amarelo. A declividade das vertentes côncavas, também ao sul, estão entre 2 e 15% e em outros pontos de 15 a 30% .

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 de deslizamentos (Fernandes; Amaral, 1996).

Já a vertentes convexas, que ocupam a maior parte da área, são típicas de uma bacia em clima úmido. Assim, as rochas cristalinas (especialmente granito e gnaisses) geram morros de vertentes predominantemente convexas. As feições, localizadas ao sul da bacia tem variação de 15 a $< 37\%$ de declive. Possuindo variância de declividade, de 2 a 37% , estas convergem em direção ao vale e estão presentes em todas as litologias, exceto nos depósitos aluvionares e nos Gleissolos.

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 compõem a bacia estudada.

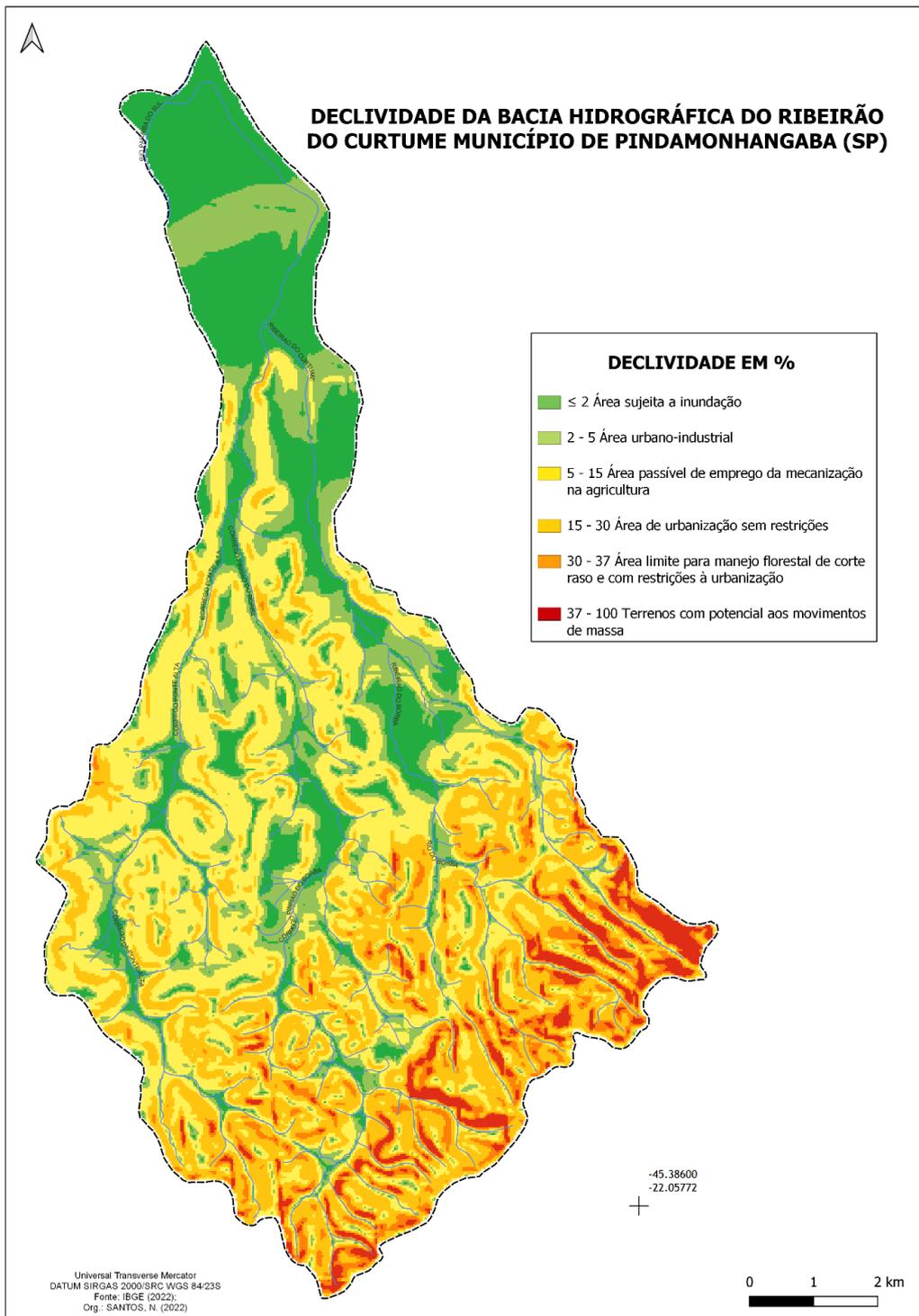


Figura 5 – Carta de declividade da bacia hidrográfica estudada.

