

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
ICET/FAET/FAMEV/IB/ICHS  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos

**THIAGO DE OLIVEIRA FARIA**

**Estudo dos processos erosivos com aplicação de abordagem  
morfopedológica na sub-bacia do rio do Sapo, sudoeste de Mato Grosso**

CUIABÁ - MT

2012

**THIAGO DE OLIVEIRA FARIA**

**Estudo dos processos erosivos com aplicação de abordagem  
morfoedológica na sub-bacia do rio do Sapo, sudoeste de Mato Grosso**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos, Área de Concentração: Recursos Hídricos – Manejo e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Brandt Vecchiato

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão

CUIABÁ - MT

2012

### **Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

F224e Faria, Thiago de Oliveira.  
Estudo dos processos erosivos com aplicação de abordagem  
morfopedológica na sub-bacia do rio do Sapo, sudoeste de Mato Grosso /  
Thiago de Oliveira Faria. -- 2012  
164 f. ; 30 cm.

Orientador: Antonio Brandt Vecchiato.  
Co-orientador: Fernando Ximenes de Tavares Salomão.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto  
de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Recursos  
Hídricos, Cuiabá, 2012.  
Inclui bibliografia.

1. Processos erosivos. 2. morfopedologia. 3. diagnóstico do meio físico.  
I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
ICET/FAET/FAMEV/IB/ICHS  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**Título: Estudo dos processos erosivos com aplicação de abordagem morfopedológica na sub-bacia do rio do Sapo, sudoeste de Mato Grosso**

**Autor: Thiago de Oliveira Faria**

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Brandt Vecchiato**

**Coorientador: Prof. Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão**

Dissertação defendida e aprovada em 07 de dezembro de 2012.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Antonio Brandt Vecchiato

---

Prof. Dr. Kurt João Albrecht

UFMT

---

Prof. Dr. Renato Blat Migliorini

UFMT

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos, de uma extensa lista que contribuíram para a concretização desse trabalho, cujo autor reconhece ser apenas mais um deles. Lista esta que inclui familiares, amigos e colegas de trabalho, que mais do que qualquer mero registro aqui, merecem sinceras e verdadeiras demonstrações de reconhecimento.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, fica o agradecimento pela oportunidade e estrutura concedida para nós realizarmos este projeto (acima de tudo de vida), e a gratidão especialmente aos professores Antonio Brandt Vecchiato e Fernando Ximenes de Tavares Salomão pelo fundamental apoio de orientação.

Dentre a lista de agradecimentos, estão pessoas como os meus pais, os meus irmãos, a minha esposa, e os amigos da Sema e do “mundo geológico” que somarem para esta realização. E, acima de tudo agradeço a Deus pela oportunidade de estar aqui, cumprindo mais uma etapa da missão, dentro do caminho que foi traçado em meio a filitos sedosos circundados por arenitos esculpados... Cruzando duras, mas brilhantes pedras transparentes, por vezes se deparando com cortes variados de veios valiosos.

## RESUMO

A atual pesquisa envolve um estudo dos processos erosivos com aplicação de abordagem morfopedológica na sub-bacia do rio do Sapo, situado na região sudoeste de Mato Grosso, visando compartimentar a bacia de estudo conforme a vulnerabilidade às erosões, e levantar as principais potencialidades e vulnerabilidades do seu meio físico. Nesse sentido, a partir do mapeamento de solo, relevo e geologia, realizados em escala de 1:50.000, tornou-se possível a compartimentação cartográfica de áreas relativamente homogêneas em relação aos aspectos do meio físico (solo, formas de relevo e rochas) e do funcionamento hídrico, resultando no mapa morfopedológico da área de estudo, baseada na metodologia apresentada por Castro e Salomão (2000). O mapa morfopedológico serviu de base para a compreensão dos processos erosivos e ao posterior mapeamento da vulnerabilidade à erosão laminar e linear da sub-bacia, conforme Salomão (2010), assim como subsidiou a elaboração de uma carta de potencialidades e limitações ao uso do solo, com ênfase aos possíveis conflitos relacionados aos recursos hídricos. Identificou-se a presença de 11 compartimentos morfopedológicos, constatando-se de modo geral, predomínio de terrenos relativamente suaves e formados por solos essencialmente arenosos, que corresponde a cerca de 76% da área total de estudo, representados pelos compartimentos morfopedológicos MP-06 (Neossolo Quartzarênico em colinas amplas) e MP-08 (Neossolo Quartzarênico em rampas). Em relação às unidades mais vulneráveis aos processos erosivos, verifica-se que se tratam justamente dos compartimentos onde se concentram as feições erosivas lineares mapeadas. Se sobressaindo como locais mais frágeis, as colinas amplas arenosas do compartimento MP-06, os setores das médias e baixas vertentes ocupadas por Neossolo Quartzarênico tanto nas colinas médias do compartimento MP-05, quanto nos anfiteatros de cabeceira de drenagem do MP-10, além das rampas coluvionadas e depósitos de tálus do MP-07, que apresentam solos de textura arenosa. A carta de potencialidades e limitações permitiu identificar alguns locais com acentuados problemas resultantes da interação antrópica no meio físico, com destaque para os caminhamentos de gado no interior e imediações dos fundos de vales fluviais e em áreas de cabeceiras de drenagens do MP-05 e MP-06, resultando em processos erosivos nesses locais, com evidências de rebaixamento progressivo do nível d'água, assoreamentos e perdas de hidromorfismo.

Palavras-chave: Processos erosivos, morfopedologia, diagnóstico do meio físico.

## ABSTRACT

The current research involves a study of erosion morfo-pedológica approach with application of the sub-basin of the River Toad, located in southwest Mato Grosso, in order to compartmentalize the basin study as the vulnerability to erosion, and identify the main strengths and vulnerabilities their physical environment. In this sense, from the mapping of soil, topography and geology, conducted on a scale of 1:50,000, it became possible to partition mapping areas of relatively homogeneous with respect to aspects of the physical environment (soil, landform and rocks) and functioning of the water, resulting in morfo-pedológico map of the study area, based on the methodology presented by Castro and Solomon (2000). The map morfo-pedológico served as the basis for the understanding of erosion and subsequent mapping of vulnerability to erosion and linear laminar sub-basin, as Solomon (2010), as well as subsidized the elaboration of a letter of potentialities and limitations on land use, with emphasis on possible conflicts related to water resources. Identified the presence of morfo-pedológicos compartments 11, but though there is generally a predominance of relatively soft ground and formed by essentially sandy soils, which corresponds to about 76% of the total study, represented by the compartments morfo-pedológicos MP-06 (PSAMENT in large hills) and MP-08 (PSAMENT on ramps). Regarding the units most vulnerable to erosion, it appears that these are precisely the compartments where most linear erosional features mapped. If standing out as fragile sites, the wide sandy bay hills MP-06, the sectors of the middle and lower slopes occupied by both the hills PSAMENT medium compartment MP-05, as in the amphitheatres of drainage of the head of MP-10, addition of ramps coluvionadas and talus deposits of the MP-07, which have sandy soils. The letter of potentialities and limitations letter identified some areas with marked anthropogenic problems resulting from the interaction in the physical environment, especially the caminhamentos cattle within and beyond the funds of river valleys and areas of headwater drainages of the MP-05 and MP-06, resulting in erosion at these sites, with evidence of progressive lowering of water level, silting and loss hydromorphism.

Keywords: Erosion processes, morphopedology, diagnosis of physical environment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa de Localização da sub-bacia do rio do Sapo.....	49
Figura 02 – Mapa de Hidrografia da sub-bacia do rio do Sapo.....	51
Figura 03 - Mapa hipsométrico da sub-bacia do rio do Sapo.....	53
Figura 04 - Mapa de solos da sub-bacia rio do Sapo. ....	56
Figura 05 – Exposição de neossolo quartzarênico cinzento, em setor de vale de colinas amplas. ....	58
Figura 06 – Perfis de neossolo quartzarênico expostos por erosões, em região de pastagem, situada em vertente próxima a fundo de vale de colinas amplas. ....	58
Figura 07 – Paisagem em domínio de neossolo quartzarênico, em colinas amplas com topos suaves a planos. Trecho a poucos quilômetros de escarpa que divide a Chapada do Planalto Dissecado dos Parecis. ....	59
Figura 08 – Detalhe de perfil de Neossolo Quartzarênico. ....	59
Figura 09 – Formigueiro trazendo partículas arenosas de Neossolo Quartzarênico até a superfície. ....	59
Figura 10 – Antiga estrada que sofreu processo erosivo, em terreno de Neossolo Quartzarênico.....	59
Figura 11 – Feições erosivas de boçorocas de grandes dimensões presentes em Neossolo Quartzarênico.....	59
Figura 12 – Investigação a trado, identificando Latossolo Vermelho escuro. ....	60
Figura 13 – Detalhe de amostra de solo coletado de Latossolo Vermelho Escuro, contendo típica estrutura microagregada.....	60
Figura 14 – Trincheira exibindo Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média.....	61
Figura 15 – Perfil de solo em trincheira, exibindo horizontes típicos do Latossolo Vermelho Amarelo de textura média. ....	61
Figura 16 – Paisagem com erosão expondo ocorrência de associação de Latossolo e Plintossolo Pétrico. ....	62
Figura 17 – Material petroplintítico em níveis de Plintossolo, contendo concreções limoníticas. ....	63
Figura 18 – Detalhe de petroplintita formado por endurecimento irreversível de plintita. ....	63
Figura 19 – Vista geral da escarpa com ocorrências de tálus e colúvios no sopé. ....	63



Figura 20 – Vista em plano de fundo das rochas areníticas em contato com vertentes de ocorrências de solos pouco desenvolvidos, com depósitos de tálus e coluviões no entorno do sopé da escarpa. ....	64
Figura 21 – Detalhe do horizonte A de Argissolo Vermelho Amarelo constituído de areia fina.. ....	65
Figura 22 – Vista da paisagem de ocorrência de Argissolo Vermelho Amarelo, contendo alguns incisões na ordem de centímetros no seu horizonte A. ....	65
Figura 23 – Perfil de Argissolo exibindo horizonte Ap e o B textural. ....	66
Figura 24 – Ocorrência de Argissolo Acinzentado, cujo horizonte A se encontra depauperado.....	66
Figura 25 – Detalhe de amostra do horizonte Ap, de estrutura granular e porosa. ....	67
Figura 26 – Porção superior de perfil de Argissolo acinzentado, contendo horizonte Ap gradando para B textural. ....	67
Figura 27 – Ocorrência de Argissolo Acinzentado, sob atuação de processos erosivos. ....	67
Figura 28 – Detalhe de horizonte B textural de Argissolo, que contém estrutura prismática..	67
Figura 29 – Terreno de ocorrência de Cambissolo Háptico e Neossolo Litólico explorado como cascalheira para uso em pavimentação de estradas, originalmente constituída de vertentes com elevada inclinação. ....	68
Figura 30 – Região com superfície topográfica reconformada pela exploração do nível cascalhento, abaixo do horizonte B incipiente depauperado.....	68
Figura 31 – Fundo de vale com Gleissolo junto à margem direita da MT-358 (Tangará da Serra à Campo Novo dos Parecis). ....	69
Figura 32 – Detalhe de amostra de um Gleissolo em um fundo de vale presente na Bacia do Sapo.....	69
Figura 33 – Modelo Digital de Terreno da sub-bacia do rio do Sapo.....	70
Figura 34 – Modelo Digital de Terreno coberta por imagem Landsat, na sub-bacia do rio do Sapo.....	71
Figura 35 – Mapa de Formas de Relevo da sub-bacia do rio do Sapo.....	73
Figura 36 – Fundo de vale suave com presença de buritis, com nível d’água aflorante a sub-aflorante.....	74
Figura 37 – Curso do rio do Sapo, no setor baixo da bacia, em trecho cujas margens apresentam planície sujeita a inundação. ....	75

Figura 38 – Superfície em rampa, em margem esquerda do rio do Sapo, em setor da baixa bacia. ....	75
Figura 39 – Paisagem de colinas amplas com superfícies em rampas, na margem direita do rio do Sapo.....	76
Figura 40 – Vista de colinas pequenas ao fundo da imagem, com vertentes retilíneas a convexos, na margem esquerda do rio do Sapo.....	76
Figura 41 – Paisagem contendo colinas pequenas com vertentes rampeadas ao fundo da imagem, na margem direita do rio do Sapo.....	77
Figura 42 – Típicas colinas médias, com topos planos a convexos, ocupando trecho da baixa bacia do Sapo.....	78
Figura 43 – Detalhe de caimento de vertente de colinas médias, na margem direita da MT-358 (sentido Tangará da Serra à Campo Novo dos Parecis).....	78
Figura 44 – Paisagem dominada por colinas amplas, marcadas por baixas amplitudes.....	79
Figura 45 – Vista panorâmica de colinas amplas se estendendo até o sopé da escarpa (ao fundo).....	79
Figura 46 – Escarpa verticalizada, formadas por arenitos, se notando tálus e colúvios acompanhando a sua base.....	80
Figura 47 – Vista de frente para escarpa, com destaque para as rampas coluvionadas presentes na sua base.....	80
Figura 48 – Relevo com superfícies em rampas dominando a paisagem, acima da escarpa do Planalto dos Parecis. ....	81
Figura 49 – Superfícies em rampas acima da escarpa, com baixo declive caindo para a mesma . ....	81
Figura 50 – Vista ampla de região de anfiteatro erosivo de cabeceira .....	82
Figura 51 – Detalhe de vertente de relevo em anfiteatro erosivo de cabeceira.....	82
Figura 52 – Vista em primeiro plano de parte do trecho aplainado que ocorre na bacia do Sapo.....	83
Figura 53 - Mapa geológico da sub-bacia do rio do Sapo.....	85
Figura 54 – Afloramento de basalto junto ao leito do rio do Sapo, exibindo típicas estruturas de juntas.....	87
Figura 55 – Vista da Cachoeira “Saltinho do Sapo”, que corre sobre os basaltos da Fm. Tapirapuã, localizada a algumas dezenas de metro da foz do rio do Sapo. ....	87

Figura 56 - Basaltos sob a forma de matações arredondados, originado de esfoliação esferoidal. ....	88
Figura 57 – Presença de bloco de basalto maciço, próximo a queda d’água Saltinho do Sapo.....	88
Figura 58 - Bloco de basalto com juntas de contração, formando um aspecto de “casco de tartaruga”. ....	88
Figura 59 - Afloramento de basalto com juntas condicionando o aparecimento de esfoliação esferoidal. ....	88
Figura 60 – Detalhe e afloramento de basalto com juntas abrindo caminho para alteração e separação da rocha em blocos. ....	89
Figura 61 – Amostra de basalto cinzento, estruturados por vesículas. ....	89
Figura 62 - Detalhe de basalto alterado por exposição ao intemperismo, contendo amígdalas.....	89
Figura 63 - Afloramento de basalto com capas superficiais de alteração, na cor amarela. ....	89
Figura 64 – Afloramento a margem da MT-358 (a alguns quilômetros da bacia do Sapo), contendo arenitos da Fm. Salto das Nuvens, intertrapeados por basaltos da Fm. Utiariti. ....	91
Figura 65 – Cascalheira explorada, próximo a um afluente do rio do Sapo com ocorrência de cascalhos polimíticos, com origem de provável retrabalhamento de sedimentos da Fm. Salto das Nuvens.....	91
Figura 66 – Detalhe de cascalhos oligomíticos (quartzo e arenito) em encosta próximo a foz do rio do Sapo.....	92
Figura 67 – Afloramento da Fm. Salto das Nuvens em queda d’água na Pousada Salto das Nuvens, região limítrofe a Bacia do Sapo.....	93
Figura 68 – Detalhe de arenitos e conglomerados da Fm. Salto das Nuvens, na Pousada Salto das Nuvens.....	93
Figura 69 – Vista no plano de fundo da escarpa no Planalto dos Parecis, mantidos por arenitos da Fm. Utiariti. Com destaque para a queda d’água do rio do Sapo, descendo a escarpa. ....	95
Figura 70 – Vista de paredão verticalizado na escarpa, constituído por arenitos subhorizontalizados da Fm. Utiariti. ....	95
Figura 71 – Detalhe de afloramentos e matacos de arenitos provenientes de queda de rocha da escarpa.....	95
Figura 72 – Vista de trecho do paredão da escarpa, constituída de rocha arenítica. ....	96

Figura 73 – Vista de “zoom” ampliado do paredão da escarpa, com detalhe para as rochas da Fm. Utiariti. ....	96
Figura 74 - Afloramento de arenito maciço avermelhado da Fm. Utiariti. ....	96
Figura 75 - Afloramento de arenito fino de cor avermelhada, localmente silicificado. ....	96
Figura 76 – Detalhe de amostra de arenito com grãos unidos por silicificação diagenética....	96
Figura 77 – Arenito quartzo-feldspático, maciço e com boa coesão. ....	96
Figura 78 – Detalhe de ocorrências de petroplintita parcialmente maciça, e com porção apresentando aspectos de oólitos. ....	97
Figura 79 – Ocorrência de Cobertura Detrito-Laterítica ao norte da área de pesquisa. ....	98
Figura 80 – Perfil de solo da unidade edafoestratigráfica de Cobertura Detrito-Laterítica, podendo se notar níveis petroplintítico. ....	98
Figura 81 – Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do rio do Sapo. ....	100
Figura 82 – Mapa Morfopedológico da sub-bacia do rio do Sapo. ....	103
Figura 83 – Representação esquemática em perspectiva da ocorrência de Neossolo Flúvico, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico e Gleissolo ao longo do canal do Sapo, em setor da baixa sub-bacia, destacada pelo contorno em vermelho na figura. ....	105
Figura 84 – Representação esquemática em perspectiva do compartimento MP-01 em planície fluvial do rio do Sapo (destacado pelo contorno em vermelho). ....	106
Figura 85 - Vista de cima, podendo se notar o compartimento MP-01 ocupando áreas às margens do rio do Sapo, em trecho do curso d’água bastante meandrante, a cerca de 5 Km da sua foz no rio Sepotuba. ....	106
Figura 86 - Vegetação hidrófila presente na margem direita do rio do Sapo (encoberto pelas herbáceas), em área de planície sujeita a inundações periódicas. ....	107
Figura 87 – Margem direita do leito do rio do Sapo (em plano de fundo), em trecho próximo a sua foz no rio Sepotuba. ....	107
Figura 88 – Representação esquemática em perspectiva da exposição de Latossolo Vermelho de textura argilosa, ocupando o relevo relativamente suave do MP-02 (destacado pelo contorno em vermelho). ....	108
Figura 89 – Área de domínio do compartimento MP-02, marcado por rampas de Latossolo, se notando contato ao fundo da imagem com as colinas pequenas do compartimento MP-04..	109
Figura 90 – Vista do compartimento MP-02, constituído de superfícies em rampa com Latossolo Vermelho. ....	109

Figura 91 – Representação esquemática em perspectiva do compartimento MP-03 (destacado pelo contorno em vermelho), formado por Argissolo Vermelho Amarelo em relevo de colinas amplas e superfícies em rampas. ....	111
Figura 92 – Região de ocorrência do MP-03, em colinas amplas e superfícies em rampas, constituído de Argissolo.....	111
Figura 93 – Vista da paisagem do compartimento MP-03, contendo vertentes suaves.....	112
Figura 94 – Representação esquemática em perspectiva da exposição de solos rasos do compartimento MP-04 (destacado pelos contornos em vermelho), ocupando vertentes de declives acentuados.....	113
Figura 95 – Vista de colinas pequenas com vertentes rampeadas, constituída de Cambissolo e Neossolo Litólico, marcando o compartimento MP-04.....	114
Figura 96 – Presença de colinas pequenas alinhadas na paisagem do compartimento MP-04.....	114
Figura 97 – Representação esquemática em perspectiva de extensa unidade MP-05 (destacado pelo contorno em vermelho), formado por um sistema pedológico de Argissolo e Neossolo Quartzarênico, e outro que associa Argissolo, Neossolo Quartzarênico e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico. ....	115
Figura 98 – Vista geral do compartimento MP05, com colinas médias típicas. ....	116
Figura 99 – Detalhe de encostas de vertente do MP-05, com declividade entre 12 até 20%.....	116
Figura 100 – Detalhe de colinas do compartimento MP-05, contendo Argissolos nos topos e Neossolo Quartzarênico nas encostas de vertentes e de fundos de vales.....	117
Figura 101 – Representação esquemática em perspectiva da exposição do compartimento MP-06 (em trecho na margem direita do rio do Sapo), contendo Neossolo Quartzarênico e comumente Neossolo Quartzarênico Hidromórfico em fundos de vales.....	119
Figura 102 – Representação esquemática em perspectiva da extensa presença de Neossolo Quartzarênico em colinas amplas do compartimento MP-06 (destacado pelo contorno em vermelho).....	119
Figura 103 – Extensa paisagem de colinas amplas em Neossolos Quartzarênicos, se estendendo até a base da escarpa do Planalto dos Parecis, presente ao fundo da imagem. ...	120
Figura 104 – Vale suave (em “berço”) de colinas amplas com solo hidromórfico ao fundo.	120
Figura 105 – Detalhe de solo arenoso presente em colinas amplas de topo extenso e aplainado.. ....	121

Figura 106 – Vertente suavizada de colinas amplas, próxima da região de contato com sopé da escarpa.....	121
Figura 107 – Representação esquemática em perspectiva do compartimento MP-07 (destacado pelo contorno em vermelho), formada pela escarpa erosiva (de cor cinza escuro) e por depósitos de tálus e coluviões.....	123
Figura 108 – Vista de frente para a escarpa com presença de tálus e colúvios no entorno da base, marcando o compartimento MP-07.....	124
Figura 109 – Frente da escarpa com tálus e rampas coluvionadas. ....	125
Figura 110 – Escarpa rochosa com presença de depósitos de tálus na base. ....	125
Figura 111 – Representação esquemática em perspectiva da exposição de Neossolo Quartzarênico, ocupando o relevo sob a forma de rampas no MP-08 (destacado pelo contorno em vermelho).....	127
Figura 112 – Detalhe da presença de extensas areias cinza (Neossolos Quartzarênicos Órticos) em vertentes em rampas do compartimento MP-08. ....	127
Figura 113 – Paisagem dominada por vertentes em rampas, com caimento para a escarpa (menor que 6%), constituído de Neossolo Quartzarênico.....	127
Figura 114 – Setor de trecho final do MP-08, no contato com o MP-07 ao fundo da imagem.....	127
Figura 115 – Representação esquemática em perspectiva da ocorrência de Latossolo de textura média, sob a forma de rampas, caracterizando o MP-09 (destacado pelo contorno em vermelho).....	129
Figura 116 – Vista geral do compartimento MP-09, exibindo extensa área em rampas, constituído por Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, exposto por trincheira em primeiro plano da imagem.....	129
Figura 117 – Formigueiro expomdo partículas argilo-arenosas de perfil de Latossolo do MP-09.....	130
Figura 118 – Vista do MP-09, marcado por rampas de Latossolo Vermelho Amarelo.....	130
Figura 119 – Representação esquemática em perspectiva da ocorrência de Latossolo Vermelho + Plintossolo Pétrico e de Neossolo Quartzarênico, formando o MP-10 (destacado pelo contorno em vermelho), em relevo de anfiteatros erosivos de cabeceiras de drenagem.....	131
Figura 120 – Região do compartimento MP-10, em anfiteatros erosivos de cabeceira de drenagem. ....	131

Figura 121 – Detalhe de sistema pedológico de Latossolo e Plintossolo Pétrico em terço superior do MP-10. ....	132
Figura 122 – Feição erosiva presente no sistema pedológico de Latossolo e Neossolo Quartzarênico do MP-10. ....	133
Figura 123 – Detalhe de área com boçoroca (ao fundo da imagem) em anfiteatro erosivo, com solo do tipo Neossolo Quartzarênico. ....	133
Figura 124 – Representação esquemática em perspectiva da exposição de Latossolo Vermelho de textura argilosa, ocupando o relevo aplainado do MP-11 (destacado pelo contorno em vermelho).....	134
Figura 125 – Vista geral do compartimento MP-11, em área aplainada e constituída de Latossolo, em trecho da Chapada dos Parecis.....	135
Figura 126 – Detalhe de material presente no compartimento MP-11, exibindo Latossolo Vermelho em área aplainada, onde se faz presente o traçado da BR-364, que recebe obras de pavimentação. ....	135
Figura 127 – Mapa de Feições Erosivas Lineares da sub-bacia do rio do Sapo.....	138
Figura 128 – Mapa com as Feições Erosivas Lineares sobre o Mapa Morfopedológico da bacia do Sapo.....	139
Figura 129 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão Linear da sub-bacia do rio do Sapo.....	141
Figura 130 – Carta de Potencialidades e Limitações ao Uso do Solo da sub-bacia do rio Sapo.....	144

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Representação simplificada das etapas de trabalho realizadas. Fonte: Castro e Salomão (2000) modificado. ....	35
Tabela 02 – Classificação de formas de relevo. Fonte: IPT (1981, apud Moreira et al., 1998) modificado. ....	40
Tabela 03 – Classes de erodibilidade dos solos. Fonte: Salomão (2010). ....	44
Tabela 04 – Critério para definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar, através da relação erodibilidade X declividade. Fonte: IPT (1990 apud Salomão, 2010). ....	44
Tabela 05 – Classes de suscetibilidade à erosão laminar, com respectivas descrições. Fonte: Salomão (2010). ....	45
Tabela 06 – Classes de suscetibilidade à erosão linear, com critérios resumidos. Fonte: DAEE/IPT (1989 apud Salomão, 2010) modificado. ....	46
Tabela 07 – Características da sub-bacia do rio do Sapo. ....	52
Tabela 08 - Compartimentação Geomorfológica proposta para a sub-bacia do Sapo. ....	71
Tabela 09 – Coluna Litoestratigráfica proposto para a Bacia do Rio do Sapo (adaptado de Lacerda Filho et al., 2004). ....	84
Tabela 10 – Síntese da compartimentação morfopedológica da sub-bacia do Sapo. ....	104



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA E CONCEITUAL.....</b>	<b>21</b>
3.1 PROCESSOS EROSIVOS.....	21
3.2 TIPOS DE EROSÕES .....	22
3.3 FATORES CONDICIONANTES DO PROCESSO EROSIVO .....	25
3.4. ABORDAGEM MORFOPEDELÓGICA .....	32
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>35</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO .....	36
4.1.1 Levantamento das Características de Morfometria da Sub-bacia.....	36
4.1.2 Mapeamento dos Solos.....	39
4.1.3 Caracterização da Geomorfologia.....	39
4.1.4 Caracterização da Geologia .....	40
4.1.5 Caracterização do Uso e Ocupação do Solo.....	41
4.2 COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDELÓGICA E DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS PEDOLÓGICOS .....	42
4.3 COMPARTIMENTOS MORFOPEDELÓGICOS FRENTE AOS PROCESSOS EROSIVOS .....	43
4.4 GENERALIZAÇÃO DOS RESULTADOS .....	47
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
5.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO .....	48
5.1.1 Localização da Área de Estudo.....	48
5.1.2 Características de Morfometria da Sub-bacia do Rio do Sapo.....	50
5.1.3 Solos.....	54
5.1.4 Geomorfologia .....	69
5.1.5 Geologia .....	83

5.1.6 Uso e Ocupação .....	99
5.2. COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA E VULNERABILIDADE AOS PROCESSOS EROSIVOS .....	101
5.3. MAPEAMENTO DE POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DO MEIO FÍSICO.....	136
5.3.1 Mapeamento da Suscetibilidade a Processos Erosivos Lineares .....	136
5.3.2 Carta de Potencialidades e Limitações ao Uso do Solo .....	142
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>156</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>160</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A erosão, como um processo natural, ocorre de forma equilibrada na natureza, porém, a sua intensificação através de interferências antrópicas no ambiente é que tem gerado as maiores repercussões, em função principalmente da impermeabilização dos terrenos, supressão de vegetação, ausência de adequado sistema de drenagem pluvial, lançamento de efluentes de forma desordenada, dentre outras ações do homem na paisagem.

Os processos erosivos acelerados constituem atualmente um dos maiores problemas ambientais da dinâmica externa da Terra. Ao mesmo tempo em que atua como principal agente de transformação da superfície terrestre, desencadeia uma série de consequências negativas para o ambiente, acarretando muitas vezes diversos prejuízos para a sociedade.

São diversas as consequências advindas das ocorrências erosivas tidas como antrópicas, que acarreta muitas vezes impactos diretos aos recursos hídricos. Dentre os impactos, se destaca a perda de solos cultiváveis, assoreamento de cursos d'água a jusante, degradação da qualidade da água dos corpos hídricos, rebaixamento de nível d'água e riscos de provocar acidentes.

Conforme Guerra (2010), o processo erosivo causado pela água das chuvas tem abrangência em quase toda a superfície terrestre, em especial nas áreas com clima tropical, como é o caso de grande parte do território brasileiro, onde os totais pluviométricos em geral são bem mais elevados do que em outras regiões do planeta.

Baccaro (2010), ao versar sobre os processos erosivos no Domínio do Cerrado, bioma no qual se situa a bacia do rio do Sapo, afirma que o sistema geomorfológico nesta região é complexo na sua estrutura e funcionamento e vem recebendo o insumo de novos e intensos fluxos de energia à matéria via interferência humana na paisagem.

É de se ressaltar que o Cerrado, segundo Klink e Machado (2005), é considerado um dos “*hotspots*” para a conservação da biodiversidade mundial, e a erosão dos solos figura como uma das principais ameaças à sua biodiversidade.

No contexto do estado de Mato Grosso, região de predomínio de clima tropical, e especialmente nas áreas de Cerrado, se observa em diversas cidades uma atuação significativa de erosões hídricas, principalmente associadas à ocupação urbana desordenada e manejo inadequado do solo, ocasionando perdas ambientais e prejuízos econômicos para os municípios e populações interferidas.

Neste sentido, destaca-se que os custos para estabilização das erosões, sobretudo quando caracterizada como boçoroca, em geral são bastante elevados e requer orientação técnica especializada.

Dessa forma, ao tratar-se da qualidade e proteção dos recursos hídricos, fica evidenciada a relevância do conhecimento do meio físico da natureza, especialmente em regiões como o estado de Mato Grosso, onde estão inseridas nascentes de importantes bacias hidrográficas do país.

É de se ressaltar que a partir do conhecimento dos atributos do meio físico, é possível interpretar o seu funcionamento, no qual se inclui o funcionamento hídrico, permitindo com isso estabelecer diretrizes para um adequado planejamento territorial, visando um uso e ocupação na paisagem compatível com a sua aptidão natural.

No que diz respeito a formas de abordagem da paisagem, Baccaro (2010) expõe que há necessidade de um conhecimento integrado e profundo dos elementos, dos processos físicos, químicos, biológicos e das ações humanas que se interagem e contribuem para a dinâmica do sistema ambiental físico, objetivando conhecer a estabilidade e os limites do equilíbrio dinâmico dos mais diversos subsistemas geomorfológicos.

A morfopedologia, enquanto um método de pesquisa aplicada, tem se destacado como uma ferramenta bastante útil para auxiliar nas etapas de compreensão, prevenção e correção dos processos erosivos, que tanto tem degradado os solos brasileiros e impactando muitos dos cursos d'água existentes.

Nesse sentido, pretende-se neste trabalho, realizar uma abordagem morfopedológica voltada ao estudo da atuação dos processos erosivos na sub-bacia do rio do Sapo, buscando ressaltar as relações envolvidas entre a dinâmica erosiva e os recursos hídricos da referida bacia.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Esta pesquisa tem como objetivo geral compreender a atuação dos processos erosivos na sub-bacia do rio do Sapo e propor ações para o seu controle, com auxílio de análises das inter-relações existentes entre os solos, formas de relevos e substrato geológico da sub-bacia.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Surtem como objetivos específicos a serem alcançados, os seguintes itens:

- Caracterizar a área de estudo, com mapeamento dos solos, das formas de relevo e da geologia, em escala de 1:50.000;
- Estabelecer os compartimentos morfopedológicos da área objeto de estudo, representados por um mapa morfopedológico, em escala de 1:50.000;
- Compreender a dinâmica de atuação dos processos erosivos em cada compartimento morfopedológico;
- Definir as suscetibilidades dos compartimentos frente aos processos erosivos laminares e lineares;
- Levantar ações de controle dos processos erosivos e medidas visando um melhor ordenamento do uso e ocupação do solo na sub-bacia.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL

#### 3.1 PROCESSOS EROSIVOS

A erosão pode ser entendida de forma genérica como o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas das rochas, devido à ação conjunta da gravidade com a água, vento, gelo e organismos (plantas e animais) (Salomão e Iwasa, 1995).

Apesar da erosão do solo ser um processo geológico normal desde os primórdios da existência da Terra, ela foi apenas recentemente considerada como um problema econômico de sérias proporções para a sociedade, assumindo como de grande importância medidas preventivas e corretivas para o seu controle (Marques et al., 1961).

Salomão (2010), fazendo referência às medidas de controle e prevenção de processos erosivos, afirma que as medidas efetivas de controle da erosão dependem fundamentalmente do entendimento correto dos processos envolvidos com a dinâmica de funcionamento hídrico sobre o terreno.

O mesmo autor frisa ainda que na compreensão desses processos se destacam dois importantes eventos iniciais, envolvendo por um lado o impacto das gotas de chuva no solo, promovendo a desagregação e liberação das suas partículas e, por outro, o escoamento superficial das águas, realizando a função de transporte das partículas liberadas.

Quanto aos mecanismos envolvidos na sua formação, a erosão é fortemente dependente das relações existentes entre a capacidade erosiva da chuva e os fluxos de água, tanto de superfície quanto de subsuperfície, além da suscetibilidade à erosão inerente ao solo (Mafra, 2010).

Guerra (2010), dando ênfase aos processos iniciais da erosão, sobretudo aos efeitos do impacto das gotas de chuva no solo, destaca que para evitar a erosão é preciso que se conheça a dinâmica erosiva, desde os seus primórdios, ou seja, a partir do impacto das gotas de chuva nos solos.

No estudo das erosões e no levantamento de suas medidas controladoras, devido à observação em campo de mecanismos específicos de processos erosivos serem relativamente raros, assume de forma bastante relevante a etapa de cadastramento de boçorocas e ravinas,

que pode inclusive tornar mais preciso o dimensionamento de eventuais medidas corretivas a serem implantadas (Oliveira, 2010).

Quanto aos impactos ambientais comumente observados em decorrência das erosões, são diversas as consequências que podem se instalar, dentre elas está o assoreamento de cursos d'água a jusante, o rebaixamento do nível freático local, e a perda de solos cultiváveis, cujos horizontes pedológicos constituintes podem demorar até milhares de anos para se formar.

Lepsch (2010) enfatiza que a erosão acelerada é uma das principais causas do depauperamento dos solos, e ocorre, principalmente: pela remoção seletiva das partículas do solo das partes mais altas; pela ação das águas da chuva ou dos ventos; e pelo transporte e deposição dessas partículas para as áreas mais rebaixadas topograficamente ou para fundo dos lagos, rios e oceanos.

Centrando-se para áreas situadas no bioma Cerrado, Baccaro (2010) afirma que para desenvolver estudos dos processos erosivos em sistemas de vertentes e bacias hidrográficas tropicais, com o predomínio de uma estação seca bem definida, como é o caso da maior parte das áreas no Domínio do Cerrado brasileiro, torna-se essencial a adoção de adequadas escalas temporais e espaciais de abordagem. Frisa ainda que é fundamental levar em conta a complexidade desse bioma, sob os mais diversos aspectos: geológico, geomorfológico, pedológico, biogeográfico e antrópico.

Nesse sentido, evidencia-se de forma bastante positiva a aplicabilidade da abordagem morfopedológica em regiões de Cerrado, pois leva em consideração as variadas e, por vezes, complexas inter-relações observadas neste bioma, sobretudo as que dizem respeito ao meio físico.

### **3.2 TIPOS DE EROSÕES**

De acordo com a participação ou não de atividade humana no desenvolvimento dos processos erosivos, as erosões podem ser classificadas em dois grupos principais, definidos como erosão natural ou geológica, e a erosão antrópica ou acelerada.

A erosão geológica ocorre de forma natural na superfície terrestre, agindo de forma integrada e em equilíbrio com os elementos da paisagem. Já a erosão antrópica, se origina

e/ou se intensifica sob a interferência da ação humana no meio ambiente, desencadeando a ruptura do equilíbrio dinâmico natural da paisagem e provocando uma série de impactos ambientais e socioeconômicos.

Conforme Magalhães (2001), a erosão também é comumente classificada de acordo com agente atuante, podendo ser o vento, água ou geleira. Quanto às formas de desgastar o solo tem-se a erosão superficial e a subterrânea.

Infanti Jr & Fornasari Filho (1998) citam como principais formas de ação erosiva, a erosão pela água ou hídrica, a erosão eólica, e a erosão de leitos rochosos. Dentro das erosões causadas pela água, está o grupo de erosão provocada pelo escoamento superficial, onde se inclui a erosão laminar e a erosão linear, com este último subdividido ainda em sulcos e ravinas. Havendo ainda outro tipo de erosão linear, que além da influência do escoamento superficial, recebe também a contribuição do lençol freático para o seu desenvolvimento, configurando o fenômeno de boçoroca, também conhecida como voçoroca.

A erosão classificada como eólica, consiste basicamente no processo de desagregação e remoção de fragmentos e partículas de solo e rocha pela ação combinada do vento e da gravidade. Já as erosões de leitos rochosos, é um tipo de ação erosiva atuante em maciços rochosos situados em locais como cachoeiras, corredeiras e falésias, cuja dinâmica age de modo diferente da ação em materiais soltos, pois neste caso, a flutuação de pressões durante a dissipação de energia das quedas de água, é que desempenha um papel fundamental na extração dos blocos alvéolo rochoso, colocando-os em condições de serem transportados pela corrente (Infanti Jr & Fornasari Filho, 1998).

Segundo Crestana et. al.(2007), erosão fluvial é um tipo de erosão que se processa de modo contínuo e espontâneo pela ação das correntes dos rios. É de grande interesse para estudos voltados a morfologia fluvial, podendo contribuir para a compreensão da formação dos rios e da rede hidrográfica.

A erosão pluvial, como definiu Tricart (1977), é o fenômeno de destruição dos agregados do solo pelo impacto das gotas da chuva. É função, por um lado, da energia cinética das gotas e, por outro, da resistência mecânica dos agregados. Destacando o papel da cobertura vegetal, o mesmo autor afirma que a erosão pluvial pode ser impedida, ou ao menos, consideravelmente retardada, por presença de cobertura vegetal densa e por uma camada de detritos vegetais, principalmente folhas mortas.

Conforme Salomão (2010), dependendo da forma em que se opera o escoamento



superficial ao longo da vertente, podem-se desenvolver dois tipos de erosão: erosão laminar ou em lençol, quando causada por escoamento difuso das águas de chuva, resultando na remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais do solo, e erosão em sulcos, quando causada por concentradas linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno, que podem evoluir por aprofundamento a ravinas.

*Soil Conservation Service* (1966) apud Salomão (2010) diferenciam sulcos de ravinas, em geral, pela profundidade da erosão linear em forma de canal, originada pelo escoamento concentrado pelas águas superficiais; tratar-se-ia ravina quando o canal formado não pode ser obliterado por operações normais de preparo do solo.

Boçoroca é o estágio mais avançado de erosão acelerada, correspondendo à passagem gradual do processo de ravinamento, até atingir o lençol freático, com o aparecimento de surgências da água, os chamados *piping* (Magalhães, 2001).

De acordo com Guerra (2005), os *piping* são espécie de duto ou túneis desenvolvidos em subsuperfície, com diâmetros que variam de poucos centímetros a vários metros. Esses canalículos são responsáveis pelo transporte de grande quantidade de material de subsuperfície, que conforme o aumento do diâmetro dos dutos, podem ocasionar colapso do solo subjacente.

Segundo Salomão (2010), embora, em sentido amplo, possamos considerar as ravinas profundas como boçorocas, na realidade esses dois termos devem ser diferenciados, pois cada um apresenta as suas características próprias. Apenas no início da formação de uma voçoroca haverá maior dificuldade para distinguir essas duas formas de erosão.

Segundo Baccaro (1994) apud Magalhães (2001), diversos são os processos presentes na boçoroca, dentre eles podemos citar os relacionados com o escoamento pluvial (lavagem superficial e formação de sulcos), de erosão interna do solo (*piping*), solapamentos e escorregamentos dos solos, além da erosão feita pela água do escoamento pluvial. No interior da boçoroca também há surgências d'água, que durante o ano são alimentadas pelo lençol freático.

Bertoni e Lombardi Neto (1990) cita que os três principais tipos de erosão hídrica, ou seja, a erosão laminar, em sulcos e boçorocas podem ocorrer simultaneamente no mesmo terreno. Os autores ainda mencionam que além desta classificação comumente empregada para os processos erosivos, há outras formas especializadas de erosão, como: erosão por

salpicamento, erosão em pedestal, erosão em pináculo e erosão em túnel.

No entendimento das formas de erosões especializadas, que se diferenciam dos três tipos de erosões tidas como clássicas, pelas particularidades como ocorrem, Bertoni e Lombardi Neto (1990) mencionam a erosão por salpicamento ou pelo impacto da chuva, como o primeiro e mais importante estágio do processo erosivo, onde o impacto das gotas de chuva rompe os agregados do solo, desprende e transportam as partículas mais finas, causando também uma compactação da superfície do terreno, o que reduz a capacidade do solo de absorver a água e em contrapartida aumenta o escoamento superficial.

A erosão em pedestal ocorre quando um solo de grande vulnerabilidade à erosão é protegido do impacto das gotas de chuvas por uma pedra ou raízes de árvores, e dessa forma, sob a atuação principalmente da erosão por salpicamento nas vizinhanças desses materiais resistentes, se configurará na superfície do terreno espécies de “pedestais” encabeçados por esses materiais resistentes (Hudson, 1973 apud Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

A erosão em pináculo é um tipo de erosão sempre associado com os sulcos verticais profundos que se tornam presentes em erosões de grandes dimensões, onde uma camada de solo mais resistente, ou cascalhos e pedras, muitas vezes encabeçam a parte superior dos chamados pináculos. Já a erosão em túnel, ocorre quando a água da superfície se movimenta dentro do solo até atingir uma camada menos permeável, e havendo uma saída para que a água escorra sobre a camada menos permeável, ela provoca o arraste das partículas finas da camada mais porosa (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

### **3.3 FATORES CONDICIONANTES DO PROCESSO EROSIVO**

Segundo Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998), os fenômenos associados à formação de erosões lineares profundas são comandados, basicamente, por dois conjuntos de fatores ou condicionantes principais: o primeiro conjunto diz respeito aos fatores antrópicos, como o desmatamento e formas de uso e ocupação do solo, e o segundo conjunto abrange uma série de fatores naturais, que determinam a intensidade dos processos, destacando-se como os mais importantes a chuva, a cobertura vegetal, o relevo, os tipos de solo e o substrato rochoso.

Guerra (2005) expressa como os principais fatores controladores de processos erosivos, como aqueles que determinam as variações nas taxas de erosão, citando assim a erosividade da chuva, propriedade do solo, cobertura vegetal e características das encostas. O

autor destaca ainda que a intervenção do homem pode alterar esses fatores e, conseqüentemente, também contribui com os processos erosivos.

A seguir são apresentados os fatores naturais condicionantes da erosão, representados pelas características da chuva, solo, topografia e cobertura vegetal, assim como também é mencionado o fator antrópico por meio do uso e ocupação do solo.

## Chuva

A chuva se apresenta como uma das mais importantes condicionantes no processo erosivo, representado pelo parâmetro denominado erosividade, que Bertoni e Lombardi Neto (1990) definem como um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada para uma região, de causar erosão em uma área sem proteção.

Conforme Guerra (1991) apud Guerra (2005), apesar da definição de erosividade ser simples, a sua determinação precisa é um tanto complexa, porque depende principalmente dos parâmetros de erosividade e também das características das gotas de chuva, que variam no tempo e no espaço.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990), dados de chuva em totais ou médias mensais e anuais pouco significam em relação à erosão. Pois em duas regiões pode cair em um mesmo ano, a mesma quantidade de chuva, porém isso não significa que ambas situações tenham ação erosiva semelhante, uma vez que num local pode ter caído grande número de chuvas leves e, no outro, duas a três chuvas pesadas que contribuem muito com o total, e neste caso é provável que se possa esperar uma erosão com efeitos mais severos.

Guerra (2005) define que os parâmetros utilizados para investigar a erosividade são: o total de chuva, a intensidade, o momento e a energia cinética. E que apesar do total pluviométrico (diário, mensal, sazonal e anual) seja utilizado em vários estudos sobre erosão dos solos, esse parâmetro, analisado isoladamente não é suficiente para se prever a erosão dos solos.

Nesse mesmo sentido, Lombardi Neto e Pastana (1972) afirmam que há uma tendência de aumentar as perdas por erosão com o aumento das quantidades totais de chuva. Contudo, essa relação não é uniforme, e que devido a falta de regularidade nessa relação, certamente há outros fatores associados com as chuvas que influem no seu poder erosivo. Dentre os fatores, os autores destacam que a duração, a intensidade e a distribuição da chuva

influenciam na intensidade e no volume total das perdas por erosão.

Destacando a intensidade das chuvas no processo erosivo, Lepsch (2010) menciona que quando as precipitações ocorrem mansamente, em forma de pequenas gotas, durante um período de várias horas, como as garoas, a água tem mais tempo para processar a infiltração no solo, e dessa forma não causa enxurradas e raramente provoca consequências danosas. Porém, se essa mesma quantidade de chuva cair rapidamente, na forma de aguaceiros, em pouco tempo se formará grandes enxurradas e conseqüentemente poderá se instalar erosões de grandes repercussões.

Torna-se possível avaliar os riscos de erosão de uma certa região a serem esperados de uma dada chuva, através de suas características. Ou seja, os riscos potenciais podem ser avaliados com bastante aproximação, por meio dos diagramas de pluviógrafos instalados nessa região, desde que as propriedades do solo possam também ser levadas em conta (Bertoni e Pastana, 1964).

Muito embora existam vários parâmetros que podem ser empregados para medir a erosividade da chuva, Stocking (1977) apud Guerra (2010), menciona que o problema central é escolher um que seja o mais apropriado para a maioria dos casos, principalmente em razão de que cada ambiente e cada tempestade são únicos na escala temporal e espacial e, conseqüentemente, a erosão também varia de diferentes formas.

Wischmeier e Smith (1958) apud Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) verificaram que, quando todos os outros fatores, com exceção da chuva, são mantidos constantes, a perda de solo por unidade de área de um terreno desprotegido de vegetação é diretamente proporcional ao produto de duas características da chuva: energia cinética multiplicada por sua intensidade máxima em 30 minutos.

Segundo Salomão (2010), o produto que se obtém no cálculo obtido experimentalmente por Wischmeier e Smith (1978) é considerado a melhor relação encontrada para medir a potencialidade erosiva da chuva ou erosividade.

## Solo

A erosão não se processa na mesma intensidade em todos os tipos de solos. Atributos como propriedades físicas, em especial a estrutura, a textura a permeabilidade e a densidade, assim como as características químicas e biológicas do solo exercem diferentes influências na

erosão (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

De acordo com Bastos (1999), a propriedade do solo que retrata a maior ou menor facilidade com que as partículas são desprendidas e transportadas por ação erosiva, constitui a erodibilidade, que é caracterizada em função de um grande número de fatores físicos, químicos, biológicos e mecânicos envolvidos.

Conforme Bertoni e Lombardi Neto (1990), a textura corresponde ao tamanho das partículas do solo, e interfere na maior ou menor quantidade de solo arrastado pela erosão. Dessa forma, como exemplo, os solos arenosos e com grande porosidade é pouco atingido por chuvas de baixa intensidade, pois absorve grande parte da água, mas a ação do escoamento superficial, mesmo que em baixo volume, pode provocar grandes perdas de solo por arraste. Já em solos argilosos, por apresentarem espaços porosos bem menores, a infiltração da água é limitada, tendendo mais ao escoamento superficial, que apesar disso, não causará grande perdas por arraste devido à boa coesão das partículas dos solos argilosos.

Segundo Salomão (2010), a estrutura, que é o modo como se arranjam as partículas do solo, influi na capacidade de infiltração e absorção da água de chuva, assim como no processo de arraste das partículas do solo. O autor cita como exemplo os solos com textura microagregada ou granular, como os latossolos, que apresentam alta porcentagem de poros e boa permeabilidade, o que favorece a infiltração das águas de chuva, bem como dificulta o arraste das partículas pela ação da água.