Fonte: Autora (2023)

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. No setor Sul, as litologias presentes são Filito e Biotita, com Argissolo vermelho amarelo e Latossolo

vermelho e Lamito com Latossolo vermelho amarelo. Neste setor sul são nítidos os vales estreitos, considerados verdadeiros corredores, pois há dificuldade dos rios em erodir essas rochas e assim escavar os vales. Já na média e baixa bacia os vales são mais amplos, pois, correspondem a litologias menos resistentes – siltito, calcário dolomítico e areia – facilitando a erosão através da drenagem.

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.

O inventário de informações e dados possibilitou a compilação cartográfica, gerando uma carta de instabilidade, com 4 classes Estável; pouco estável; instável; e Muito instável. No setor norte da área de estudo, entre a Rodovia Presidente Dutra e o Rio Paraíba do Sul, predomina o uso urbano, sendo classificada como estável em função da topografia plana, com relevo vinculado a deposição fluvial, terraços e planícies. Possui declividade de 2-5%, na área urbano-industrial, e de 5 -15%, em setores de passível emprego da mecanização na agricultura.

Ao que corresponde a área de drenagem do córrego Ponte Alta, à Oeste, no setor de alto curso deste córrego, tem-se a presença de Argissolo Vermelho Amarelo. Devido a combinação de solo e declividade de 30 a 37%, tem-se um setor muito instável. 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”. No setor a Oeste do córrego Ponte Alta, em médio curso, destacam-se áreas sobre Latossolos Vermelho Amarelo, sobre calcários com uso de pastagem e agricultura, correspondendo a uma área muito instável.

Já no médio e baixo curso do córrego Pinhão do Borba, tem-se Argissolos, com predominância de declividade de 0 - 2 % nos fundos de vales e de 15 – 30% no entorno do córrego, com domínio do uso agropecuário. Portanto, este setor é considerado como uma área pouco estável. Dentro do setor a Leste, tem-se a área drenada pelo Ribeirão do Borba, com presença de Latossolo Vermelho Amarelo, declividade de 0 - 15% e abrangendo setor de fundo de vale. Estas características definiram este setor como pouco estável, o que corresponde ao médio curso da bacia estudada.