No que diz respeito à permeabilidade dos solos, Salomão (2010) afirma que ela determina o grau de capacidade de infiltração das águas de chuva, sendo diretamente relacionada com a porosidade do solo. Em termos gerais, solos arenosos são mais permeáveis que solos argilosos, justamente por serem mais porosos. Mas, em certos casos, devido à estruturação das partículas, solos argilosos podem se apresentar com alta porosidade e até com maior permeabilidade do que certos solos arenosos.

A espessura também é uma característica importante do solo e que influi diretamente no seu comportamento frente às erosões. Como exemplifica Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998), solos rasos permitem saturação mais rápida dos horizontes superficiais, e com isso se torna mais rápido também o escoamento superficial e conseqüentemente, maior será o desenvolvimento de erosões. Já os solos mais profundos, por possuírem maior capacidade de infiltração das águas de chuvas, contribuem menos para o desenvolvimento do escoamento superficial, e com isso, se apresenta menos erodíveis.

Guerra (2005) menciona que a densidade aparente dos solos é um dos fatores controladores que também deve ser levado em consideração para compreensão dos processos erosivos, pois se refere à maior ou menor compactação dos solos. O autor destaca que a densidade aparente se relaciona de maneira inversa com a porosidade, ou seja, à medida que a densidade aparente do solo aumenta, em contrapartida, a porosidade diminui e, conseqüentemente, se reduz a capacidade de infiltração de água no solo.

Lepsch (2010) cita que além das características físicas do solo, a fertilidade também influi no seu grau de erodibilidade, pois um solo naturalmente mais fértil ou que tenha sido adequadamente adubado oferece melhores condições para o desenvolvimento da vegetação e, conseqüentemente, possuirá melhor proteção contra as erosões.

Ressalta-se que “para compreender o comportamento dos solos diante dos processos erosivos é necessário integrar e correlacionar diversas propriedades, pois uma avaliação a partir de um aspecto isolado não retrata a erodibilidade dos solos” (RIOS, 2011, p. 38).

## Topografia

De acordo com Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998), a análise de cartas topográficas fornecem informações imprescindíveis para caracterização do relevo, pois permite caracterizar uma série de parâmetros morfométricos de vertentes. Sendo que os índices morfométricos mais comumente utilizados para descrição do relevo são: a altitude, a amplitude, o comprimento de rampa e a declividade. Segundo os autores, esses índices morfométricos permite avaliar o grau de energia e a susceptibilidade do relevo à ocorrência de processos erosivos e deposicionais.

Segundo Salomão (2010), a influência da topografia do terreno na intensidade erosiva verifica-se principalmente pela declividade e comprimento de rampa (comprimento da encosta). Sendo que em termos gerais,

os terrenos com maiores declividades e comprimento de rampa apresentam maiores velocidades de escoamento superficial e, conseqüentemente, maior capacidade erosiva, mas uma encosta com baixa declividade e comprimento de rampa grande também pode ter alta intensidade erosiva, desde que sujeita à grande vazão do escoamento das águas superficiais (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, 1998, p. 135).

Conforme Guerra (2005), as características relativas à declividade, comprimento de rampa e forma das encostas atuam em conjunto entre si e com outros fatores relativos à erosividade da chuva, bem como às propriedades do solo, promovendo maior ou menor resistência à erosão.

Amorim et. al. (2001) ao estudar os efeitos da declividade da superfície do solo em conjunto com o da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos, observou que a perda total de solo aumenta com o incremento da energia cinética da precipitação e da declividade da superfície. O autor menciona ainda que a declividade da superfície do solo, comparado ao efeito da energia cinética, apresentou efeito menos expressivo em termos de perda total de solo, resultando num aumento médio de perda de solo em torno de nove vezes, quando a declividade da superfície do solo aumentou na faixa de 2 para 18%.

### Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal é a proteção natural de um terreno contra erosão. Sendo que a presença da vegetação apresenta uma série de vantagens para o terreno: proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; dispersão da água, interceptando-a e permitindo a evaporação antes que atinja o solo; ação das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água; melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; diminuição da velocidade de escoamento superficial pelo aumento do atrito na superfície (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

Neste mesmo sentido, Guerra (2005) destaca que os fatores envolvidos com a cobertura vegetal podem influenciar os processos erosivos de várias maneiras: através dos efeitos espaciais da cobertura vegetal, que em geral proporciona proteção ao terreno; dos efeitos na energia cinética da chuva, e dessa forma interferindo nas perdas de solo; e do papel da vegetação na formação de húmus, que afeta a estabilidade e teor de agregados.

Destacando a importância da presença de vegetação nos solos, Lepsch (2010, p. 195) afirma que “solos completamente cobertos com vegetação estão em condições ideais para absorver a água das chuvas e resistir à erosão”.

Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998) ressaltam os efeitos negativos relacionados com a ausência da vegetação no solo, ao citar que a mudança no regime de escoamento superficial e

subterrâneo, em função da supressão vegetal ou das variadas formas de uso do solo, é apontada como principal responsável para o desencadeamento dos processos erosivos. Os autores destacam que essa mudança advinda com a alteração na vegetação, implica maior velocidade e escoamento superficial e, pelo menos nos primeiros anos após os desmatamentos, também acarreta aumento das infiltrações das águas, que como consequência, aumentam os gradientes e favorece o desenvolvimento de *piping*.

### Ação Antrópica e o Uso do Solo

A interferência do homem nos processos geológicos exógenos, por meio de diferentes usos do solo, tem se intensificado muito nas últimas décadas, acompanhado de grande crescimento populacional que se tem estabelecido no planeta.

Essa atuação cada vez mais intensa do homem sobre a superfície terrestre, e que tem trazido reflexos diretos no funcionamento dos processos do meio físico, é notada de forma bastante representativa por meio da aceleração das erosões, que constitui um dos exemplos de interferência antrópica mais expressivos e de maior repercussão no meio ambiente.

Desta forma, se torna imprescindível que os “estudos sobre a erosão dos solos numa perspectiva ambiental não devem ser realizados apenas sobre o ponto de vista dos elementos da natureza, mas também, sobre o ponto de vista da ocupação espacial da sociedade e de sua intervenção na dinâmica natural” (RIOS, 2011, p. 50).

Ao analisar as consequências da ação humana sobre a natureza, Peloggia (1998) aponta três “níveis de abordagem”, em termos de formas, processos, formações e depósitos superficiais do ambiente geológico: 1 – A modificação do relevo e as alterações fisiográficas da paisagem; 2 – A alteração da fisiologia das paisagens; 3 – A criação de depósitos correlativos. E conforme o autor, o segundo nível é representado pela criação, indução, intensificação ou modificação do comportamento de processos da dinâmica geológica externa, como o incremento da erosão e da carga sedimentar associado.

Oliveira (1995), reconhecendo a dificuldade de se identificar atualmente processos exclusivamente naturais na biosfera, cita que de acordo com as atuais formas de uso e ocupação estabelecidos no solo e seus impactos decorrentes, não será mais possível estudar os processos geológicos recentes sem considerar as profundas modificações que vêm sendo causadas pela ação do homem.



Neste contexto de intervenção antrópica, Tricart (1977) destaca que a impermeabilização da superfície do solo como consequência da erosão pluvial é o principal fator do escoamento superficial. Ela permite esse escoamento mesmo sobre um solo que esteja longe de ser saturado, no qual restam muitos poros ainda não cheios de água, ou seja, um solo cuja capacidade de armazenamento hídrico ainda não foi inteirada.

É preciso lembrar que ao mesmo tempo em que age sobre a superfície terrestre, por vezes acelerando ou retardando processos da dinâmica natural, o homem é também influenciado pelas mudanças induzidas antropicamente, que em alguns casos são representados na forma de catástrofes tidas como “naturais”, e comumente acompanhada de grandes perdas de ordem socioeconômica.

Diante das constatações de causa e efeito que se tem observado a cerca da interação homem/natureza, e em especial na indução de processos erosivos, fica evidente a necessidade de se levar em conta as potencialidades e limitações naturais do terreno ante ao seu uso e ocupação, quer seja ele em área urbana ou rural.

### **3.4. ABORDAGEM MORFOPEDELÓGICA**

A concepção atualmente estabelecida da abordagem morfopedológica, evolui de estudos adotados por pesquisadores pertencentes principalmente ao campo da geografia física, que nas últimas décadas desenvolveram estudos na paisagem sob uma ótica mais integrada do espaço geográfico, com destaque no país para a publicação do livro *Ecodinâmica*, publicado pelo IBGE em 1977, de autoria do pesquisador francês J. Tricart. Nesta publicação, Tricart fundamenta o conceito de Unidades Ecodinâmicas e propõe a compartimentação da paisagem a partir dela e, desta forma, sugerindo uma abordagem integrada que ressalte as relações do meio físico/biótico com as atividades antropogênicas.

Tricart e Kilian (1979) apresentam uma abordagem a cerca do contexto da morfopedologia, ao estabelecerem unidades onde porções dos terrenos sejam constituídas por particulares unidades geomorfológicas e de solos, definidas a partir de processos complexos e associados de morfogênese e pedogênese.

Salomão et al. (1981), abordando o estudo do meio físico como ferramenta para identificação de áreas favoráveis à irrigação, realizam uma análise integrada da paisagem, na qual consideram a interação entre o substrato geológico, relevo e solos, permitindo interpretar

a influência das características litológicas e de relevo para compartimentar unidades pedológicas.

Em estudo sobre os processos erosivos lineares no município de Bauru, no estado de São Paulo, Salomão (1994) se baseia na proposta de Tricart e Killian (1979) para realizar uma abordagem morfopedológica no sentido de identificar compartimentos homogêneos do terreno, em relação não apenas aos fatores de relevo e solo, mas considerando também a influência do substrato geológico como critério para definir os compartimentos morfopedológicos.

Jungerius (1985) apud Muratori (1996) enfatiza algumas das relações existentes entre as rochas, solo e relevo, citando que as rochas influenciam as formas de relevo e a cobertura pedológica, principalmente por meio de suas propriedades, tais como composição química e mineralógica, e através também da configuração das litologias na superfície terrestre e pelo seu grau de compactação. Entretanto, o autor esclarece que os processos de formação das vertentes não ocorrem de maneira geral sobre a rocha de origem, mas sobre os materiais resultantes do intemperismo que, na sua camada mais superficial, correspondem aos solos.

Desta forma, a partir do entendimento da inter-relação dos componentes do meio físico, é possível verificar a forte influência que as rochas exercem na pedogênese e morfogênese, assim como a estreita ligação envolvida entre estas duas últimas. A própria dinâmica de atuação dos processos do meio físico, apresentam como condicionantes diversos fatores relacionados à Geologia, Pedologia e Geomorfologia.

Um artigo publicado por Castro e Salomão (2000), estabelece as bases metodológicas para um roteiro de trabalho de abordagem morfopedológica, que segundo os autores, já vinha sendo pensada, testada e aprimorada há algum tempo, destacando ainda a contribuição proporcionada de uma releitura de um trabalho publicado por Ab'Saber (1969), que foi adaptado a uma pesquisa realizada por Salomão (1994) acerca do funcionamento de compartimentos morfopedológicos face à erosão linear em áreas urbanas e rurais, e ampliada por Castro et al (1997) no intuito de compreender os indicadores diagnósticos e prognósticos na bacia do Alto Rio Araguaia.

Centrando-se no procedimento envolvido na elaboração do mapa de Compartimentos Morfopedológicos, pode-se definir de forma simplificada que a morfopedologia se caracteriza como o produto da relação existente entre o substrato rochoso, solo e relevo, sendo que os respectivos compartimentos morfopedológicos,

são entendidos como fisionomias (externalidade) do meio físico biótico e abiótico que revelam um tipo reconhecível e delimitável de modelado do relevo suportado por organizações/estruturas litológicas e pedológicas (internalidade), cujos atributos e funcionamentos revelam consonância histórico-evolutiva, no tempo e no espaço e são passíveis de observações relativamente diretas através de procedimentos de compartimentação do modelado em escala de semi-detalhe, bem como de representação nessas mesmas escalas, e nas quais o uso e ocupação são capazes de induzir mudanças de formas, materiais e processos, de modo continuado ou rápido e intenso, induzindo mudanças no seu funcionamento e consequentemente na sua fisionomia (CASTRO E SALOMÃO, 2000, p. 32-33).

A compreensão dos processos morfopedológicos, prescinde do entendimento de um sistema muito maior que é a paisagem na sua integralidade. Em outras palavras, a gênese e a dinâmica dos ambientes de interface relevo-solo, e as interferências dos demais elementos de uma unidade de paisagem, explicam as estruturas motoras de geração das diferentes feições paisagísticas (Sacramento, 2009).

A morfopedologia tem sido ultimamente tema de pesquisa cada vez mais abordada em estudos desenvolvidos principalmente por pesquisadores ligados aos campos das geociências e ciências agrárias, aonde vem demonstrando ser uma ferramenta útil e de grande aplicabilidade em questões ambientais, notadamente no auxílio à compreensão e interpretação da dinâmica do meio físico.

No caso da aplicação em estudos a cerca de processos erosivos, a análise morfopedológica se revela de grande valor no auxílio ao entendimento do funcionamento hídrico das vertentes, que se torna crucial para a compreensão dos mecanismos de atuação das erosões na paisagem, permitindo assim, estabelecer os compartimentos com os seus devidos graus de vulnerabilidades quanto aos processos erosivos.

#### 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida em cinco etapas de trabalho, nas quais estão incluídas em cada uma as técnicas e procedimentos utilizados. Esta divisão em quatro etapas metodológicas, conforme a Tabela 01, está baseada nos níveis de tratamento do roteiro simplificado para compartimentação morfopedológica proposto por Castro e Salomão (2000), adaptado neste presente estudo conforme os objetivos inerentes à pesquisa.

Tabela 01 – Representação simplificada das etapas de trabalho realizadas. Fonte: Castro e Salomão (2000) modificado.

Etapas de Trabalho	Procedimentos e/ou Produtos Principais
Etapa de caracterização da área de estudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Caracterização da morfometria da sub-bacia</li> <li>– Mapa de solos</li> <li>– Mapa de formas de relevo</li> <li>– Mapa geológico (destacando as litologias)</li> <li>– Caracterização do uso e ocupação do solo</li> </ul>
Etapa de compartimentação morfopedológica e definição dos sistemas pedológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Análise integrada do meio físico</li> <li>– Mapa morfopedológico</li> <li>– Representação gráfica em 3D (perspectiva) dos sistemas pedológicos nos compartimentos</li> </ul>
Etapa de caracterização da vulnerabilidade dos compartimentos frente aos processos erosivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Suscetibilidade à erosão laminar</li> <li>– Suscetibilidade à erosão linear</li> </ul>
Etapa de generalização e aplicação dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Confecção do mapa de suscetibilidade à erosão linear</li> <li>– Elaboração de carta de potencialidades e limitações ao uso do solo</li> </ul>

As etapas de trabalho neste estudo são apresentadas de forma detalhada a seguir:

## 4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

Nesta etapa de trabalho desenvolveu-se a caracterização da Sub-Bacia do rio do Sapo, sob vários aspectos, em que abrangeu não só os três principais temas condicionantes na morfopedologia, como também a definição de parâmetros morfométricos da bacia e as suas condições de uso e ocupação do solo.

### 4.1.1 Levantamento das Características de Morfometria da Sub-bacia

A delimitação da bacia e levantamento de suas características foram desenvolvidas com os recursos disponíveis atualmente em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), sobretudo executados na plataforma *ArcGIS 9.3* (ESRI) com uso freqüente das extensões *Spatial Analyst* e *3D Analyst*.

Nesta etapa de caracterização, utilizou-se como recurso as imagens provenientes da missão espacial norte americana denominada Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), na qual empregou técnicas para geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE's), com resolução espacial de 90X90 m (Grohmann et al., 2008).

Os dados de SRTM para o território nacional podem ser adquiridos no site da Embrapa (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>), onde estão pré-processadas e se encontram articuladas conforme folhas topográficas do IBGE, compatível com a escala 1:250.000 (Miranda, 2005). Para o presente estudo foi utilizada a folha SD-21-Y-B, que cobre por completo a sub-bacia do rio do Sapo.

A definição da rede hidrográfica foi realizada através de interpretação de imagens de alta resolução do satélite Spot de 2,5m de resolução datada do ano de 2007 (Mosaico Sema/MT), com posterior ajuste com base em observações feitas em etapas de campo.

Quanto às características da bacia, se obteve parâmetros iniciais como área total e perímetro da bacia, e comprimento do rio principal e do total dos canais, para posterior obtenção de outros índices morfométricos da bacia, representadas por índice de circularidade, coeficiente de compacidade, fator de forma, densidade de drenagem e a extensão média do escoamento superficial.

Ainda com base no MDE, também foi gerado um mapa hipsométrico com TIN

(Triangular Irregular Network).

### Área e Perímetro da Bacia

Para delimitação da extensão da bacia de estudo, na forma semiautomática com uso do *ArcGIS 9.3* (ESRI), inicialmente realizou um processamento do Modelo Digital de Elevação (MDE) da imagem SRTM para geração curvas de nível, através da ferramenta “Contour”. Com base nas curvas de nível obtidas, interpoladas com equidistância em 10m, se efetuou a delimitação automática por meio da função “Watershed”, originando uma versão preliminar de extensão da bacia, de modo somente automático nesta etapa.

A digitalização final dos limites da área da bacia, auxiliada pelas curvas de nível e por observações do relevo em campo, consistiu em seguir linhas de cristas de elevações, interpretadas como circundantes da rede de drenagem que contribuem para o curso principal da bacia, o rio do Sapo.

Os valores de área e perímetro da bacia foram calculados com a ferramenta “Calculate Geometry”.

### Comprimento do Rio Principal e do Total dos Canais

No cálculo do valor do comprimento do rio principal, ou seja, do rio do Sapo, assim como do total dos canais presentes na bacia, utilizou-se as ferramentas “Calculate Geometry” e “Statistics” do Arcgis.

### Índice de Circularidade

Para obtenção do índice de circularidade, considerou a seguinte fórmula:  $Ic = 12,57 * A / P^2$ , onde  $Ic$  é o índice de circularidade,  $A$  ( $Km^2$ ) é a área da bacia e  $P$  (Km) é o perímetro da bacia.

### Coeficiente de Compacidade

O valor do coeficiente de compacidade foi alcançado usando a seguinte fórmula:  $Kc = 0,28 P / \sqrt{A}$ , onde  $Kc$  é o coeficiente de compacidade,  $P$  o perímetro (Km) e  $A$  é a área da bacia ( $Km^2$ ).

### Fator de Forma

O Fator de Forma foi obtido utilizando a seguinte fórmula:  $F = A / L^2$ , na qual  $F$  é o fator de forma,  $A$  é a área da bacia ( $Km^2$ ) e  $L$  o comprimento axial da bacia (Km).

### Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem foi calculada pela fórmula  $Dd = Lt / A$ , onde  $Dd$  é a densidade de drenagem,  $Lt$  (Km) é o comprimento total dos cursos d'água e  $A$  é a área da bacia ( $Km^2$ ).

### Extensão Média do Escoamento Superficial

A extensão média do escoamento superficial foi baseado na seguinte equação:  $I = A/4Lt$ , em que  $I$  representa a extensão média do escoamento superficial,  $A$  é a área da bacia e  $Lt$  é o comprimento total dos cursos d'água.

### Mapa Hipsométrico com TIN (Triangular Irregular Network)

Para a geração do mapa hipsométrico com TIN (Triangular Irregular Network) foi utilizada a ferramenta "Create TIN From Features" e "Reclassify".

#### **4.1.2 Mapeamento dos Solos**

O mapeamento de solos foi desenvolvida através de trabalhos de campo, realizado em escala de 1:50.000, onde primeiramente se efetuou análises e descrições morfológicas em exposições de perfis de solo verificadas na área bacia, assim como em algumas trincheiras encontradas já abertas na região norte da área de pesquisa. Esta primeira etapa citada, em que desenvolveu caminhamento a campo, permitiu uma individualização preliminar das unidades de solos, contribuída pela grande exposição superficial dos solos na sub-bacia.

Em uma segunda etapa de campo realizou algumas sondagens a trado para elucidar tipos pedológicos em locais de maiores dúvidas, e como forma de melhor definir as ocorrências das classes pedológicas, no sentido de se atingir área mínima mapeável em torno de 40 ha.

Este mapeamento baseou-se nos conceitos presentes no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2009) da Embrapa, que auxiliou na definição das classes de solos, em nível hierárquico de segundo grau categórico, bem como serviu de base para seleção do padrão de cores e convenções cartográficas para apresentação do mapa.

#### **4.1.3 Caracterização da Geomorfologia**

Na caracterização geomorfológica da área, seguiu-se a Taxonomia do Relevo Terrestre, apresentada por Ross (1992), que propõe uma classificação do relevo terrestre em seis níveis hierárquicos, sendo neste estudo abrangidos principalmente os níveis do primeiro ao quinto táxon.

O estudo da Geomorfologia em escala regional, considerou publicações de Ross e Santos (1982) e a Compartimentação Geomorfológica de Mato Grosso proposta por Ross (2005), e se consolidou como uma etapa importante no sentido de facilitar a compreensão das formas de relevo.

O mapeamento das Formas de Relevo, cujos resultados estão consolidados principalmente nos trabalhos de campo em escala de 1:50.000, foram também auxiliados por análises de imagens de satélites com sensores ópticos de média e alta resolução, respectivamente Landsat 5 TM e Spot 5.



Como forma de melhor visualizar e compreender o relevo na bacia foi elaborado dois mapas de Modelo Digital de Terreno (MDT), ambos gerados a partir de imagem SRTM, sendo um produzido no software *ArcGis 9.3* com a função “Topo to Raster”, e outro gerado com auxílio do aplicativo *ArcScene* pertencente à plataforma ArcGis, sendo este último, correspondendo a um mapa de MDT com cobertura por imagem de satélite Landsat.

Como critérios adotados na descrição das formas de relevo utilizaram-se parâmetros morfométricos, como amplitude e gradiente topográfico, conforme apresentado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981) apud Moreira e Pires Neto (1998), exibido na Tabela 02, e que foi adaptado neste atual trabalho, especialmente com a inclusão de forma de relevo plano e na descrição de formas que envolveu maior detalhamento.

Tabela 02 – Classificação de formas de relevo. Fonte: IPT (1981, apud Moreira et al., 1998) modificado.

Amplitude local (m)	Gradiente predominante	Formas de relevo
<100	<1%	Plano
	1 a 5%	Rampa
	5 a 10%	Colina
	>15%	Morrote
100 a 300	5 a 15%	Morro com encosta suave
	>15%	Morro
>300	>15%	Montanha

Utilizou-se também o Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), que forneceu auxílio à elaboração final do mapa, especialmente na definição de simbologia e padrões cartográficos estabelecidos no mapa de formas de relevo.

#### 4.1.4 Caracterização da Geologia

No estudo da geologia para fins de aplicação em abordagem morfopedológica, torna-se necessário destacar as litologias em questão e suas correspondentes características presentes na área-objeto, sendo importante esclarecer que nestes trabalhos deve-se priorizar a geração de produto cartográfico definido como mapa litológico, diferentemente do mapa

geológico convencional, que é composto de unidades estratigráficas que em geral apresentam variados tipos litológicos.

Dessa maneira, uma formação geológica enquanto unidade litoestratigráfica fundamental pode reunir diversos litotipos, que atuam de maneira diferente como condicionante na definição de compartimentos morfopedológicos.

Em razão do mapeamento na bacia do Sapo indicar ocorrências de unidades estratigráficas com predominância de somente um tipo litológico, como o basalto da Fm. Tapirapuã, ou contendo litotipos de difícil estabelecimento do contato entre as rochas, como as formações Salto das Nuvens e Utiariti, preferiu-se adotar neste estudo um mapeamento da geologia da bacia que resultasse propriamente num mapa geológico da área. Porém, sendo enfatizados na descrição das unidades estratigráficas os tipos de rochas e suas correspondentes características, principalmente enquanto condicionante para os processos do meio físico.

Nesse sentido, para caracterização da geologia e confecção do mapa geológico, realizou-se inicialmente um levantamento de publicações de trabalhos que abrangem a sub-bacia do Sapo, onde se considerou no contexto geológico regional as publicações de Barros et al. (1982) e Lacerda Filho et al. (2004). A consulta de trabalhos publicados foram somadas a etapa de campo, em que se mapeou a geologia da área em escala de 1:50.000, baseados sobretudo na ocorrência de afloramentos rochosos.

Na caracterização mais detalhada das unidades estratigráficas, além das observações efetuadas a campo, este procedimento teve auxílio de publicações em escala maiores, em comparação com os trabalhos consultados para compreensão do contexto geológico regional. Nesse sentido, destaca-se as publicações de Barros et al (2006), que estudaram os Basaltos Tapirapuã na região de Tangará da Serra e, Weska (2006), que realizou um estudo sintetizando o cretáceo em Mato Grosso.

#### **4.1.5 Caracterização do Uso e Ocupação do Solo**

O estudo sobre o uso e ocupação do solo foi centrado nos trabalhos de campo, onde foram percorridos e observados os variados setores da bacia, sendo auxiliado também por imagens de satélite Spot de alta resolução espacial de 2,5 metros, datada de 2007 (Mosaico Sema/MT), assim como imagem de média resolução atualizada de 2012, do satélite Landsat 5

TM (disponível no site do INPE).

Na caracterização mais aprofundada e quantificada da área de estudo, foi considerada um relatório desenvolvido pela empresa CERES (2009) sobre o uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos da sub-bacia do Sapo, na qual realiza através de cadastramento dos proprietários rurais, a quantificação da população rural residente na bacia e faz um levantamento de informações do uso do solo e da água na mesma.

#### **4.2 COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA E DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS PEDOLÓGICOS**

A abordagem no sentido de compartimentar morfopedologicamente a bacia do rio do Sapo se consolida nos procedimentos metodológicos apresentados por Castro e Salomão (2000), em que conceitua um compartimento como “produto da interrelação entre substrato geológico, relevo e solos que constituem unidades têmporo-espaciais homogêneas e intrínsecas do meio físico, reconhecíveis em médias e grandes escalas”. Neste sentido, através da sobreposição cartográfica dos temas de solo, geomorfologia e geologia, desenvolvidos por técnicas de geoprocessamento, foi possível reconhecer e espacializar as unidades homogêneas na bacia de estudo, condizente com a escala padrão de mapeamento, assumida nos trabalhos em 1:50.000.

Inicialmente, se obteve através da sobreposição dos temas do meio físico, um mapa morfopedológico preliminar, onde foram definidos para cada compartimento morfopedológico, os respectivos sistemas pedológicos presentes no mesmo. Sendo que o entendimento adotado de sistemas pedológicos, segue o de Salomão (1994), que o conceitua como diferenciações lateral e vertical de solos que se repetem sistematicamente na paisagem, constituindo a cobertura pedológica marcante nas vertentes dos compartimentos. Desta forma, os sistemas pedológicos foram identificados como a classe pedológica característica ou como a associação de classes pedológicas marcante, em cada compartimento.

Após os resultados iniciais da compartimentação morfopedológica, realizou-se novo levantamento em campo visando à checagem dos compartimentos identificados, de modo a dirimir eventuais dúvidas e conduzir a uma delimitação cartográfica mais precisa, conforme a escala de trabalho adotada. Nesta etapa de checagem em campo, além do mapeamento por caminhamento, realizaram-se investigações através de sondagens a trado em locais de maiores

dúvidas quanto à cobertura de solo.

Com os dados levantados na etapa de checagem, desenvolve-se nova etapa de trabalho em gabinete, com reajustes necessários à interpretação do funcionamento hídrico e análise da suscetibilidade à erosão laminar e linear, possibilitando a elaboração final do mapa morfopedológico, bem como a interpretação dos respectivos compartimentos morfopedológicos.

A representação dos sistemas pedológicos identificados em cada compartimento morfopedológico foi desenvolvida neste estudo com recurso computacional em ambiente SIG no sentido de visualizar esquematicamente em 3D as exposições de cobertura dos solos, através de processamento de imagem SRTM, com uso do aplicativo *ArcScene*, pertencente a plataforma *ArcGis 9.3*. Se propondo desta maneira, em razão das geotecnologias atualmente disponíveis, em representar a ocorrência dos solos numa perspectiva tridimensional, em detrimento da representação em forma bidimensional através de topossequências.

#### **4.3 COMPARTIMENTOS MORFOPELÓLOGICOS FRENTE AOS PROCESSOS EROSIVOS**

O estudo da susceptibilidade dos compartimentos morfopedológicos frente aos processos erosivos laminares foi consolidado com base no roteiro metodológico apresentado por Salomão (2010), em que define os critérios para definição de classes de suscetibilidade a esse tipo de erosão.

Conforme a metodologia citada se considera a erodibilidade dos solos (Tabela 03) e a declividade das encostas como fatores decisivos na determinação das classes de suscetibilidade à erosão laminar, podendo ser utilizado também a erosividade e o comprimento das encostas como parâmetros complementares à avaliação final das classes de suscetibilidade.

Destaca-se que para fins de compatibilização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (2009), adotado neste trabalho, com as classes de solos presentes na tabela de erodibilidade apresentada em Salomão (2010), considera-se os Solos Litólicos e Areias Quartzosas deste último autor, como Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos, respectivamente, na classificação de solos utilizada. E, os solos mapeados neste trabalho como Argissolos, convencionou-se ser mais apropriado se enquadrar na classe II de

erodibilidade, onde se tem presente os Podzólicos não abruptos, textura média/argilosa e textura média (Salomão, 2010).

Tabela 03 – Classes de erodibilidade dos solos. Fonte: Salomão (2010).

Classes de Erodibilidade	Índices relativos de Erodibilidade	Unidades Pedológicas
I	10,0 a 8,1	– Cambissolos, Solos Litólicos – Podzólicos abruptos, textura arenosa/média – Areias Quartzosas
II	8,0 a 6,1	– Podzólicos não abruptos, textura média/argilosa, e textura média
III	6,0 a 4,1	– Podzólicos de textura argilosa
IV	4,0 a 2,1	– Latossolos de textura média – Latossolos de textura argilosa – Terra Roxa Estruturada
V	2,1 a 0	– Solos Hidromórficos em relevo plano

Ainda conforme o roteiro metodológico proposto por Salomão (2010), na conjugação das classes de erodibilidade com a declividade, pode-se determinar, conforme a Tabela 04, as cinco classes de suscetibilidade à erosão laminar, descritas de forma resumida na Tabela 05.

Tabela 04 – Critério para definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar, através da relação erodibilidade X declividade. Fonte: IPT (1990 apud Salomão, 2010).

		Declividade (%)			
		I (>20)	II (12 a 20)	III (6 a 12)	IV (< 6)
Erodibilidade	1	I	I	II	II
	2	I	II	II	III
	3	II	III	III	IV
	4	III	IV	IV	V
	5	Não existe	Não existe	Não existe	V

Tabela 05 – Classes de suscetibilidade à erosão laminar, com respectivas descrições. Fonte: Salomão (2010).

<b>Classes de suscetibilidade a erosão laminar</b>	
<b>Classe I – Extremamente suscetível</b>	Corresponde às classes VII e VIII de capacidade de uso das terras, onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, indicados para preservação ou para reflorestamento.
<b>Classe II – Muito suscetível</b>	Corresponde à classe VI de capacidade de uso das terras, onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens, sendo mais apropriados para reflorestamento.
<b>Classe III – Moderadamente suscetível</b>	Corresponde à classe IV de capacidade de uso das terras, onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes.
<b>Classe IV – Pouco suscetível</b>	Corresponde à classe III de capacidade de uso das terras, onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes e, eventualmente, a culturas anuais, porém exigindo práticas intensivas mecanizadas de controle de erosão.
<b>Classe V – Pouco a não suscetível</b>	Corresponde às classes I, II e V de capacidade de uso das terras. A classe I de capacidade de uso corresponde a terrenos sem problemas especiais de conservação, podendo ser utilizados com qualquer tipo de cultura; a classe II corresponde a terrenos com problemas simples de conservação, podendo também ser utilizados com qualquer tipo de cultura, porém exigindo práticas não mecanizadas de controle da erosão; a classe V corresponde a terrenos sem problemas de conservação, mas exigindo técnicas especiais de cultivo, por se constituírem de solos encharcados.

Para determinação das classes de suscetibilidade à erosão linear, adotou-se os critérios proposto por Salomão (2010). O autor menciona que para determinação da vulnerabilidade a erosão linear, se faz necessário desenvolver uma análise qualitativa e integrada da paisagem, considerando principalmente os fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos.

O autor cita ainda que a definição de critérios para diferenciar as classes de suscetibilidade à erosão linear deve abranger diferentes níveis de predisposição dos compartimentos ao desencadeamento de ravinamentos e boçorocamentos.

Em estudo realizado no estado de São Paulo, o Departamento de Águas e Energia Elétrica/IPT (1989) apud Salomão (2010) estabelece cinco classes de suscetibilidade à erosão linear, cada uma das quais apresentando critérios bem definidos.

Este citado estudo foi utilizado como referência neste trabalho para a determinação das classes de suscetibilidade à erosão linear dos compartimentos da sub-bacia do rio do Sapo, sendo feita uma adaptação afim de se melhor aplicar no contexto da região estudada. A

adaptação consiste basicamente na inclusão de uma nova classe, de modo a abranger áreas caracterizadas como pouco suscetíveis a ravinas e a boçorocas, resultando em Tabela com seis classes de vulnerabilidade a erosão linear, conforme apresentada abaixo.

Tabela 06 – Classes de suscetibilidade à erosão linear, com critérios resumidos. Fonte: DAEE/IPT (1989 apud Salomão, 2010) modificado.

Classes de suscetibilidade a erosão linear	Critérios resumidos
Extremamente suscetíveis a ravinas e boçorocas	São áreas muito favoráveis à instalação de fenômenos de <i>piping</i> , onde os processos de boçorocamentos se desenvolvem logo após a destruição da cobertura vegetal natural, independentemente das formas de ocupação. Em geral, essas áreas situam-se em nascentes, fundo de vales e cabeceira de drenagem, especialmente nas formas de anfiteatros côncavos.
Muito suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a boçorocas	São áreas favoráveis à concentração de fluxos de água, onde os processos de ravinamento se desenvolvem em função da ocupação do solo, a partir de pequena concentração das águas de escoamento superficial. Em geral, situam-se em terrenos com certa declividade, que permite a fácil concentração das águas de escoamento superficial, associados a solos caracterizados por alto gradiente textural entre os horizontes superiores do perfil.
Moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a boçorocas	São áreas de dispersão dos fluxos de água, bem drenadas, e com elevadas permeabilidades até grandes profundidades, facilitando a rápida infiltração das águas de chuva. Entretanto, a cobertura pedológica, constituída por solos pouco coesos, permite fácil remoção das partículas por escoamento das águas superficiais. Em geral, são áreas com declividades suficientes para permitir o escoamento das águas superficiais, constituída por solos de textura arenosa e de textura média.
Suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a boçorocas	São áreas favoráveis à concentração dos fluxos de água; entretanto, a cobertura pedológica apresenta profundidades relativamente pequenas e com ausência do lençol freático. Em geral, as áreas desta classe são caracterizadas por declives relativamente elevados, permitindo, com relativa facilidade, a concentração das águas pluviais, associadas a solos pouco profundos.
Pouco suscetíveis a ravinas e a boçorocas	São áreas relativamente favoráveis a infiltração, com cobertura pedológica apresentando considerável espessura e, de modo geral, com nível d'água profundo. Em termos gerais, trata-se de áreas com baixa declividade e solos apresentando certa coesão, e com textura predominantemente média a argilosa.
Não suscetíveis a ravinas e a boçorocas	São áreas de agradação constituídas por terrenos com declividade praticamente nula, impossibilitando o escoamento das águas superficiais. Em geral, situam-se às margens de cursos de água, constituindo-se de planícies de inundação.

#### 4.4 GENERALIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta etapa procedeu a sistematização dos resultados obtidos do mapeamento morfopedológico e da interpretação da vulnerabilidade frente aos processos erosivos dos compartimentos, possibilitando, assim, espacializar a suscetibilidade à erosão linear da sub-bacia do Sapo, e extrair importantes parâmetros do meio físico, de modo a se obter uma carta de potencialidades e limitações ao uso do solo, se adotando para esta etapa, as orientações metodológicas do IPT apud Zuquette e Nakazawa (1998).

Desta forma, se obteve dois produtos principais na atual etapa, correspondendo a um mapa de suscetibilidade à erosão linear da área de estudo, e uma carta de potencialidades e limitações ao uso do solo. Sendo este último, considerado uma aproximação de uma carta geotécnica propriamente dita, pode ser conceituado conforme apresenta Nakazawa et al. (1991), como a representação cartográfica da dinâmica dos atributos do meio físico e dos processos geológicos, especialmente aos processos erosivos, onde se delimita unidades homogêneas quanto a problemas manifestos e potenciais.

Como critérios utilizados na definição das unidades presentes na carta de potencialidades e limitações, denominadas unidades geoambientais, se destaca os parâmetros de declividade do terreno, erodibilidade e profundidade do solo, presença de nível d'água, e fatores litológicos.

Assim, o mapeamento de potencialidades e limitações centrou-se na análise do meio físico, buscando avaliar a capacidade de uso do solo e suas aptidões naturais, identificar os principais problemas resultantes da interação antrópica na paisagem no sentido de destacar as interferências nos recursos hídricos, e propor orientações técnicas visando contribuir com a gestão ambiental pautada em um uso mais racional do solo.



## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO**

#### **5.1.1 Localização da Área de Estudo**

A área de estudo, correspondente a bacia do rio do Sapo, se localiza na região sudoeste de Mato Grosso, abrangendo porções territoriais de três municípios do estado, mas cuja área situa-se em sua quase totalidade no município de Tangará da Serra, com extensões restritas ocupando os municípios de Campo Novo dos Parecis e Nova Marilândia.

O acesso a partir de Tangará da Serra, distante cerca de 240 Km da capital de Mato Grosso, Cuiabá, pode ser realizado pela MT-358 em sentido a Campo Novo dos Parecis, onde se percorre cerca de 28 Km até se chegar na área de estudo. Como local de referência para localização da bacia do Sapo, se destaca a Pousada Cachoeira Salto das Nuvens, situada próxima a foz da bacia, conforme mapa de localização exibido pela Figura 01.

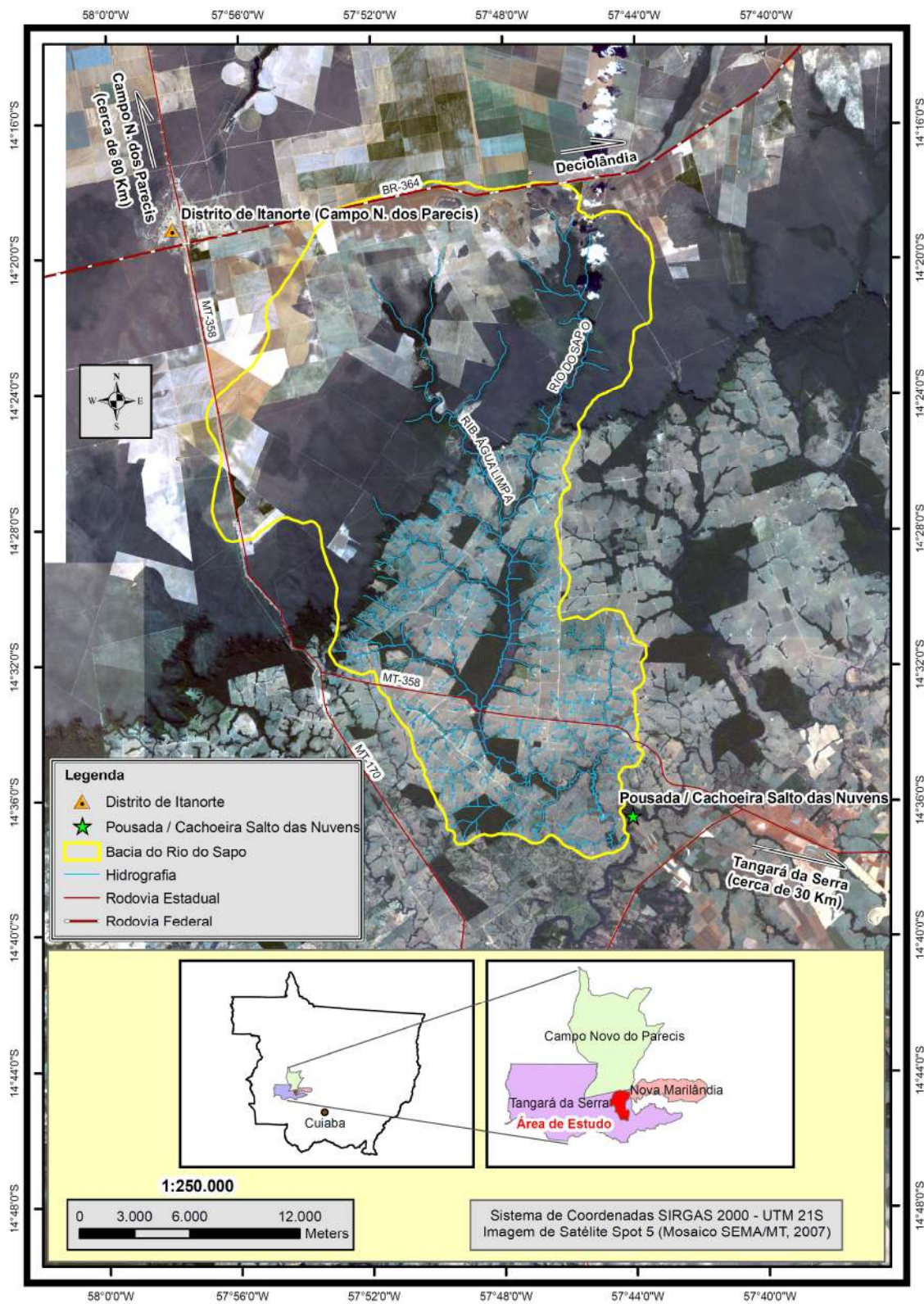


Figura 01 – Mapa de Localização da sub-bacia do rio do Sapo.

### **5.1.2 Características de Morfometria da Sub-Bacia do Rio do Sapo**

Conforme Tucci (1997) uma bacia hidrográfica corresponde a uma área de captação natural da água de precipitação, cujo terreno faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, o exutório. Dessa maneira, a bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.

Neste contexto, as bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem e o planejamento sobre os recursos hídricos. Compreende-se que o comportamento dinâmico de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo ocorre por dois fatores, sendo eles, de ordem natural, responsáveis pela pré-disposição do meio à degradação ambiental, e de fatores antrópicos, onde as interferências humanas agem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia (Vilaça et al., 2009).

A bacia hidrográfica do rio do Sapo, área objeto deste presente trabalho, está inserida na bacia do rio Sepotuba, que por sua vez contribui com a bacia hidrográfica do rio Paraguai.

A delimitação da área da bacia, auxiliada por técnicas de geoprocessamento de imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) é exibida abaixo através da Figura 02, que representa o mapa de hidrografia da mesma.

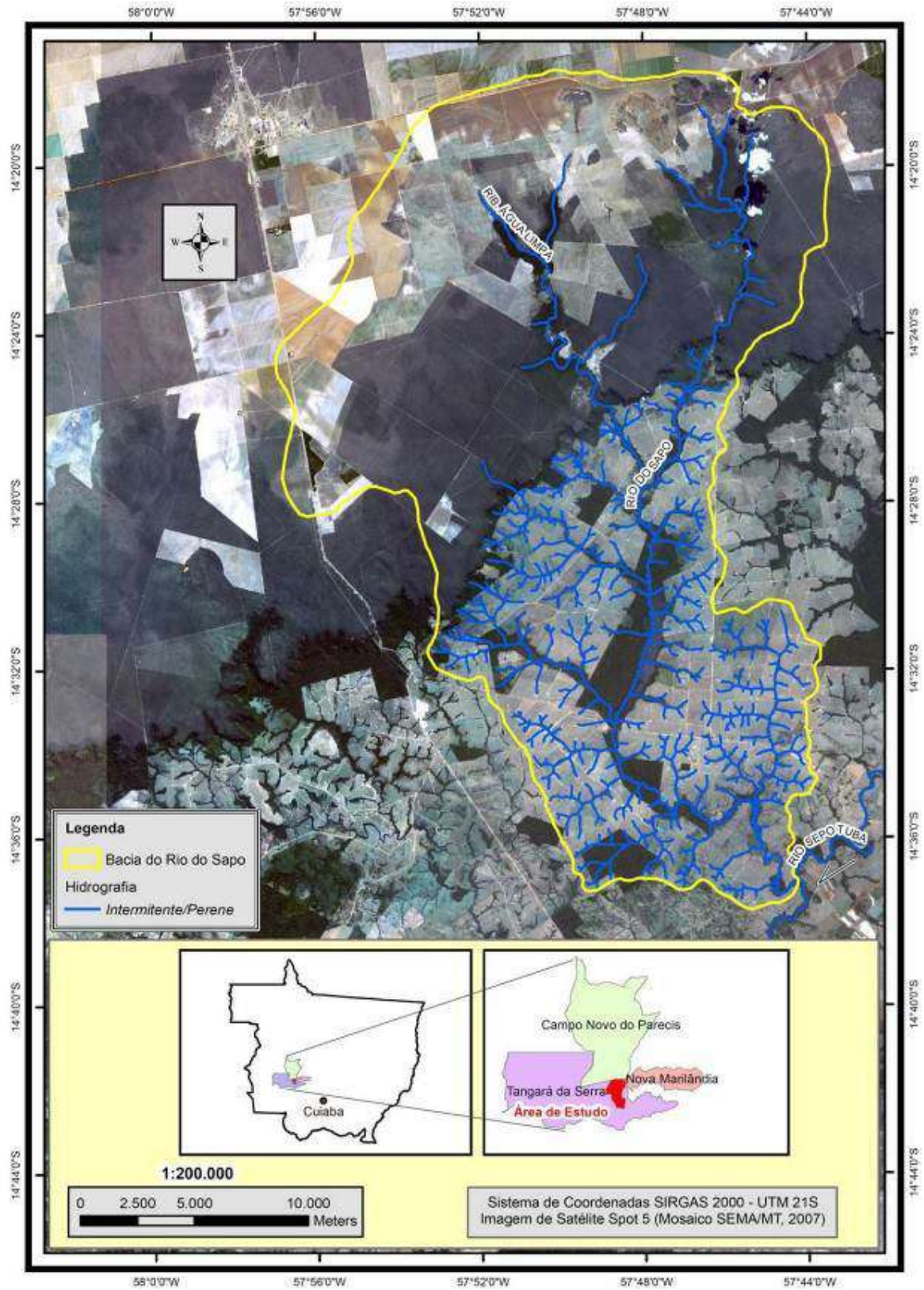


Figura 02 – Mapa de Hidrografia da sub-bacia do rio do Sapo.

Com o intuito de conhecer melhor as características físicas da sub-bacia do rio do Sapo, e com isso obter uma primeira aproximação quanto ao seu funcionamento hídrico, foi desenvolvido um estudo visando definir alguns de seus principais parâmetros geométrico e da sua rede de drenagem, cujos resultados estão demonstrados na Tabela abaixo.

Tabela 07 – Características da sub-bacia do rio do Sapo.

<b>Características geométricas</b>	
Área total (A): <b>573,75 Km<sup>2</sup></b>	Coefficiente de compacidade (Kc): <b>1,39</b>
Perímetro total (P): <b>119,56 Km</b>	Fator de forma (F): <b>0,17</b>
Índice de Circularidade (IC): <b>0,50</b>	
<b>Características da rede de drenagem</b>	
Comprimento do curso d'água principal (L): <b>57,74 Km</b>	Densidade de drenagem (Dd): <b>0,76 Km/Km<sup>2</sup></b>
Comprimento total dos cursos d'água (Lt): <b>434,72 Km</b>	Extensão média do escoamento superficial (I): <b>0,3299 Km</b>

Através de processamento da imagem SRTM, com uso do software *ArcGis 9.3*, foi possível também obter o mapa de hipsométrico da área da bacia, contendo 10 classes com intervalos regulares de 50 metros entre elas, cujo produto cartográfico é apresentado abaixo pela Figura 03.