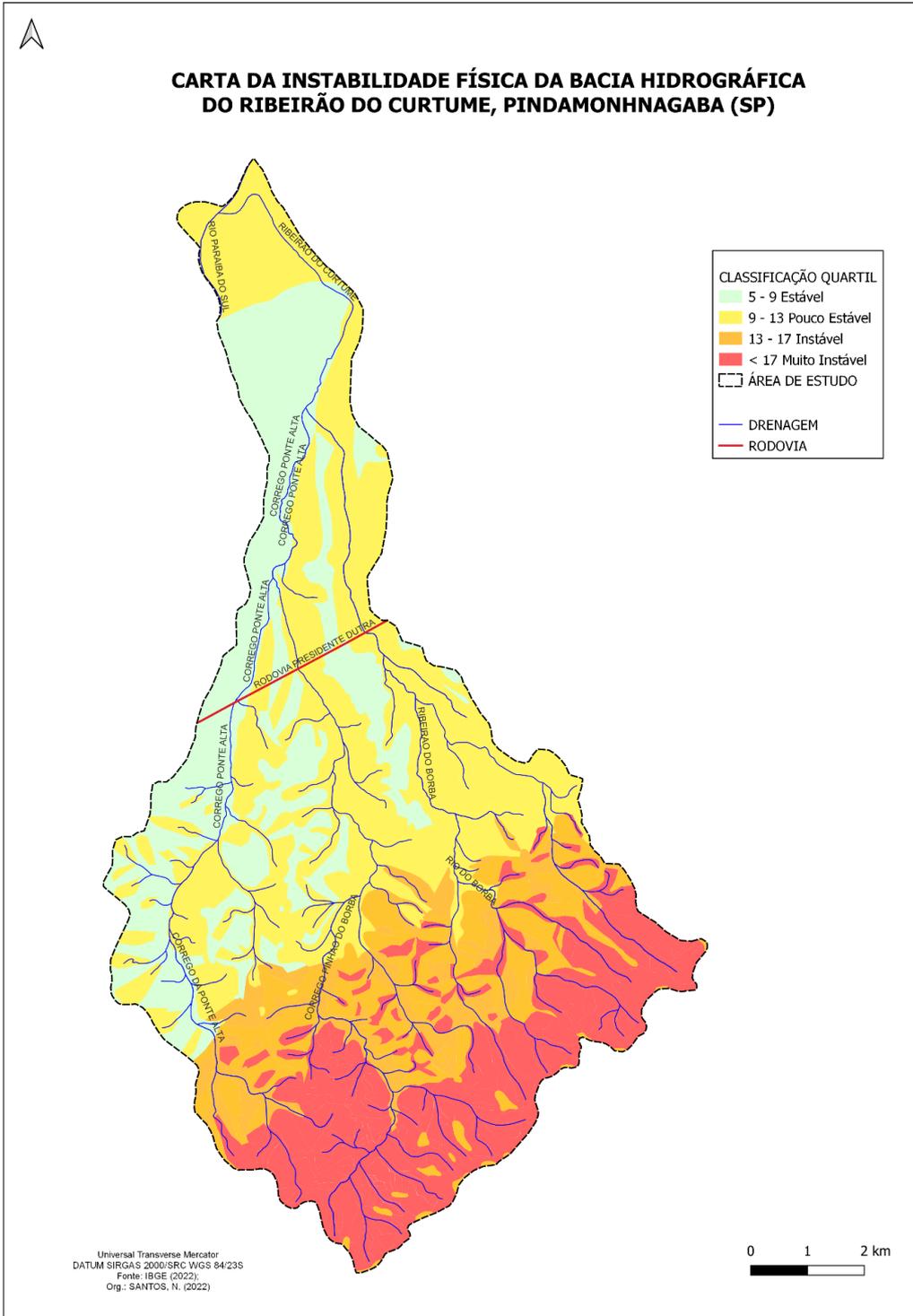


Figura 6 – Carta de instabilidade física.

Fonte: Autora (2023)

Por fim, na parte do alto curso da bacia, especificamente a do córrego Pinhão do Borba, em conjunto com o alto curso do Rio do Borba, tem-se litologias vinculadas a biotita, gnaíse e filito, de grande resistência a processos intempéricos por se tratar de rochas de maior grau de



duroza, porém estas são recobertas por Argissolos Vermelho Amarelo, o que cria maior possibilidade de movimentos de massa visto que as declividades estão entre 30 e 37%, classificando-o como um setor muito instável. Assim, tais áreas são impróprias para construção e perigosas devido a declividade, devendo ser mantidas com cobertura de vegetação nativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da instabilidade de uma bacia hidrográfica, deve ser analisada combinando diversos fatores. Estes, não só devem ser de ordem física, mas também é preciso tomar em consideração os fatores antrópicos, por se tratar de uma Bacia em área urbana. Com relação a área de estudo, pode-se considerar esta bacia como pouco estável a instável, devido a maior parte dela ser classificada como amarelo e laranja, justificada por suas particularidades geomorfológicas, pedológicas e geológicas. A área com instabilidade pouco estável, configura-se como predominante, coincidindo com áreas em Latossolo. A classificação muito instável coincide com regiões de terrenos antigos, Argissolo e maior declividade.

Diante da visão geocológica de Mateo Rodriguez (2011), a geocologia proporciona contribuições fundamentais para análise e diagnóstico das bases naturais de determinado espaço geográfico. Nesse contexto, o artigo buscou construir uma síntese de métodos e procedimentos técnicos de pesquisa, cujo intuito maior foi obter a carta de instabilidade da área estudada. Considera-se que estes dados poderão subsidiar informações necessárias para um estudo maior, cujo interesse se faz presente no desenvolvimento de dissertação de mestrado, voltada para uma análise das condições geoambientais da bacia hidrográfica do Ribeirão do Curtume, Pindamonhangaba (SP).

REFERÊNCIAS

AMORIM, R. R. **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, R. C. **Análise Geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP.** Sociedade e Natureza. Ano 19, n. 37. 123-138. 2007.

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



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

RODRIGUEZ, J. M. M. **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.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do departamento de geografia**, v. 8, p. 63-74, 1994.

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.