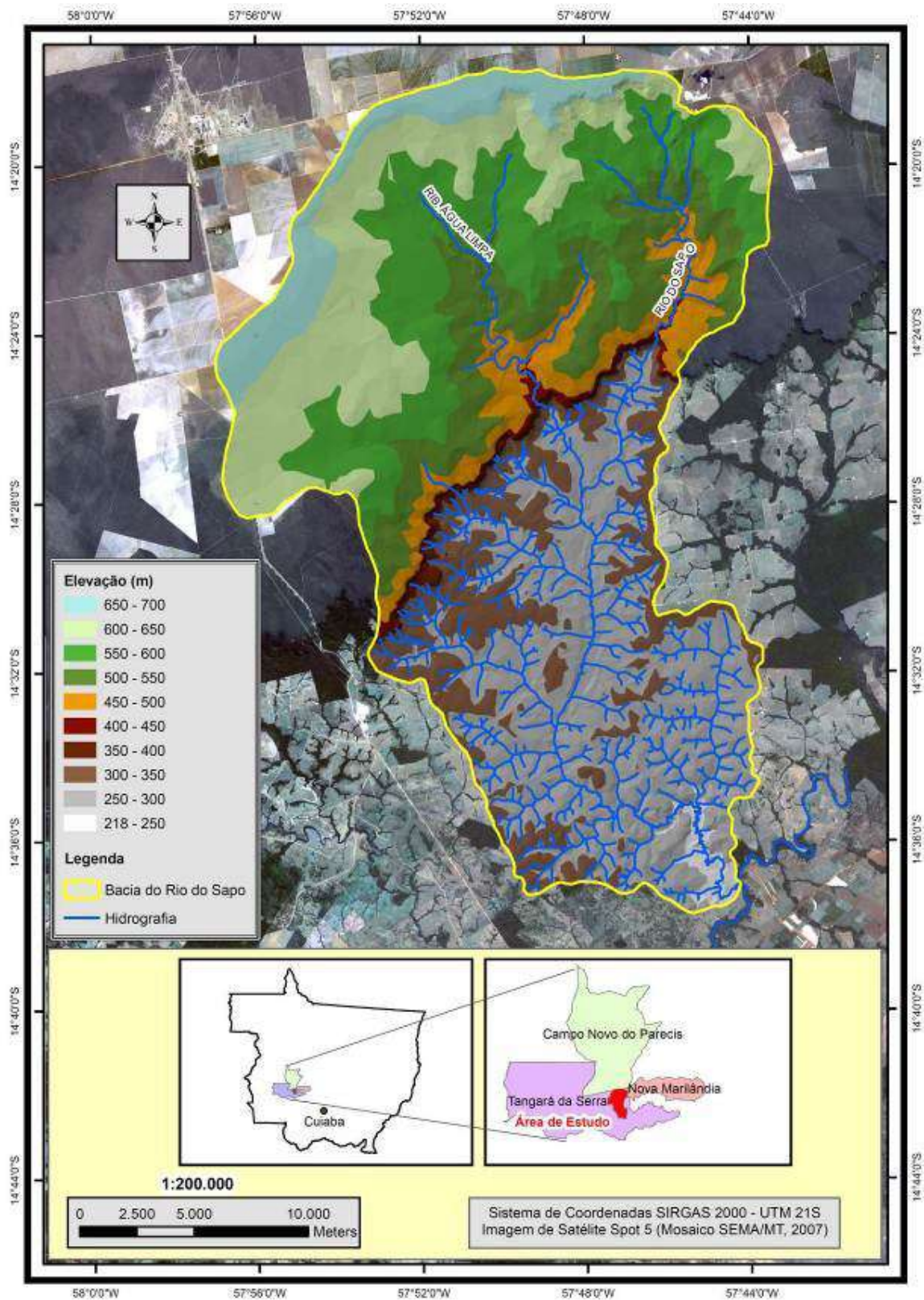


Figura 03 - Mapa hipsométrico da sub-bacia do rio do Sapó.

Os dados de morfometria da bacia do Sapo revelam se tratar de uma bacia hidrográfica de grande extensão, se assemelhando ao formato de uma “pera”, em forma alongada, com baixo valor de fator de forma e com valores médios de índice de circularidade e coeficiente de compacidade, não se mostrando muito sujeita a inundações em condições normais de precipitação.

Quando analisado sob o ponto de vista do potencial de atuação dos processos erosivos, as características de morfometria revelam alguns aspectos interessantes, possibilitando interpretações preliminares.

O mapa de hidrografia retrata uma bacia hidrográfica com muito baixa densidade de drenagem na região da alta bacia, e de forma geral, uma elevada densidade de drenagem e índice de dissecação na região média e baixa da bacia. Desta forma, numa primeira análise, através do índice de dissecação da paisagem, se nota que os setores médio e baixo da bacia se mostram com maior potencial ao desenvolvimento de erosões, devido ao relevo menos suave.

O mapa hipsométrico revela um desnível que chega a cerca de 500m, demonstrando potencial favorável ao transporte de partículas de sedimentos de montante para jusante. O formato de “pera”, alargada a montante, conduz a uma proporção maior de extensão areal na região da média à alta bacia, tornando a bacia hidrográfica com significativa área sujeita a produção e transporte de sedimentos, em caso de atuação de processos erosivos.

### **5.1.3 Solos**

O mapeamento de solos na bacia do Sapo, centrado fortemente nos trabalhos de campo, foi realizado em escala de 1:50.000, que norteados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2009) da Embrapa, se identificou seis classes de solos, ao nível hierárquico de segundo grau categórico, e mais três associações de solos. Outra unidade também mapeada é representada por associação de Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico, em conjunto com um tipo de terreno contendo coluviões, tálus e afloramentos de rochas, todos reunidos como uma única unidade devido a limitação da escala de representação.

De modo geral, se constatou ampla ocorrência de solos arenosos na bacia, marcado sobretudo por Neossolo Quartzarênico, sendo que esse tipo pedológico se sobressai praticamente em toda a parte média da bacia e em grande parte do setor alto da bacia, sendo ausentes apenas em setor posicionado ao extremo norte da bacia, onde ocorre Latossolo e

Plintossolo, e no setor da baixa bacia do Sapo, cujo local sofre grande influência de substrato geológico basáltico, resultando em solos com maior predominância de fração argilosa, com ocorrência principalmente de Argissolos e Latossolos. Ainda no setor da baixa bacia, se verifica ocorrências de Cambissolo e Neossolo Litólico em vertentes mais acentuadas de colinas.

Abaixo é exibida a Figura 04 representando o mapa de solo elaborado para a sub-bacia do rio do Sapo.



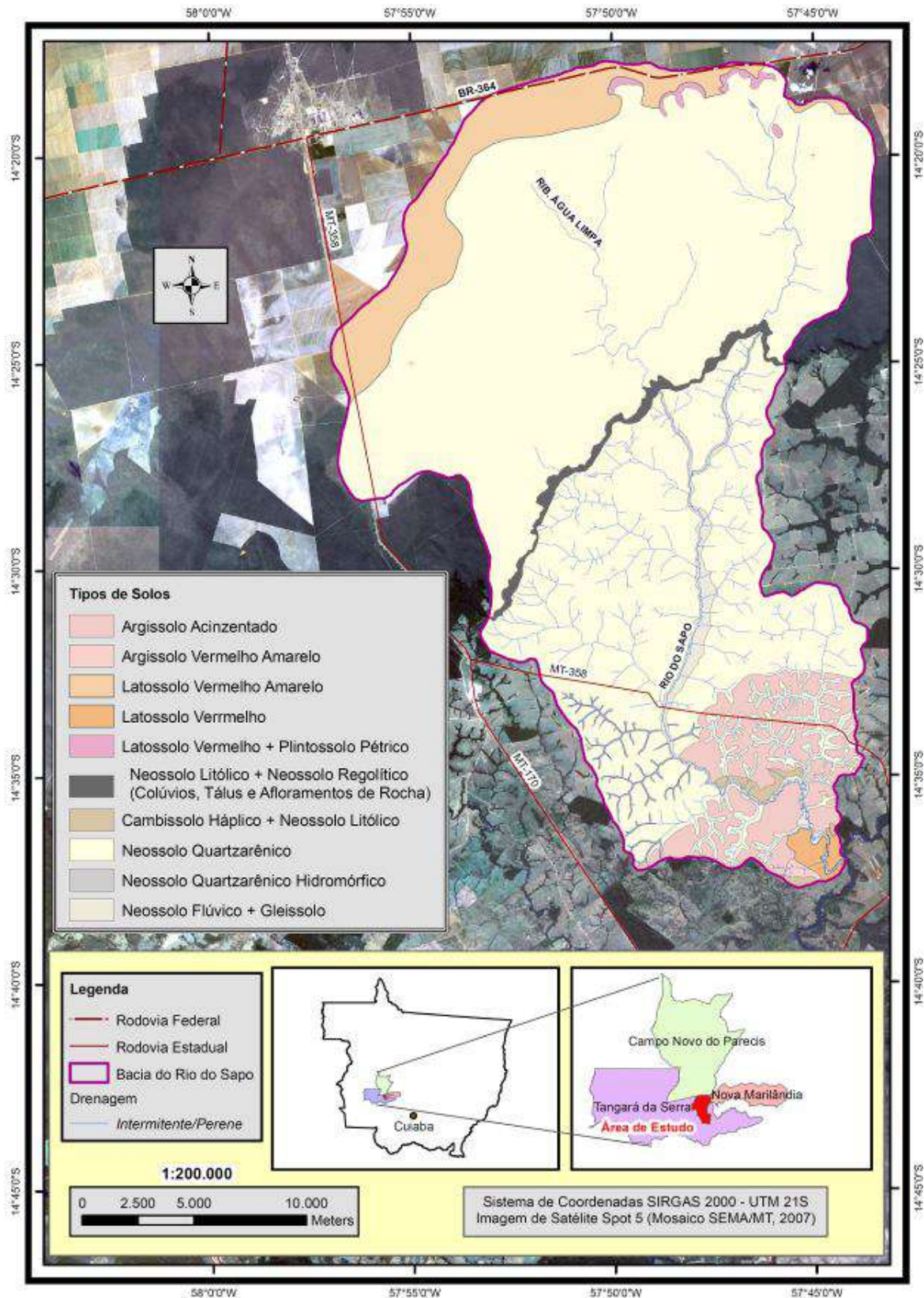


Figura 04 - Mapa de solos da sub-bacia rio do Sapo.

## Neossolo Quartzarênico e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico

Neossolo Quartzarênico é o tipo pedológico mais predominante na área de estudo, marcando os setores médio e alto da bacia. Na unidade de relevo do Planalto Dissecado dos Parecis, ocorre em duas condições, uma delas diz respeito a uma região situada mais na baixa bacia do Sapo, onde ocupam terços médios e inferiores de vertentes de colinas médias, com declividade em geral situada na faixa de 12 à 20%. Outra situação em que ocorre é cobrindo extensa área de relevo suave sob a forma de colinas amplas, em setor posicionado mais na média bacia do Sapo, neste caso, se estendendo no terreno em direção a montante, até chegar nas proximidades do sopé da escarpa do Planalto dos Parecis.

Constata-se também a ocorrência de Neossolo Quartzarênico Hidromórfico no Planalto Dissecado dos Parecis, ocupando trechos de fundos de vales, principalmente em regiões de cabeceiras de drenagens, que em muitas das vezes já se apresenta descaracterizado devido a assoreamentos.

Como os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos apresentam abrangência bastante restrita, no mapa de apresentação ele está sendo representado apenas em um trecho da margem direita do rio do Sapo, onde se constatou em campo uma ocorrência bastante significativa, porém é importante registrar que ele se encontra presente também em outras áreas ocupando fundos de drenagens afluentes do rio do Sapo.

Um aspecto de suma importância já citado, que se observa em boa parte dos Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, é a atuação do processo de assoreamento em decorrência de erosões que se fazem presente em muitos setores de cabeceira de drenagens, onde na maior parte, o solo está sendo usado para pastagem e com ausência de cercas de isolamento e de proteção no entorno de vegetação ciliar que acompanha essas drenagens.

Em região da bacia a montante da escarpa, ou seja, em setor de Chapada dos Parecis, ocorre também Neossolo Quartzarênico, ocupando grande extensão areal, cuja ocorrência se estende em direção a montante até ao extremo norte da alta bacia do Sapo, onde na maior parte ele faz contato lateral com Latossolo Vermelho, e em trechos mais restritos a formas de anfiteatros erosivos de cabeceira ele faz contato com associação de Latossolo Vermelho e Plintossolo Pétrico.

Os Neossolos Quartzarênicos mapeados apresentam como características gerais, conforme as Figuras 05 a 11, uma textura de areia média a fina, com coloração principalmente

cinza a amarelada, demonstrando perfis homogêneos e com muito pouca diferenciação entre os horizontes A e C, ou seja, atributo típico de um neossolo. Observa-se que de modo geral, em sentido de jusante para montante, a cor do solo vai gradando de uma tonalidade amarelada para mais acinzentada, com exceção principalmente na região ao norte da bacia, onde ele faz contato com a associação de Latossolo Vermelho e Plintossolo Pétrico, pois neste trecho o Neossolo Quartzarênico também exhibe coloração vermelho a amarelada.



Figura 05 – Exposição de neossolo quartzarênico cinzento, em setor de vale de colinas amplas.



Figura 06 – Perfis de neossolo quartzarênico expostos por erosões, em região de pastagem, situada em vertente próxima a fundo de vale de colinas amplas.



Figura 07 – Paisagem em domínio de neossolo quartzarênico, em colinas amplas com topos suaves a planos. Trecho a poucos quilômetros de escarpa que divide a Chapada do Planalto Dissecado dos Parecis.



Figura 08 – Detalhe de perfil de Neossolo Quartzarênico.



Figura 09 – Formigueiro trazendo partículas arenosas de Neossolo Quartzarênico até a superfície.



Figura 10 – Antiga estrada que sofreu processo erosivo, em terreno de Neossolo Quartzarênico.



Figura 11 – Feições erosivas de boçorocas de grandes dimensões presentes em Neossolo Quartzarênico.

## Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho Amarelo

Solos da classe de Latossolo ocorrem basicamente em duas regiões na bacia, uma situada em porção da baixa bacia, em região cujo principal substrato geológico é o basalto, aonde se caracteriza por Latossolo Vermelho escuro de textura argilosa, e em outra porção situada na extrema parte alta, onde o relevo do Planalto dos Parecis se encontra conservado na forma de rampas e constituído também por superfícies planas. Neste trecho, o Latossolo se apresenta Vermelho Amarelo com textura média.

Conforme análises efetuadas em perfis expostos e em amostras de sondagens a trado, como se observa nas Figuras 12 e 13, em termos gerais, o Latossolo presente na parte baixa da bacia possui nas porções mais superiores do perfil cor marrom avermelhado escuro, que vai gradando em profundidade para cor vermelho escuro, apresentando-se com textura argilosa com pouca areia, tanto no horizonte Ap identificado, como no B latossólico, e contém estrutura microagregada típica.



Figura 12 – Investigação a trado, identificando Latossolo Vermelho escuro.



Figura 13 – Detalhe de amostra de solo coletado de Latossolo Vermelho Escuro, contendo típica estrutura microagregada.

Nas porções de limite da bacia na sua parte alta, ocorre Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média em terrenos de superfícies suaves, ocupando inclusive trecho das áreas planas da Chapada dos Parecis propriamente dita. Esse tipo de Latossolo mapeado, que é ilustrado nas Figuras 14 e 15, possui horizonte Ap areno-argiloso, sem estrutura e com cor bruno avermelhado, passando a horizonte Ab areno-argiloso sem estrutura e com cor vermelho amarelo. No horizonte B deste solo, se identifica BA argilo-arenoso, granular e de cor vermelho escuro, e Bw argilo-arenoso, com estrutura granular e de cor vermelho.



Figura 14 – Trincheira exibindo Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média.

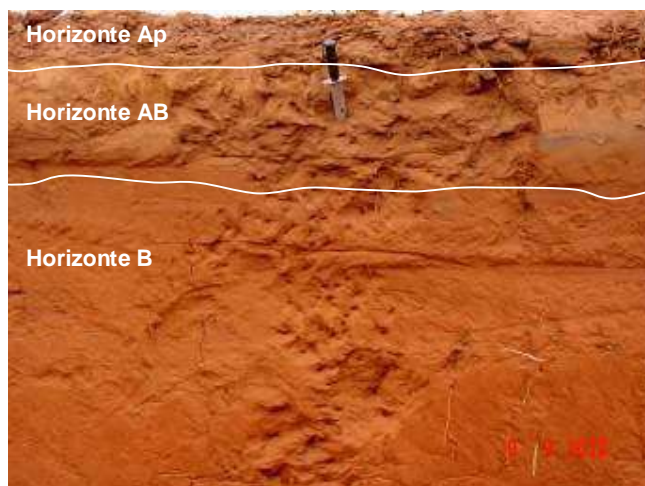


Figura 15 – Perfil de solo em trincheira, exibindo horizontes típicos do Latossolo Vermelho Amarelo de textura média.

## Latossolo Vermelho Amarelo + Plintossolo Pétrico

Em setores ao norte da bacia do Sapo, principalmente em terço médio a superior de vertentes de anfiteatros erosivos de cabeceiras de drenagem ocorre Latossolos Vermelho Amarelos associados à Plintossolos Pétricos, ilustrado da Figura 16, formando um nítido sistema pedológico. Nos locais em que se identifica esta associação, se verifica que os Latossolos ocupam as porções mais superiores do terreno, e são de textura média com cor vermelho amarelo. Avançando em profundidade no perfil, se nota o aparecimento dos Plintossolos Pétricos, com significativo incremento do teor de argila, contendo textura argilo-arenosa a argilosa com níveis de concreções plintíticas e petroplintíticas (Figuras 17 e 18), se observando também, localmente, expressivo teor de concreções limoníticas.

Um aspecto importante observado nesta área de associação de solos, diz respeito a áreas com presença de Neossolo Quartzarênico subjacente ao Latossolo/Plintossolo. Dessa forma, se nota que em muitos trechos de anfiteatros erosivos de cabeceira, especialmente nos níveis mais inferiores das vertentes, a presença de outro sistema pedológico, abrangido por Latossolos, Plintossolos e Neossolos Quartzarênicos em associação, que em razão da escala adotada no trabalho não permitiu representa-la como unidade de solo distinto no mapa.



Figura 16 – Paisagem com erosão expondo ocorrência de associação de Latossolo e Plintossolo Pétrico.



#### Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos (coluviões, tálus e afloramentos de rocha)

Esta unidade de mapeamento corresponde ao setor da escarpa do Planalto dos Parecis e o entorno da sua base. Abrange associação de tipos pedológicos pouco evoluídos, caracterizados por Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, mapeado em conjunto com tipos de terreno formado por coluviões, tálus e afloramentos de rochas areníticas (Figuras 19 e 20).



Figura 19 – Vista geral da escarpa com ocorrências de tálus e colúvios no sopé.





Figura 20 – Vista em plano de fundo das rochas areníticas em contato com vertentes de ocorrências de solos pouco desenvolvidos, com depósitos de tálus e colúvios no entorno do sopé da escarpa.

A integração de associação de solos e de tipos de terrenos para caracterizar esta unidade se deu em razão da dificuldade de distingui-los em campo, assim como em função da reduzida escala de apresentação do mapa, definindo assim, uma unidade com área bastante estreita que acompanham a escarpa em direção predominante SW-NE.

#### Argissolo Acinzentado e Argissolo Vermelho Amarelo

Os tipos pedológicos caracterizados como Argissolo Acinzentado e Argissolo Vermelho Amarelo, ocupam terrenos situados na parte baixa da sub-bacia do Sapo, sendo que os Argissolos Vermelho Amarelos ocorrem mais a jusante e em área bastante restrita, em trecho na margem direita do rio do Sapo. E os Argissolos Vermelho Amarelo abrangem extensa área no setor baixo da bacia, ocupando de modo geral os topos e os terços superiores de colinas médias e muitas vezes alongadas que se faz presente no Planalto Dissecado dos Parecis.

Os Argissolos Vermelho Amarelo apresentam horizonte A constituído de areia fina, de cor marrom avermelhado, como exibido na Figura 21, contendo espessura média de 30 cm para início de transição para o horizonte B textural, que possui textura argilosa e com cor vermelho escuro. Esse horizonte B textural segue em profundidade no perfil e apresenta espessuras variáveis até alcançar horizonte C de alteração de basalto, que se faz presente

como substrato rochoso da região. O horizonte A, sob a ação concentrada de escoamento de água ou pisoteio de gado se mostra vulnerável ao desenvolvimento de sulcos (Figura 22).



Figura 21 – Detalhe do horizonte A de Argissolo Vermelho Amarelo constituído de areia fina.



Figura 22 – Vista da paisagem de ocorrência de Argissolo Vermelho Amarelo, contendo alguns incisões na ordem de centímetros no seu horizonte A.

Os solos do tipo Argissolo Acinzentado exibem com frequência um horizonte Ap com espessura média de 30 a 40 cm, constituído de areia fina e com aspecto de areia lavada, cujos teores de matéria orgânica já se faz praticamente ausente em decorrência da interferência antrópica sobre o solo. As estruturas do horizonte Ap se mostram principalmente granular, grumosa e porosa, e a sua cor predominante é marrom acinzentado.

O horizonte B deste solo possui textura argilo-arenosa, com estrutura prismática, se notando também por vezes macroporos oriundos de bioturbação, e a cor mais frequente é definida como marrom forte.

As Figuras 23 a 28 a seguir, demonstram as descrições dadas aos solos do tipo Argissolo Acinzentado.

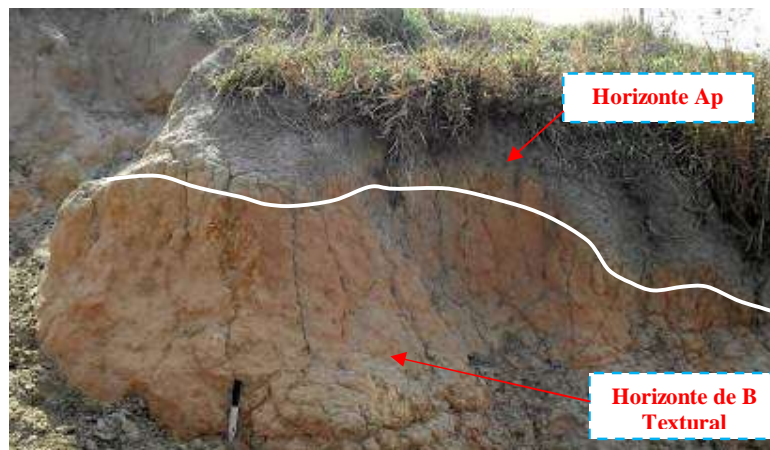


Figura 23 – Perfil de Argissolo exibindo horizonte Ap e o B textural.



Figura 24 – Ocorrência de Argissolo Acinzentado, cujo horizonte A se encontra depauperado.



### Cambissolo Háptico e Neossolo Litólico

Esta associação de solo, com predominância de Cambissolo Háptico e de presença em menor proporção de Neossolo Litólico ocorre em alguns setores na baixa bacia do Sapo, ocupando porções principalmente de pequenas colinas e vertentes significativas inclinações. Apresenta-se em geral com horizontes superiores de cor marrom avermelhado, de textura argilo-arenosa, contendo profundidade efetiva limitada pela ocorrência de seixos e blocos de composição principalmente polimítica (Figuras 29 e 30), cuja origem do material se acredita estar associada às rochas grosseiras da Fm. Salto das Nuvens. Essa pedregosidade aparece em geral a menos de 1m no perfil do solo, abaixo do horizonte B incipiente.



Figura 29 – Terreno de ocorrência de Cambissolo Háptico e Neossolo Litólico explorado como cascalheira para uso em pavimentação de estradas, originalmente constituída de vertentes com elevada inclinação.



Figura 30 – Região com superfície topográfica reconformada pela exploração do nível cascalhento, abaixo do horizonte B incipiente depauperado.

### Neossolo Flúvico e Gleissolo

A associação de Neossolos Flúvicos e Gleissolos encontra-se associado a porções rebaixadas na bacia, sobretudo ao longo do curso do rio do Sapo, que em alguns trechos forma planícies de inundação, propícias ao aparecimento dos Neossolos Flúvicos, sendo que em setores de fundos de vales mal drenados, onde o nível d'água se encontra próximo à superfície podem ocorrer Gleissolos, como nas situações ilustradas nas Figuras 31 e 32.



Figura 31 – Fundo de vale com Gleissolo junto à margem direita da MT-358 (Tangará da Serra à Campo Novo dos Parecis).

Figura 32 – Detalhe de amostra de um Gleissolo em um fundo de vale presente na Bacia do Sapo.

#### 5.1.4 Geomorfologia

Considerando a Taxonomia do Relevo Terrestre, proposta por Ross (1992), que define seis níveis hierárquicos na classificação do relevo terrestre, o mapeamento especificamente das formas de relevo envolveu de forma mais direta os níveis hierárquicos correspondentes ao 4º táxon e 5º táxon, ou seja, as unidades que Ross (1992) denominada de formas individualizadas do relevo e os setores de vertentes das respectivas formas.

Em relação ao primeiro táxon, como unidade morfoestrutural principal para área em estudo aparece a Bacia Sedimentar do Parecis, que ao longo do tempo geológico atuou como arcabouço para geração de morfoesculturas na região. Como unidade morfoescultural da sub-bacia do rio do Sapo, identifica-se a unidade geomorfológica do Planalto dos Parecis, conforme Ross (2005).

Para fins de entendimento do estudo geomorfológico do Planalto dos Parecis, Ross e Santos (1982) propõe a criação de duas subunidades, o Planalto Dissecado dos Parecis e a Chapada dos Parecis. Sendo que o Planalto Dissecado dos Parecis constitui um patamar topograficamente abaixo da Chapada, e que na área de pesquisa constitui toda a porção a jusante da escarpa.

Em relação à Chapada dos Parecis, que corresponde a subdivisão mais elevada dentro do Planalto dos Parecis, ela ocorre na área de estudo principalmente na forma de rampas e superfícies aplainadas, sendo bordejada pelas escarpas abruptas com direção sudeste / nordeste na bacia do Sapo.

O terceiro táxon, que na taxonomia proposta por Ross (1992) correspondem a Unidades de Padrões de Formas Semelhantes de Relevo, foi interpretado com base no índice de dissecação do relevo, formato dos topos, vertentes e vales presentes na bacia. Sendo identificado principalmente um padrão de formas em colinas, presentes no Planalto Dissecado dos Parecis, e em menor proporção um padrão em formas tabulares, situados na região da Chapada dos Parecis.

A seguir é apresentada a Figura 33 contendo um Modelo Digital de Terreno (MDT) elaborado para a sub-bacia e em seguida uma Tabela sintetizando a compartimentação geomorfológica proposta para a mesma.



Figura 33 – Modelo Digital de Terreno da sub-bacia do rio do Sapo.

Tabela 08 - Compartimentação Geomorfológica proposta para a sub-bacia do Sapo.

<b>Domínio Morfoestrutural</b>	<b>Regiões Geomorfológicas</b>	<b>Padrões de Formas Semelhantes</b>	<b>Formas de Relevo</b>
<b>Bacia Sedimentar do Parecis</b>	<b>Chapada dos Parecis</b>	<b>Padrão em Formas Tabulares</b>	<b>Relevo Aplainado</b>
			<b>Superfícies em Rampas</b>
			<b>Anfiteatros Erosivos</b>
	<b>Planalto Dissecado dos Parecis</b>	<b>Padrão de Formas em Colinas</b>	<b>Escarpas</b>
			<b>Colinas Médias e Amplas</b>
			<b>Colinas Pequenas Rampeadas</b>
			<b>Superfícies em Rampas</b>

No intuito de facilitar a compreensão dos fatos geomorfológicos existentes na bacia, realizou-se a cobertura de uma imagem de satélite Landsat (resolução espacial de 30 metros) sobre o Modelo Digital de Terreno obtido com imagem SRTM, visualizada abaixo pela Figura 34.

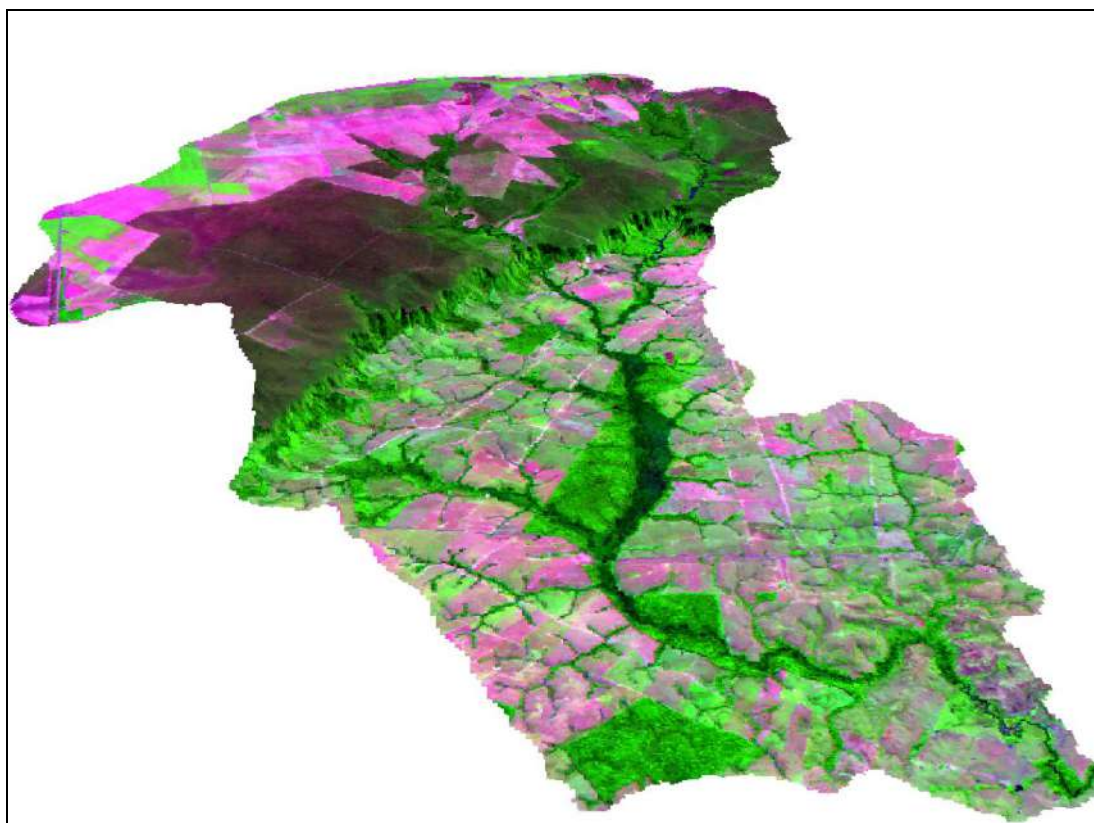


Figura 34 – Modelo Digital de Terreno coberto por imagem Landsat, na sub-bacia do rio do Sapo.



No mapeamento das formas de relevo, se identificou nove tipos de unidades, com amplo destaque para presença de colinas médias e colinas amplas na região do Planalto Dissecado dos Parecis, contendo também em trechos de menor extensão nesse setor, colinas amplas e colinas pequenas com superfícies em rampas, além de fundos de vales e planícies fluviais ao longo principalmente do curso do rio do Sapo. E na região da Chapada dos Parecis se destaca uma extensa área de superfícies em rampas, com presença em menor proporção de anfiteatros erosivos de cabeceira, e de fundos de vales de drenagens. As superfícies aplainadas ocupam o restrito trecho correspondente a Chapada dos Parecis na sub-bacia do Sapo.

Abaixo é apresentado o mapa de formas de relevo da sub-bacia, através da Figura 35, abrangendo os níveis hierárquicos correspondentes ao 4º táxon e 5º táxon da proposta de classificação sistemática do relevo de Ross (1992).

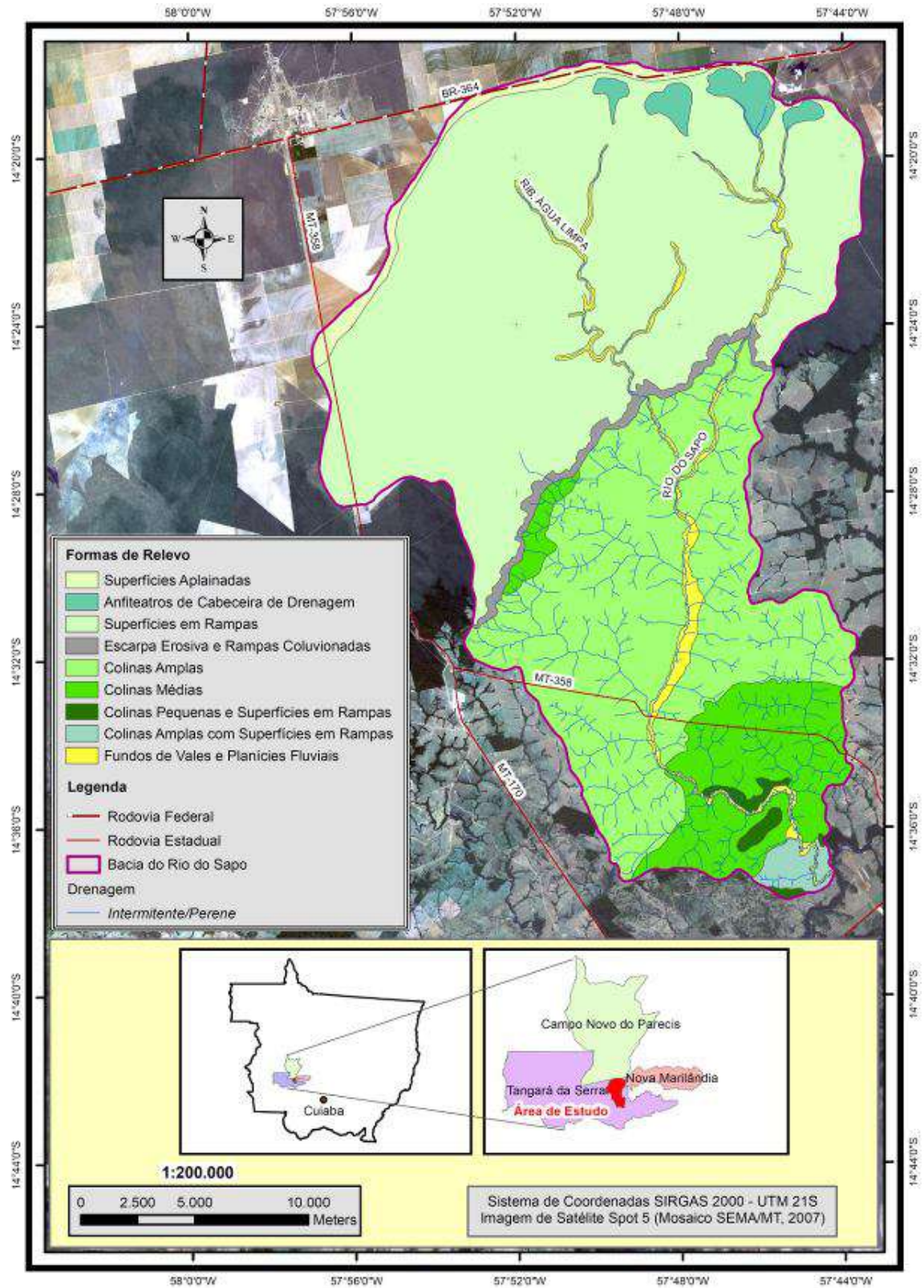


Figura 35 – Mapa de Formas de Relevo da sub-bacia do rio do Sapó.

## Fundos de vales e planícies fluviais

Os setores na bacia ocupados por fundos de vales e planícies fluviais são formas que estão sempre associadas a áreas rebaixadas do terreno, com as planícies fluviais em geral ocupando trechos no entorno do rio do Sapo, e os fundos de vale mapeados nas áreas principalmente de domínio das colinas médias e amplas.

Os fundos de vales, como se percebe na Figura 36, são suaves, ocorrendo na forma predominante de “U” ou em “berço”, com presença muitas vezes de curso d’água no talvegue, especialmente as do tipo intermitente.

As planícies fluviais correspondem a superfícies aplainadas identificadas em margens de trechos do rio do Sapo sujeita a inundações periódicas, situadas principalmente na parte baixa e média da bacia (Figura 37), ou seja, na unidade de Planalto Dissecado dos Parecis.



Figura 36 – Fundo de vale suave com presença de buritis, com nível d’água aflorante a sub-aflorante.



Figura 37 – Curso do rio do Sapo, no setor baixo da bacia, em trecho cujas margens apresentam planície sujeita a inundação.

#### Colinas amplas com superfícies em rampas

Esta unidade se posiciona no trecho final do rio do Sapo em direção a sua foz, ocorrendo em ambas às margens do rio principal, mas com maior extensão pela margem direita. Apresenta como características colinas amplas marcadas por baixas amplitudes e predominantemente alongadas, com presença também de colinas amplas com comprimento de rampa mais restrito. As colinas estão associadas com vertentes na forma de rampas, em geral com declividades menores que 5% (Figuras 38 e 39) e com caimento para o vale do Sapo e seus afluentes.



Figura 38 – Superfície em rampa, em margem esquerda do rio do Sapo, em setor da baixa bacia.



Figura 39 – Paisagem de colinas amplas com superfícies em rampas, na margem direita do rio do Sapó.

### Colinas pequenas e superfícies em rampas

Esta unidade mapeada situa-se em porções na baixa bacia do Sapó, com ocorrência tanto na margem direita como a esquerda do rio do Sapó. Corresponde a áreas que abrangem colinas pequenas em associação com vertentes em rampas. As colinas de forma geral são de amplitudes moderadas, cujas vertentes por vezes se encontram rampeadas, prevalecendo topos estreitos e convexos com vertentes em formas retilíneas a convexos, conforme se nota nas Figuras 40 e 41. Algumas dessas pequenas colinas rampeadas se encontram alinhadas na paisagem.



Figura 40 – Vista de colinas pequenas ao fundo da imagem, com vertentes retilíneas a convexos, na margem esquerda do rio do Sapó.



Figura 41 – Paisagem contendo colinas pequenas com vertentes rampeadas ao fundo da imagem, na margem direita do rio do Sapo.

### Colinas médias

As colinas médias ocorrem em significativa área posicionada na baixa bacia do Sapo, em ambas as margens do rio principal. Essa forma de relevo pode se dizer que apresentam em duas condições na paisagem, em termos de substrato geológico, uma vez que existe um trecho restrito em que ocorre sustentada por arcabouço de influência basáltica, constituindo a parte mais a jusante desta unidade, e em sua maior porção mais a montante, formando colinas em terrenos constituídos de rochas do Grupo Parecis.

As colinas médias, de montante para jusante apresentam tendência de ligeiro aumento na dissecação de drenagem. Assim como transiciona, neste mesmo sentido, de colinas médias mais alongadas, com topos planos a ligeiramente convexos, e de vertentes predominantemente convexas, para colinas médias com topos convexos (Figura 42), e de vertentes convexadas no terço médio a superior (Figura 43), apresentando predominância de concavidade no terço inferior.



Figura 42 – Típicas colinas médias, com topos planos a convexos, ocupando trecho da baixa bacia do Sapo.



Figura 43 – Detalhe de caimento de vertente de colinas médias, na margem direita da MT-358 (sentido Tangará da Serra à Campo Novo dos Parecis).

### Colinas amplas

As colinas amplas constituem a forma de relevo mais predominante no Planalto Dissecado dos Parecis na área de estudo, abrangendo extensa área considerada na parte média da bacia, formando um domínio homogêneo na paisagem que vai se estendendo a montante até fazer contato com as rampas coluvionadas no sopé da escarpa.

Essas colinas, formadas por longo comprimento de rampa e de amplitude moderada a baixa e com vales suaves (Figura 44), apresentam certa mudança no padrão de sua morfometria a medida que se aproxima do sopé da escarpa, onde inclusive é possível notar um ligeiro aumento da dissecação no terreno. Nesse trecho, mais a montante na unidade, se nota certo aumento na sua amplitude e declividade, visualizada na Figura 45.



Figura 44 – Paisagem dominada por colinas amplas, marcadas por baixas amplitudes.



Figura 45 – Vista panorâmica de colinas amplas se estendendo até o sopé da escarpa (ao fundo).

### Escarpas erosivas e rampas coluvionadas

As formas ocupadas por escarpas e rampas coluvionadas foram reunidas como única unidade, em razão da escala do mapeamento não permitir distingui-las, sobretudo em razão da estreita ocorrência das escarpas areníticas quando vista em planta. Portanto, constituem formas diferentes, originadas por morfogênese distinta.

Torna-se importante citar também, que da mesma forma por motivos de escala de apresentação, se incluiu nesta unidade as vertentes formadas por depósitos de tálus, que se posiciona como que um intermediário entre as escarpas e as rampas coluvionadas, não só em termos de espaço ocupado, mas inclusive em termos de declividade, uma vez que no geral as vertentes de tálus possuem declividade intermediária entre as escarpas fortemente inclinadas e as rampas de baixa declividade.



As escarpas, cujos paredões são constituídos de rochas areníticas do Grupo Parecis, apresentam-se verticalizados a subverticalizados (Figura 46). Enquanto que as rampas coluvionadas são formadas por solos arenosos (Figura 47), contendo contribuição de material proveniente da própria escarpa, que sofreu pequeno transporte após ser desprendido das rochas.

Nos depósitos de tálus, possivelmente deve estar presente significativo material sedimentar clástico, oriundo de processos erosivos e quedas de blocos da escarpa.



Figura 46 – Escarpa verticalizada, formada por arenitos, se notando tálus e colúvios acompanhando a sua base.



Figura 47 – Vista de frente para escarpa, com destaque para as rampas coluvionadas presentes na sua base.

## Superfícies em rampas

As superfícies em rampas definidas no mapeamento abrangem extensas áreas situadas acima da escarpa, correspondendo a forma de relevo de maior ocorrência na área de estudo, se posicionando na porção norte da bacia do Sapo, conformando uma paisagem homogênea neste setor, com baixíssimo índice de dissecação e que se considera como pertencente a Chapada dos Parecis.

Os terrenos são marcados pelo caimento suave, no sentido da Chapada de cimeira à escarpa, com a declividade atingindo baixos valores, em geral abaixo de 5%, conforme atesta as Figuras 48 e 49, podendo aumentar um pouco quando ocupa as bordas do topo da escarpa.



Figura 48 – Relevo com superfícies em rampas dominando a paisagem, acima da escarpa do Planalto dos Parecis.



Figura 49 – Superfícies em rampas acima da escarpa, com baixo declive caindo para a mesma.

### Anfiteatros de cabeceira de drenagem

Os anfiteatros erosivos presente na bacia estão situados no extremo norte da área de pesquisa, ocupando porções de cabeceiras de cursos d'água formadores do rio do Sapo e do ribeirão Água Limpa. As suas vertentes, por onde drenam as águas de chuvas em direção as nascentes, apresentam-se com longo comprimento de rampa e com amplitude moderada a alta, contendo forma principalmente côncava (Figuras 50 e 51).



Figura 50 – Vista ampla de região de anfiteatro erosivo de cabeceira



Figura 51 – Detalhe de vertente de relevo em anfiteatro erosivo de cabeceira

## Superfícies aplainadas

As superfícies planas mapeadas na bacia, com declividade abaixo de 1% (Figura 52), se localizam em porção do extremo norte da área de pesquisa, onde acompanha os limites a montante da bacia. A extensão desta unidade é bastante restrita, com boa parte da área situando-se no entorno de trecho da BR-364, cujo traçado foi projetado no local justamente por ser um setor aplainado. Conforme as características da topografia, esta forma de relevo ocupa o setor caracterizado como Chapada propriamente dita.



Figura 52 – Vista em primeiro plano de parte do trecho aplainado que ocorre na bacia do Sapo.

### 5.1.5 Geologia

Na bacia do rio do Sapo, existem três unidades litoestratigráficas mapeadas no Projeto do Radambrasil, identificados nas folhas SD. 21 Cuiabá (Barros et al. 1982), e que estão presentes também no trabalho publicado mais recentemente pela CPRM (Lacerda Filho et al. 2004), intitulado Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso. As três unidades em questão se tratam da Formação Salto das Nuvens, Formação Utariti e de Coberturas Detrito-Lateríticas.

Além das três unidades mencionadas, nos trabalhos realizados a campo na área da bacia foi possível constatar também a ocorrência da Formação Tapirapuã, que apesar de

abrangência limitada em termos de área total, exerce forte influência como condicionante morfoedológico na região de entorno da foz do rio do Sapo.

Tabela 09 – Coluna Litoestratigráfica proposto para a Bacia do Rio do Sapo (adaptado de Lacerda Filho et al., 2004).

ERA	PERÍODO	LITOESTRATIGRAFIA			
		GRUPO	FORMAÇÃO	SIMBOLOGIA	LITOLOGIA
CENOZÓICO	TERCIÁRIO-QUATERNÁRIO	UNIDAE EDAFOESTRATIGRÁFICA		TQdl	Cobertura Detrito-lateríticas ferruginosas
MESOZÓICO	CRETÁCEO	PARECÍS	UTIARITI	Ku	Arenitos quartzofeldespáticos, de granulometria fina a média, maciços e localmente silicificados
			SALTO DAS NUVENS	Ksn	Arenitos, arenitos conglomeráticos, e conglomerados polimíticos, por vezes intertrapeados por basaltos
	TRIÁSSICO		TAPIRAPUÃ	KBt	Basaltos cinza a chumbo, com vesículas, amígdalas, e comumente com presença de juntas de resfriamento e esfoliação esferoidal

Abaixo é exibida a Figura 53, que apresenta o mapa geológico elaborado para a bacia do rio do Sapo.

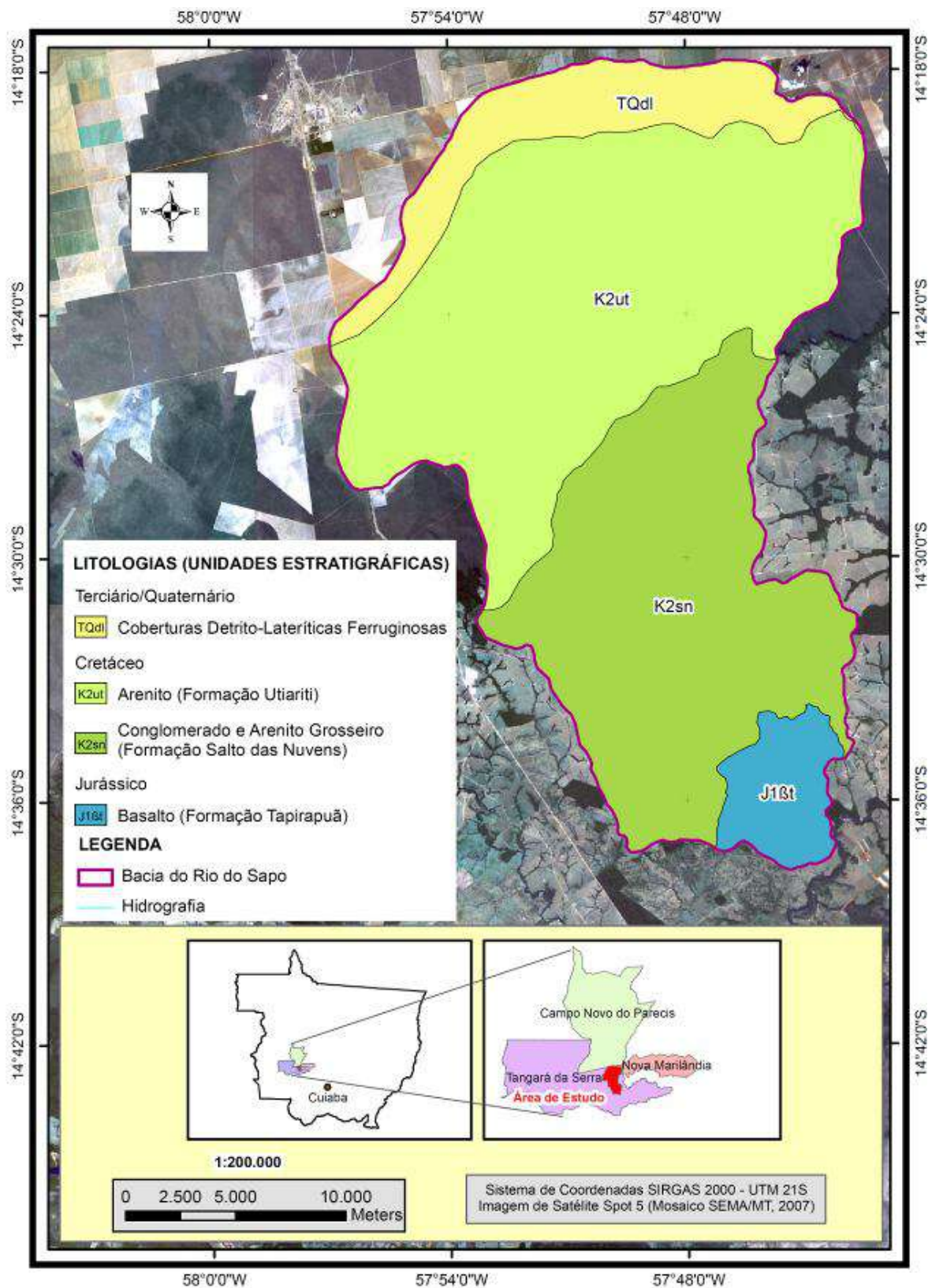


Figura 53 - Mapa geológico da sub-bacia do rio do Sapo.

## Formação Tapirapuã

Eventos magmáticos, representados por derrames vulcânicos mesozóicos e de composição básica se fazem presentes na região centro-sul do Estado, e são responsáveis pela constituição de um relevo peculiar, conhecida como a serra de Tapirapuã. Os basaltos que compõe a serra são pertencentes a Formação Tapirapuã, denominação dada inicialmente por Corrêa e Couto (1972) aos basaltos toleíticos que afloram no município de Arenópolis, onde estimaram uma espessura ao redor de 100 metros (Lacerda Filho et al., 2004).

Lacerda Filho et al. (2004) destacam que a Formação Tapirapuã correspondem a derrames vulcânicos básicos, normalmente constituídos por basaltos isotrópicos, cinza-chumbo, nas bordas e, no centro por diabásios finos a médios, de composição toleítica. Entre as estruturas presentes nos basaltos, cita principalmente as amígdalas, disjunções colunares, falhamentos gravitacionais pouco pronunciados e um intenso diaclasamento.

Barros et al (2006), ao estudar os basaltos de Tapirapuã na região do Balneário Primavera, cerca de três km da cidade de Tangará da Serra, constatam que as rochas apresentam coloração cinza chumbo nas partes maciças e arroxeadas nas zonas de topo, onde se destacam as estruturas amigdaloidais. Sendo que as disjunções colunares são as estruturas magmáticas predominantes.

Quanto à petrografia, os mesmos autores descrevem ainda que as rochas exibem textura subofítica, hipocristalina, hipidiomórfica, sendo que os cristais de plagioclásio apresentam hábito ripiforme, e são maclados segundo a lei Albita e Albita-Carlsbad quando observados ao microscópio petrográfico. E, em relação aos interstícios entre os plagioclásios ocorrem clinopiroxênios (augita e pigeonita), que crescem em grãos anédricos englobando total ou parcialmente os cristais de plagioclásio. Os autores também mencionam a presença de olivina, presente normalmente em pequena proporção, e cuja alteração resulta em uma massa de cor marrom avermelhada constituída de argilominerais.

Uma importante relação estratigráfica envolvendo o basalto da Formação Tapirapuã e arenitos da Formação Salto das Nuvens são notados em corte de estrada da MT-358, que apesar de se localizar a alguns quilômetros da bacia do rio do Sapo, se trata de uma ocorrência bem ilustrativa de uma relação que deve estar significativamente presente também na área de estudo.

Durante os trabalhos de campo, pode se constatar as ocorrências do basalto na parte

baixa da bacia do Sapo, conforme apresentado no mapa geológico. As melhores exposições para a unidade são exibidas principalmente em trechos no leito e nas margens do rio do Sapo (Figura 54), aonde chega a formar algumas curtas corredeiras e uma expressiva cachoeira, já próxima a sua foz, denominada “Saltinho do Sapo” (Figura 55). Esta cachoeira se formou pela erosão diferencial dos pacotes rochosos local, em razão dos basaltos apresentarem maior resistência à erosão do que os arenitos e conglomerados do Grupo Parecis, uma vez que no setor há fortes evidências de intercalação entre as duas unidades, especialmente sob a forma de intertraps.



Figura 54 – Afloramento de basalto junto ao leito do rio do Sapo, exibindo típicas estruturas de juntas.

Figura 55 – Vista da Cachoeira “Saltinho do Sapo”, que corre sobre os basaltos da Fm. Tapirapuã, localizada a algumas dezenas de metro da foz do rio do Sapo.

As rochas basálticas identificadas ocorrem de maneira geral com cor cinza a chumbo, com textura afanítica, de granulação predominantemente fina a muito fina, se apresentando frequentemente como rochas compactas e, e também estruturadas por amígdalas, vesículas e fraturas, sendo comum o aparecimento de juntas de contração, que por vezes formam disjunções colunares. Essas últimas, reflexo do rápido resfriamento em que deve ter sido submetido o magma basáltico ao extravasar à superfície.

Foi possível observar também algumas feições típicas que as juntas originam no basalto, como a estrutura do tipo “casco de tartaruga” e a esfoliação esferoidal.

As estruturas citadas, observadas nas Figuras 55 a 63, assim como as relações de intertrapes, podem se comportar como descontinuidades no material rochoso, uma vez que tais descontinuidades são regiões de preferencial percolação de água subterrânea, agindo gradativamente no sentido de aumentar o intemperismo químico, e dessa forma, abrir caminho também para o intemperismo físico. Mas, em termos gerais, o substrato geológico



basáltico, e o seu material residual, solo de textura predominantemente argilosa, apresentam significativa estabilidade frente aos processos erosivos.



Figura 56 - Basaltos sob a forma de matações arredondados, originado de esfoliação esferoidal.



Figura 57 – Presença de bloco de basalto maciço, próximo a queda d'água Saltinho do Sapo.



Figura 58 - Bloco de basalto com juntas de contração, formando um aspecto de “casco de tartaruga”.



Figura 59 - Afloramento de basalto com juntas condicionando o aparecimento de esfoliação esferoidal.



Figura 60 – Detalhe e afloramento de basalto com juntas abrindo caminho para alteração e separação da rocha em blocos.



Figura 61 – Amostra de basalto cinzento, estruturados por vesículas.



Figura 62 - Detalhe de basalto alterado por exposição ao intemperismo, contendo amígdalas.



Figura 63 - Afloramento de basalto com capas superficiais de alteração, na cor amarela.

## Grupo Parecis

### Formação Salto das Nuvens

A Formação Salto das Nuvens, unidade litoestratigráfica basal do Grupo Parecis foi denominada pelo Projeto RADAMBRASIL, e recebeu o nome em razão da cachoeira Salto das Nuvens, localizada no rio Sepotuba. É no entorno desta queda d'água que inclusive ocorre as melhores seções-tipo da unidade, possibilitando uma nítida visualização do comportamento cronoestratigráfico que ela faz com a Formação Tapirapuã, unidade litoestratigráfica

sotoposta (Barros et al., 1982).

Litologicamente, a Fm. Salto das Nuvens está representado principalmente por conglomerados petromíticos de matriz argilo-arenosa intercalados por lentes de arenitos vermelhos de granulometria variável desde muito fina a conglomerática. Sobreposto aos conglomerados, em geral ocorre arenito imaturo com estratificação cruzada de médio porte, contendo seixos e calhaus de diversos litótipos. Também é comum a presença de camadas de arenito bimodal, maciço de espessura variável, com leitos de argila vermelha intercalados. No topo da seqüência, frequentemente ocorre arenito bimodal bem laminado e com estratificação cruzada de grande porte (Lacerda Filho et al., 2004).

Embora a Fm. Salto das Nuvens tenha ocorrências de estruturas em estratificação cruzada de grande porte, situadas em rochas do topo da unidade, segundo Lacerda Filho et al. (2004) o ambiente de sedimentação sugerido para a formação é continental fluvial de semi-aridez, com manifestações desérticas esporádicas em algumas seções da unidade.

Weska (2006), ao fazer uma síntese do cretáceo em Mato Grosso, descreve pacotes da Fm. Salto das Nuvens como rochas de cores marrom, vermelha, rosa e creme, cujo contato inferior com o basalto Tapirapuã está encoberto e, o superior com a Formação Utariti, se desenvolve por discordância erosiva. Ainda segundo o autor, as estruturas primárias observadas foram laminações plano-paralelas e estratificações cruzadas acanaladas de direção 57SW.

Silva et al., (2003) apud Lacerda Filho et al. (2004) posicionaram esta Unidade no Cretáceo Médio a Superior, devido à ocorrência de fósseis de Mesosuchidae (Notosuchidae) os quais constituem-se de répteis crocodilomorfos de hábito terrestre, que ocorrem em unidades sedimentares cretácicas do Brasil e da América do Sul.

Conforme os trabalhos de campo efetuados na bacia do Sapo, constatou-se certa escassez de afloramentos da Fm. Salto das Nuvens, sendo verificada extensa área de solo residual arenoso, produto de alteração do mesmo. Entretanto, em regiões próximas a divisa da bacia é possível notar boa ocorrência de afloramentos, permitindo inferir a partir dela, como no afloramento ilustrado na Figura 64, muitas informações a cerca do substrato geológico presente no interior da bacia.



Figura 64 – Afloramento a margem da MT-358 (a alguns quilômetros da bacia do Sapo), contendo arenitos da Fm. Salto das Nuvens, intertrapeados por basaltos da Fm. Utiariti.

Saindo da MT-358 e entrando na via de acesso que conduz à cachoeira Salto das Nuvens, próxima a área da bacia do Sapo, se observa em cortes de estrada a ocorrência de cascalhos petromíticos, com matriz argilo-arenosa, sendo os clastos constituídos principalmente por arenito, quartzo, fragmentos de basalto alterado e feldspatos. Esse pacote de substrato grosseiro, que mantém ressaltos topográficos representados por colinas na região, demonstra ter origem ligada a retrabalhamentos de litotipos grosseiros pertencentes a Fm. Salto das Nuvens (Figura 65), especialmente em seus conglomerados e arenitos conglomeráticos.



Figura 65 – Cascalheira explorada, próximo a um afluente do rio do Sapo com ocorrência de cascalhos polimíticos, com origem de provável retrabalhamento de sedimentos da Fm. Salto das Nuvens.

Com relação à presença de fragmentos de basalto alterado em rochas da Fm. Salto das Nuvens, Lacerda Filho et al. (2004) propuseram duas origens para explicar a sua presença: na primeira explicação os clastos se originariam da unidade litoestratigráfica

sotoposta ao Grupo Parecis na área (correspondente ao basalto da Fm. Tapirapuã), e sendo assim, assumiria que a sedimentação seria mais nova, ou seja, pós Jurássico Médio. Na segunda explicação, os clastos basálticos proviriam de rochas vulcânicas alcalinas que ocorrem intercaladas na base do Grupo Parecis a nordeste, o que conduziria à confirmação de uma idade cretácica superior para estes depósitos.

Em região limítrofe a bacia do Sapo, na cachoeira Salto das Nuvens, observa-se afloramentos de seções típicas da unidade, contendo conglomerados com clastos de frações variadas com arcabouço sustentando a rocha, sendo intercalado com arenitos apresentando estratificação plano-paralela.

Em área próxima a confluência do rio do Sapo com o Sepotuba (Figura 66), é possível notar ocorrências de afloramentos rochosos em condições de significativa alteração, marcado por blocos e matacões imersos em uma matriz arenosa. Essas litologias identificadas como pertencentes a Fm. Salto das Nuvens deva corresponder à alteração por intemperismo de conglomerados oligomíticos contendo seixos bem retrabalhados de quartzo e arenitos de natureza quartzo-feldspática de granulometria predominantemente média a grossa, não sendo possível observar algum tipo de estrutura definida para essa ocorrência, se mostrando aparentemente em aspecto maciço. Em subsuperfície, possivelmente deva ocorrer conglomerados intercalados com arenitos.



Figura 66 – Detalhe de cascalhos oligomíticos (quartzo e arenito) em encosta próximo a foz do rio do Sapo.

A presença de conglomerados oligomíticos, que ocorre praticamente em mesmo nível que os conglomerados petromíticos nos arredores da cachoeira Salto das Nuvens, são interpretados como variação lateral da sequência sedimentar da Fm. Salto das Nuvens, e

juntamente com intercalações de arenitos de granulometria variada, é bem provável que essa associação constitua o principal substrato geológico presente na bacia do Sapo, na área do Planalto Dissecado dos Parecis, abaixo da escarpa. Nessa região do Planalto, a Fm. Salto das Nuvens perde representatividade somente na região no entorno da foz do Sapo, onde predominam substrato basáltico, e por vezes pode também estar presentes arenitos intertrapeados por basaltos (Figuras 67 e 68).

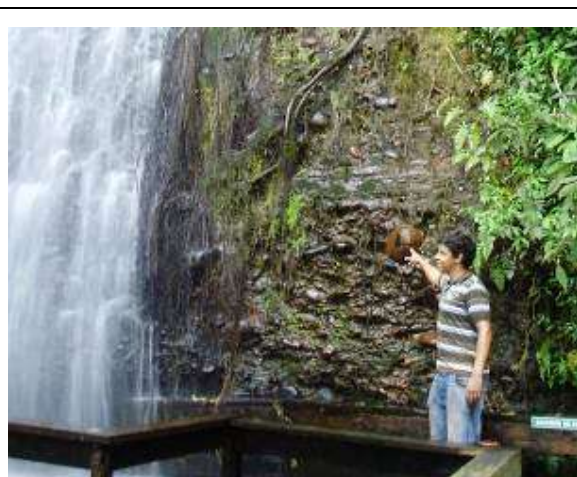


Figura 67 – Afloramento da Fm. Salto das Nuvens em queda d'água na Pousada Salto das Nuvens, região limítrofe a Bacia do Sapo.



Figura 68 – Detalhe de arenitos e conglomerados da Fm. Salto das Nuvens, na Pousada Salto das Nuvens.

### Formação Utiriti

A Formação Utiriti corresponde à unidade litoestratigráfica superior do Grupo Parecis, e ocupa a porção mais elevada do Planalto dos Parecis. Conforme o Barros et al. (1982), a rocha desta unidade desenvolve na área de pesquisa um contato inferior com a Fm. Salto das Nuvens, sendo do tipo gradacional e concordante. Porém, o seu contato superior é transicional para os horizontes superiores das coberturas Detrito-Lateríticas, por estas coberturas apresentarem em sua base vestígios dos processos de alteração das rochas subjacentes, que em sua maior parte são pertencentes ao Grupo Parecis.

Paniz & Weska (2004) apud Weska (2006), ao mapear a unidade na região entre Nova Marilândia e o Posto Parecis, afirmam que essa formação apresenta arenitos finos a médios e siltitos, contendo estruturas de estratificações cruzadas planares de grande porte e laminações granulométricas internas. Os autores ainda mencionam que as paleocorrentes

alternam-se nas direções sul/sudoeste e noroeste, com níveis internos de crostas de cimentação carbonática nos arenitos.

Weska (2006) interpreta para a unidade, um ambiente deposicional de sistema contendo ambiente fluvial, fluvial entrelaçado e eólico. Sendo que o eólico evidenciado pelas estratificações cruzadas de grande porte e pelas laminações internas em algumas porções de pacotes da sequência, apresentando um predomínio de campos de dunas de cristas retas.

As rochas desta formação apresentam cores variáveis, desde amarela, roxa a avermelhada, conformando bancos com bases irregulares, maciços ou localmente apresentando estratificação cruzada de pequeno porte ou plano-paralela. A granulometria varia principalmente de fina a média, podendo localmente ser grossa. Nas camadas basais podem ocorrer seixos de quartzo arredondados e de boa esfericidade (Lacerda Filho et al., 2004).

Na área da bacia do Sapo, a identificação de afloramentos da Fm. Utariti se restringiu ao setor da escarpa do Planalto dos Parecis e ao entorno do mesmo, se estimando pelas ocorrências encontradas, que o contato inferior com a Fm. Salto das Nuvens esteja posicionado em nível um pouco abaixo do sopé da escarpa.

Nos paredões verticalizados e sub-verticalizados da escarpa é possível notar arenitos horizontalizados e frequentemente contendo estratificações. E em alguns setores próximos dos depósitos de colúvio, na base da escarpa, se identificou rochas areníticas em afloramentos formados possivelmente pelo recuo erosivo da escarpa, assim como se observou também blocos e matações provenientes de queda das paredes escarpadas.

Os arenitos identificados são de cor avermelhado, localmente maciços, com granulometria média a fina, composto essencialmente de quartzo e feldspatos, apresentando-se parcialmente cimentado por silicificação diagenética (Figuras 69 a 77), o que imprime às rochas com essa estrutura certa resistência à desagregação.

Mas de forma geral, com base em trabalhos publicados e em observações de campo, deve-se predominar na área de pesquisa, como principal substrato rochoso da Formação Utariti, arenitos com composição predominantemente quartzosa, com limitada presença de matriz e cimento, e de média a baixa resistência à desagregação. Sendo que a ação do intemperismo ao longo do tempo nessas rochas, resultou no aparecimento de extenso manto de alteração de solo arenoso presente em grande parte da bacia.



Figura 69 – Vista no plano de fundo da escarpa no Planalto dos Parecis, mantidos por arenitos da Fm. Utiariti. Com destaque para a queda d'água do rio do Sapo, descendo a escarpa.



Figura 70 – Vista de paredão verticalizado na escarpa, constituído por arenitos subhorizontalizados da Fm. Utiariti.



Figura 71 – Detalhe de afloramentos e matacos de arenitos provenientes de queda de rocha da escarpa.





Figura 72 – Vista de trecho do paredão da escarpa, constituída de rocha arenítica.



Figura 73 – Vista de “zoom” ampliado do paredão da escarpa, com detalhe para as rochas da Fm. Utiariti.



Figura 74 - Afloramento de arenito maciço avermelhado da Fm. Utiariti.



Figura 75 - Afloramento de arenito fino de cor avermelhada, localmente silicificado.



Figura 76 – Detalhe de amostra de arenito com grãos unidos por silicificação diagenética.



Figura 77 – Arenito quartzo-feldspático, maciço e com boa coesão.

## Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas

As Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas correspondem a uma unidade edafoestratigráfica que ocorre ao norte da bacia do Sapo, cobrindo as rochas do Grupo Parecis, constituindo a unidade estratigráfica mais nova na bacia pesquisada.

Barros et al. (1982), caracteriza esta unidade edafoestratigráfica como superfícies aplainadas e laterizadas no Terciário-Quaternário, sendo constituídas predominantemente por solos argilo-arenosos, de cor vermelho, ricos em concreções ferruginosas, que variam em grau de concentração e de desenvolvimento, podendo conter também níveis de argilas coloridas e areias inconsolidadas.

Por constituir uma unidade edafoestratigráfica, cuja origem está relacionada a processos pedogenéticos desenvolvidas em uma superfície aplainada, a Cobertura Detrito-Laterítica Ferruginosa foi mapeada como ocorrência em áreas de abrangência dos tipos pedológicos de Latossolo Vermelho e da associação de Latossolo Vermelho e Plintossolo Pétrico.

Conforme os levantamentos de campo, a unidade caracteriza-se como níveis essencialmente de petroplintita (lateritas ferruginosas), ilustrada na Figura 78, com espessura variável, cobertos por solos argilo-arenosos intercalados à petroplintita na forma de concreções (Figuras 79 e 80). Inclusive, há setores desta unidade, a sul da BR-364, que vem sendo explorada como cascalheira de empréstimo para uso em pavimentos de estrada, sendo escavados os níveis de ocorrências de crosta de petroplintita.



Figura 78 – Detalhe de ocorrências de petroplintita parcialmente maciça, e com porção apresentando aspectos de oólitos.



Figura 79 – Ocorrência de Cobertura Detrito-Laterítica ao norte da área de pesquisa.



Figura 80 – Perfil de solo da unidade edafoestratigráfica de Cobertura Detrito-Laterítica, podendo se notar níveis petroplintítico.

Os níveis de petroplintita (laterita), conhecida também como “canga” possui origem que remonta ao terciário-quadernário e está associada a uma antiga superfície de aplainamento existente em clima tropical, de típicas alternâncias de estações secas e chuvosas. Dessa forma, foi formado por processos pedogenéticos e constituem uma variedade de solo, mas é bem provável que tenha atuado como substrato pedogenético para a origem dos solos latossólicos e avermelhados que em geral capeiam os seus níveis.

Esses níveis ainda preservados de petroplintita, que se apresentam com certa continuidade e de forma maciça no subsolo, constituem uma descontinuidade geológica e dificultam a infiltração da água no solo, condicionando à água tendência ao escoamento, inclusive subsuperficial. Ou seja, sua presença, em certas circunstâncias, sobretudo em

associação com solos mais frágeis, pode acabar por induzir carreamento de partículas e processos erosivos propriamente ditos.

De acordo com os perfis de solos expostos e com base em observações da topografia da região, estima-se que esta Cobertura Detrito-Laterítica alcance até algumas dezenas de metros, capeando horizonte cada vez mais arenoso à medida que se avança em profundidade do perfil. Este solo arenoso subjacente tem origem possivelmente associada às rochas areníticas da Fm. Utiariti.

### **5.1.6 Uso e Ocupação**

Quanto ao uso e ocupação presente na bacia do Sapo, se verifica grande destaque para atividade agropecuária, conforme se verifica na Figura 81. De modo geral, se observa que no contexto do uso agropecuário, a criação de gado constitui a principal atividade econômica, especialmente através da criação por sistema extensivo, que utiliza o pasto como principal alimento.

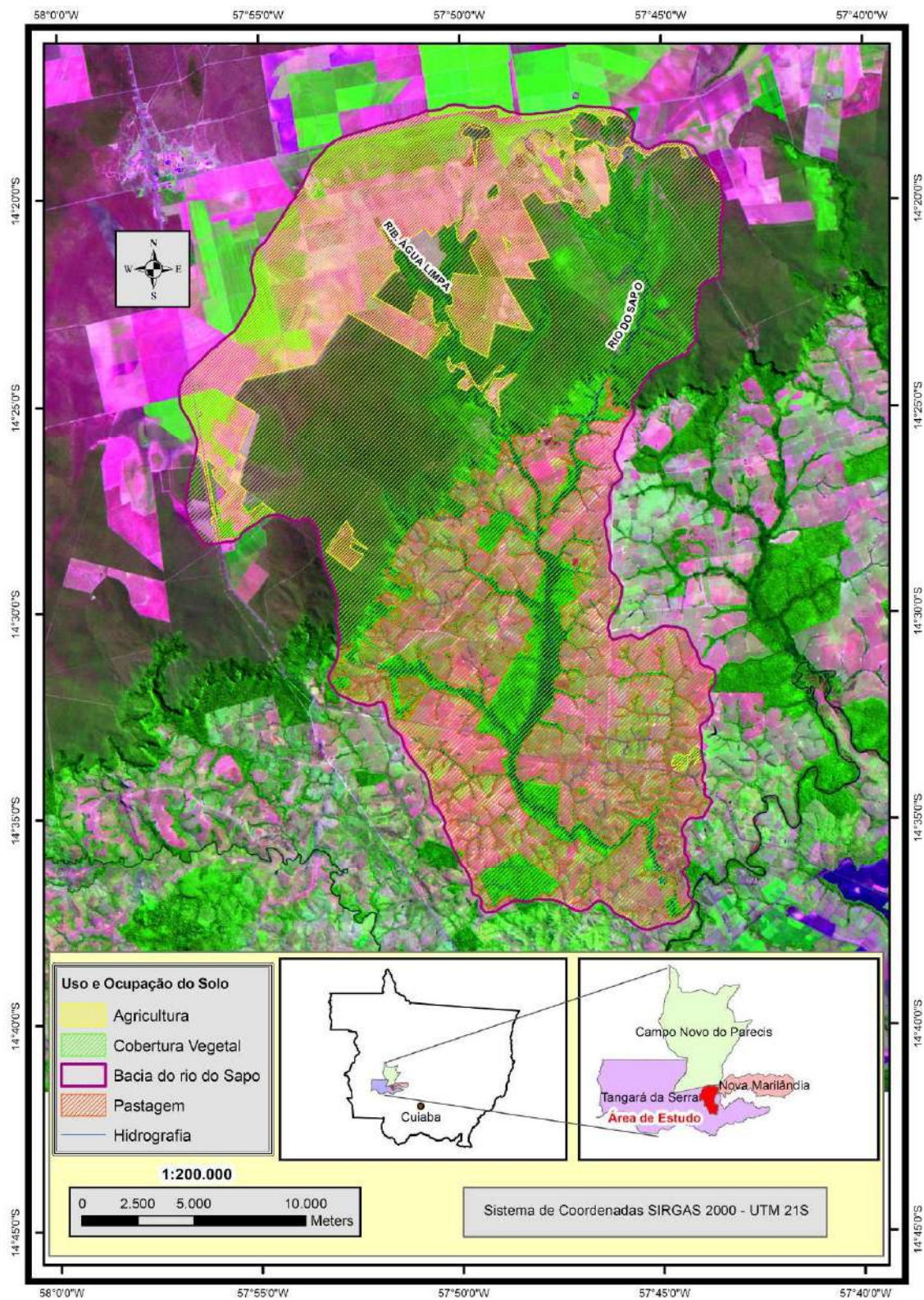


Figura 81 – Mapa de uso e ocupação do solo na sub-bacia do rio do Sapó.

Constata-se uma nítida separação da atividade de agricultura e pecuária pela escarpa do Planalto dos Parecis, sendo que dentro da área de Planalto Dissecado dos Parecis, é a pecuária que se consolida como principal atividade presente na paisagem, em razão principalmente do relevo ondulado verificado na mesma.

E em relação à área definida como Chapada dos Parecis, conforme divisão apresentada por Ross e Santos (1982), se observa que é a agricultura que se destaca no terreno, contribuída pela topografia suave e de baixo índice de dissecação que se faz presente em grande parte deste setor, facilitando assim a mecanização.

Nota-se também considerável ocupação de vegetação na área da bacia, sobretudo no entorno de drenagens na área do Planalto Dissecado dos Parecis, e em vasta extensão de área da Chapada dos Parecis, mais especificamente no entorno e limite do topo da escarpa. Em sua maior parte a vegetação de faz presente em condição nativa, mas ocorrendo também em menor proporção na condição de degradada por interferência antrópica, sobretudo em alguns trechos em que aparece margeando fundos de vales, onde muitas vezes se verifica a presença de criação de gado.

A empresa Ceres realizou um trabalho sobre o uso e ocupação do solo e recursos hídricos na bacia do rio do Sapo, no ano de 2009, com os resultados apresentados sob a forma de relatório, contendo alguns aspectos relevantes quanto ao uso do solo na bacia. Dentre os apontamentos apresentados no trabalho, se destaca que as propriedades rurais na bacia possuem extensão de área tida em geral como de tamanho médio a grande, alcançando média superior a 1.000 ha. Sendo que dentre as grandes propriedades voltadas à agricultura, e especialmente a lavoura de soja, o processo de produção é bastante tecnificado, entretanto, mesmo assim não se identificou presença de sistema de irrigação.

## **5.2 COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA E VULNERABILIDADE AOS PROCESSOS EROSIVOS**

A escala de trabalho utilizada no presente estudo, em 1:50.000, permitiu definir compartimentos morfopedológicos em geral constituído por mais de um tipo de vertente, porém nestes casos, marcados sempre por presença de um ou mais sistema pedológico característico.

Para cada um dos compartimentos definidos, se aplicou a interpretação do seu grau

de vulnerabilidade aos processos erosivos laminares e lineares, com base na metodologia apresentada por Salomão (2010).

Como produto da abordagem morfopedológica em questão, se obteve um mapa com onze compartimentos morfopedológicos, representado pela simbologia de MP, seguida de um número atribuído na ordem crescente, no sentido de jusante para montante da bacia.

A seguir são apresentados o Mapa Morfopedológico (Figura 82) e uma tabela sintetizando as informações características de cada compartimento.

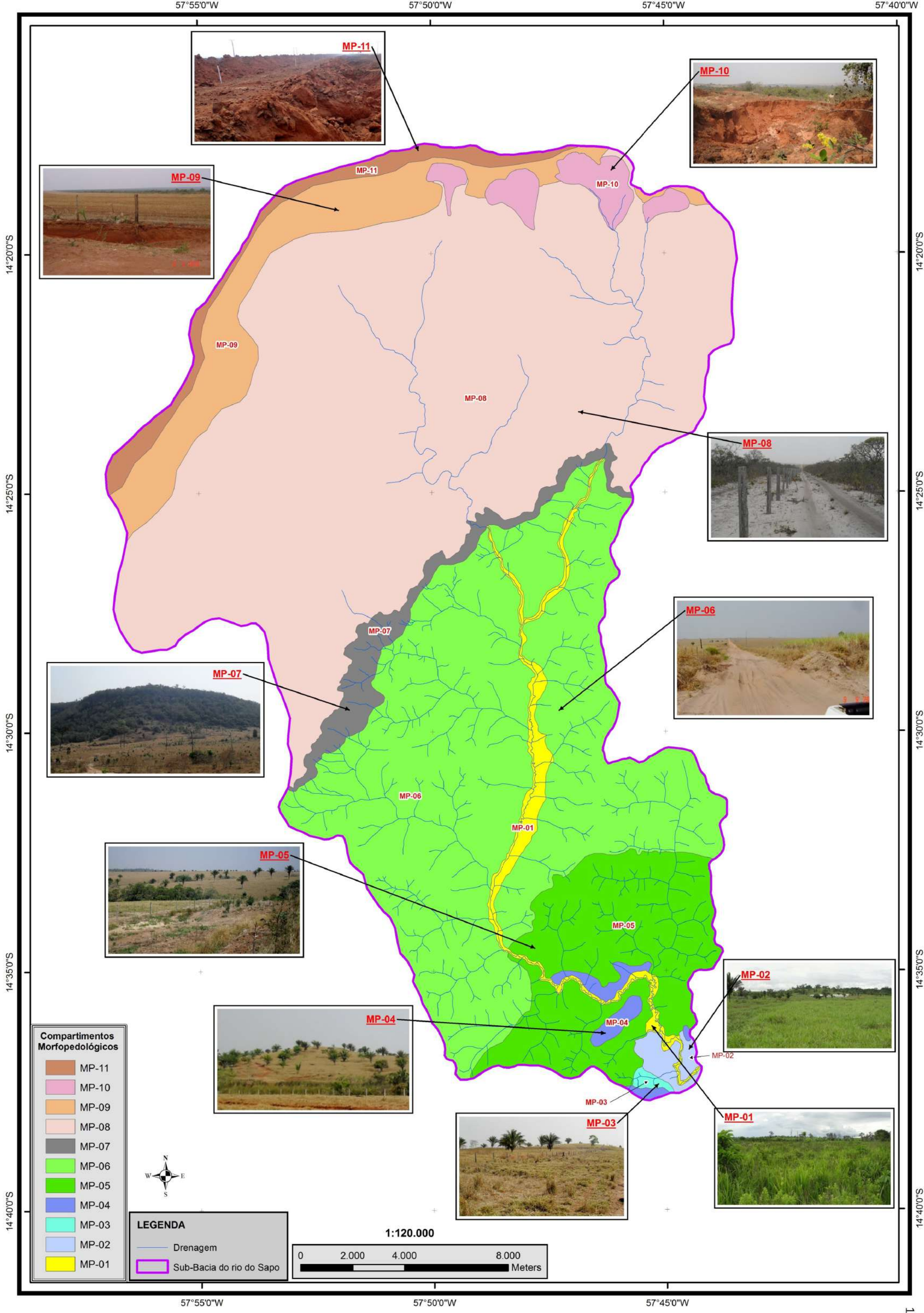


Figura 82 – Mapa Morfopedológico da sub-bacia do rio do Sapo.



Tabela 10 – Síntese da compartimentação morfopedológica da sub-bacia do Sapo.

COMPARTIMENTOS	SOLO	RELEVO	GEOLOGIA	SUSCETIBILIDADE À EROSÃO
MP-01	Neossolo Flúvico, Neossolo; Quartzarênico Hidromórfico; Gleissolo	Planície Fluvial	Basaltos da Fm. Tapirapuã; Arenitos e Conglomerados do Grupo Parecis	Pouco a não suscetível a erosão laminar; Não suscetível a ravinas e boçorocas
MP-02	Latossolo Vermelho	Colinas Amplas; Superfícies em Rampas	Basaltos da Fm. Tapirapuã	Pouco a não suscetível a erosão laminar; Pouco suscetível a ravinas e boçorocas
MP-03	Argissolo Vermelho Amarelo	Colinas Amplas; Superfícies em Rampas	Basaltos da Fm. Tapirapuã	Moderadamente suscetível a erosão laminar; Moderadamente suscetível a ravinas e pouco suscetível a boçorocas
MP-04	Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico	Colinas Pequenas e Superfícies em Rampas	Basaltos da Fm. Tapirapuã; Arenitos grosseiros e Conglomerados da Fm. Salto das Nuvens	Muito suscetível à erosão laminar; Suscetível a ravinas e não suscetível a boçorocas
MP-05	Argissolo; Neossolo Quartzarênico; Neossolo Quartzarênico Hidromórfico	Colinas Médias	Arenitos e Conglomerados do Grupo Parecis; Basaltos da Fm. Tapirapuã	Nas vertentes: moderadamente (Argissolo) e extremamente (Neos. Quartzarênico) suscetível a erosão laminar, muito suscetível a ravinas e pouco suscetível a boçorocas; Nos fundos de vales: extremamente suscetível a ravinas e boçorocas
MP-06	Neossolo Quartzarênico; Neossolo Quartzarênico Hidromórfico	Colinas Amplas	Arenitos do Grupo Parecis	Nas vertentes: muito suscetível à erosão laminar, moderadamente a muito suscetível a ravinas e pouco suscetível a boçorocas; Nos fundos de vales: extremamente suscetíveis a ravinas e boçorocas
MP-07	Afloramentos de Rocha, Depósitos de Tálus; Colúvios	Escarpas; Vertentes Inclinadas (15 a 30%); Superfícies rampeadas	Arenitos da Fm. Utariiti	Extremamente suscetível a erosão laminar; Muito suscetível a ravinas e pouco suscetível a boçorocas
MP-08	Neossolo Quartzarênico	Superfícies em Rampas	Arenitos da Fm. Utariiti; Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas	Muito suscetível à erosão laminar; Moderadamente suscetível a ravinas e não suscetíveis a boçorocas
MP-09	Latossolo Vermelho Amarelo	Superfícies em Rampas	Coberturas Detrito- Lateríticas Ferruginosas	Pouco a não suscetível a erosão laminar; Moderadamente suscetível a ravinas e pouco suscetível a boçorocas
MP-10	Latossolo; Plintossolo Pétrico; Neossolo Quartzarênico	Anfiteatros Erosivos de Cabeceiras de Drenagem	Coberturas Detrito- Lateríticas Ferruginosas; Arenitos da Fm. Utariiti	Latossolo/Plintossolo: pouco suscetível a erosão laminar, moderadamente suscetível a ravinas e pouco suscetível a boçorocas; Latossolo/Neossolo Quartzarênico: extremamente suscetível a erosão laminar, extremamente suscetível a ravinas e boçorocas
MP-11	Latossolo Vermelho	Relevo Aplainado	Coberturas Detrito- Lateríticas Ferruginosas	Pouco a não suscetível a erosão laminar; Pouco suscetível a ravinas e a boçorocas

## Compartimento – MP 01

O compartimento MP-01 abrange os principais cursos d'água da bacia e o seu entorno de inundação, sendo mapeadas, sobretudo na unidade do Planalto Dissecado dos Parecis, onde a planície de inundação principalmente do rio do Sapo apresenta uma área mais considerável. No total, representa 1,80% da área da sub-bacia do Sapo.

Este compartimento é ocupado principalmente por Neossolo Flúvico, mas contendo também Neossolo Quartzarênico Hidromórfico e Gleissolo, em relevo de planície fluvial, ocorrendo tanto em área de domínio geológico dos basaltos da Fm. Tapirapuã, em setor mais a jusante, quanto no domínio das rochas do Grupo Parecis, presentes a montante das rochas basálticas.

Abaixo é exibida as Figuras 83 e 84, que constituem as representações esquemáticas em perspectiva tridimensional para o compartimento.

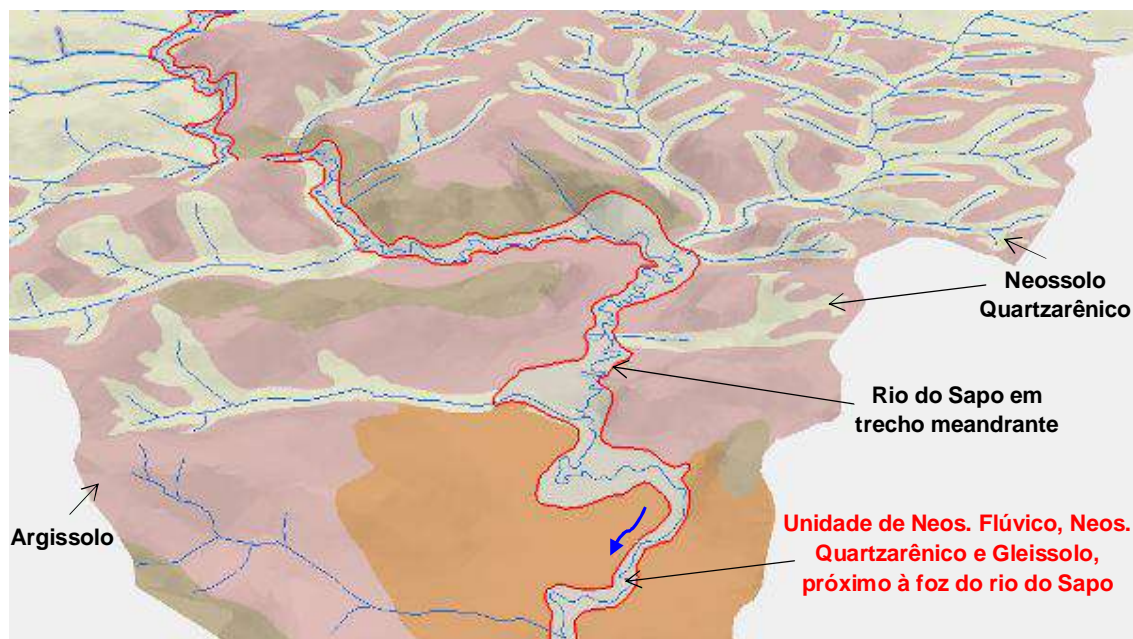


Figura 83 – Representação esquemática em perspectiva da ocorrência de Neossolo Flúvico, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico e Gleissolo ao longo do canal do Sapo, em setor da baixa sub-bacia, destacada pelo contorno em vermelho na figura.



Figura 84 – Representação esquemática em perspectiva do compartimento MP-01 em planície fluvial do rio do Sapo (destacado pelo contorno em vermelho).

Tanto na região de maior influência de substrato basalto, como nas demais regiões deste compartimento, os horizontes de solo se apresentam com textura variável, com predominância de solo orgânico argiloso e de características turfosas nos primeiros centímetros e, posterior aparecimento em profundidade de solo arenoso médio a fino, geralmente saturado pelo nível d'água. Por estar situado nas adjacências de cursos d'água, o compartimento também é comumente associado à vegetação hidrófila (Figuras 85 a 87).

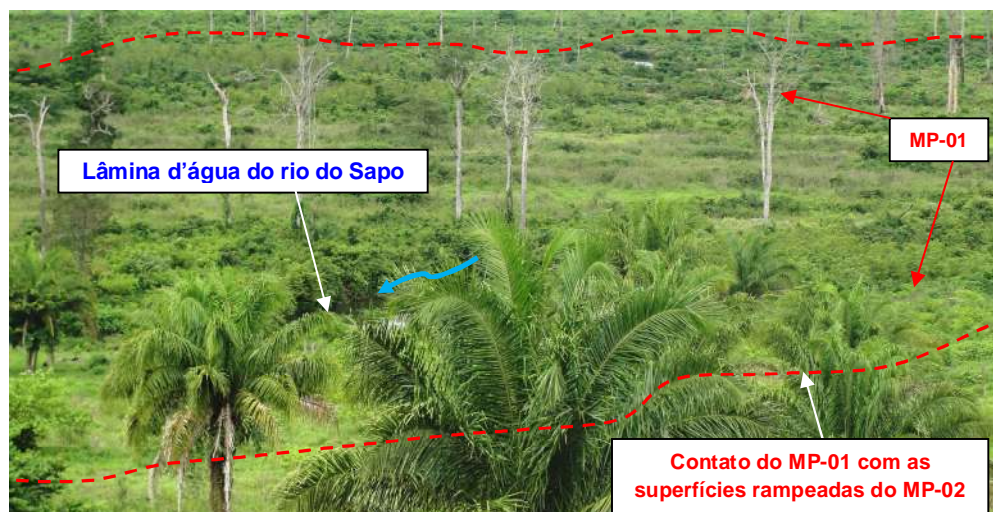


Figura 85 - Vista de cima, podendo se notar o compartimento MP-01 ocupando áreas às margens do rio do Sapo, em trecho do curso d'água bastante meandrante, a cerca de 5 Km da sua foz no rio Sepotuba.



Figura 86 - Vegetação hidrófila presente na margem direita do rio do Sapo (encoberto pelas herbáceas), em área de planície sujeita a inundações periódicas.



Figura 87 - Margem direita do leito do rio do Sapo (em plano de fundo), em trecho próximo a sua foz no rio Sepotuba.

Conforme a tabela de erodibilidade, proposta por Salomão (2010), os solos deste compartimento foram inseridos na classe de Solos Hidromórficos em relevo plano, que pertencente à classe V de erodibilidade dentro da tabela considerada.

Somando ao fato do relevo apresentar-se com declividade menor do que 6% se atribuiu para essa unidade, a classe V de suscetibilidade a erosão laminar, ou seja, trata-se de compartimento pouco a não suscetível a processo erosivo por escoamento d'água em lençol.

Interpreta-se para o compartimento, um funcionamento hídrico que, em eventos de precipitações pluviométricas, tem tendência natural a realizar infiltração no solo e que ao atingir a saturação provocará encharcamentos e alagamentos temporários no terreno. E, como se trata de áreas aplainadas, próximo a cursos d'água, corresponde a locais de agradação, em detrimento ao processo degradacional do relevo, ou seja, está sujeito a inundações periódicas e a processo de adição de matéria por acúmulos de partículas e sedimentos transportados pelos cursos d'água adjacentes.

Dessa forma, na classificação a processos erosivos lineares, se estabelece para o compartimento uma condição naturalmente não suscetível a sulcos, ravinas e boçorocas. Evidenciando, de modo geral, baixa potencialidade a processos erosivos tanto laminares como lineares, mas alto potencial a processos geológicos como alagamentos e inundações.

## Compartimento – MP 02

O compartimento morfopedológico MP-02 ocupa duas porções restritas de áreas, posicionadas no entorno do rio do Sapo, em ambas as margens, nos seus quilômetros finais até a foz no rio Sepotuba (Figura 88), que em conjunto restringe-se a apenas 0,60% da área total da sub-bacia do Sapo.

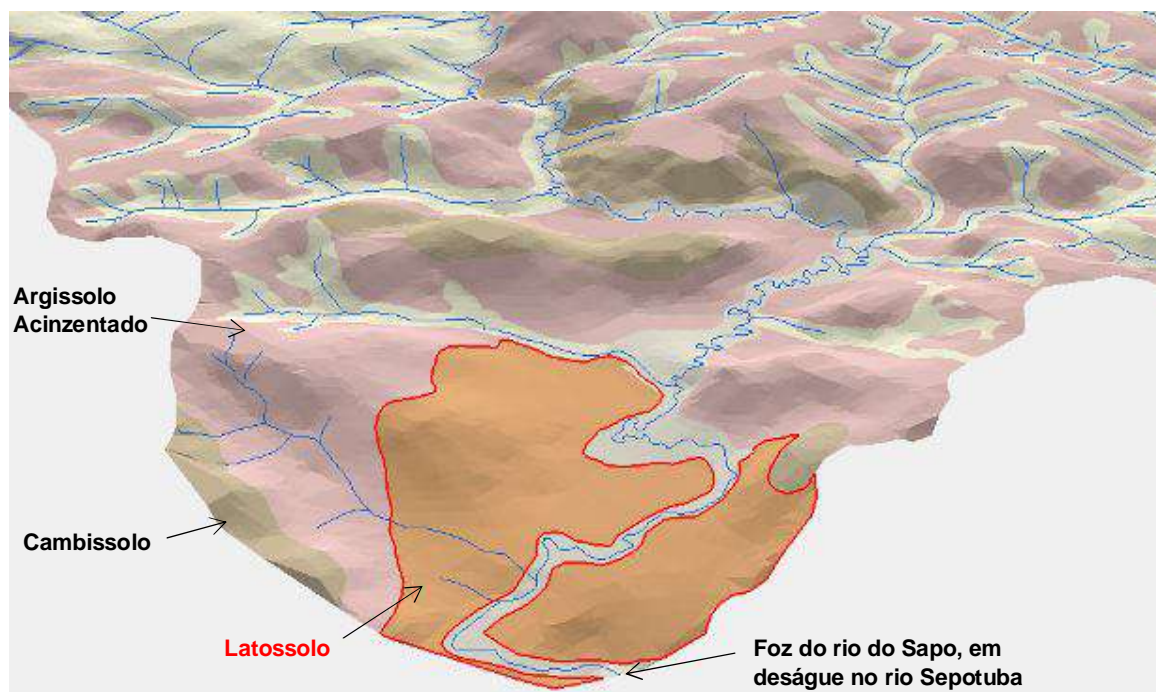


Figura 88 – Representação esquemática em perspectiva da exposição de Latossolo Vermelho de textura argilosa, ocupando o relevo relativamente suave do MP-02 (destacado pelo contorno em vermelho).

Além do contato com o MP-01 nas proximidades do rio do Sapo, esta unidade também é circundado pelos compartimentos MP-03 mais a sul, e pelas unidades MP-04 e MP-05 mais ao norte.

O compartimento é marcado por cobertura de Latossolo Vermelho de textura argilosa em relevo suave sob a forma de colinas amplas em associação com superfícies em rampas, como exibem as Figuras 89 e 90, sendo local de ocorrência de substrato basáltico da Fm. Tapirapuã.



Figura 89 – Área de domínio do compartimento MP-02, marcado por rampas de Latossolo, se notando contato ao fundo da imagem com as colinas pequenas do compartimento MP-04.



Figura 90 – Vista do compartimento MP-02, constituído de superfícies em rampa com Latossolo Vermelho.

O parâmetro de declividade utilizado para determinação da vulnerabilidade à erosão laminar, foi o intervalo tido como menor que 6%, que em geral é o que predomina na paisagem deste compartimento, sendo o solo formado por Latossolo de textura argilosa, e desta forma, pertencente à classe IV da tabela de erodibilidade considerada.

A conjugação dos dois parâmetros referidos, ou seja, declividade e solo, indica para o compartimento a classe V de suscetibilidade à erosão laminar, caracterizada como pouco a não vulnerável a este tipo de erosão.

Para o estabelecimento da vulnerabilidade a processos erosivos lineares, se realizou a análise integrada da paisagem e do funcionamento hídrico na unidade, na qual se constata tendência ao escoamento pluvial se sobressair na paisagem, principalmente nas porções com

maiores declividades, como nas colinas amplas.

A tendência ao escoamento superficial é condicionada pelos atributos do meio físico, que impõe certa limitação à infiltração das águas pluviais, principalmente em função das baixas taxas de permeabilidade do solo que é bastante argiloso e de espessura um tanto limitada, fazendo com que mesmo ocorrendo à infiltração, se atinja a saturação do solo em um tempo relativamente reduzido.

Essas observações revelam terrenos inclusive favoráveis a alagamentos temporários, nos caso de porções aplainadas ou com muito baixa declividade. Desta forma, as erosões lineares tanto rasas quanto profundas apresentam reduzidos potenciais de desenvolvimento, em face da considerável estabilidade do meio físico, marcado por solos com horizontes argilosos de expressiva coesão, em relevo suave.

Soma-se as características favoráveis contra o processo erosivo, a presença de substrato basáltico no subsolo do compartimento, cujo horizonte saprolítico e posterior rocha são demonstram estar em geral, a apenas alguns metros da superfície do terreno, fato este constatado por sondagens rotativas realizadas na região para estudo de projeto hidrelétrico que será implantado na baixa bacia do Sapo.

#### Compartimento – MP 03

O compartimento mapeado como MP-03 ocupa área bastante restrita na porção sul da bacia, constituído a unidade de menor expressão espacial na sub-bacia do Sapo, abrangendo apenas 0,15% do seu total. Está limitado à margem direita do rio do Sapo, conforme a Figura 91, e contornado por três compartimentos com os quais faz contato, sendo a nordeste com o MP-02, a noroeste com o MP-05, e a sudoeste com um segmento do MP-04.

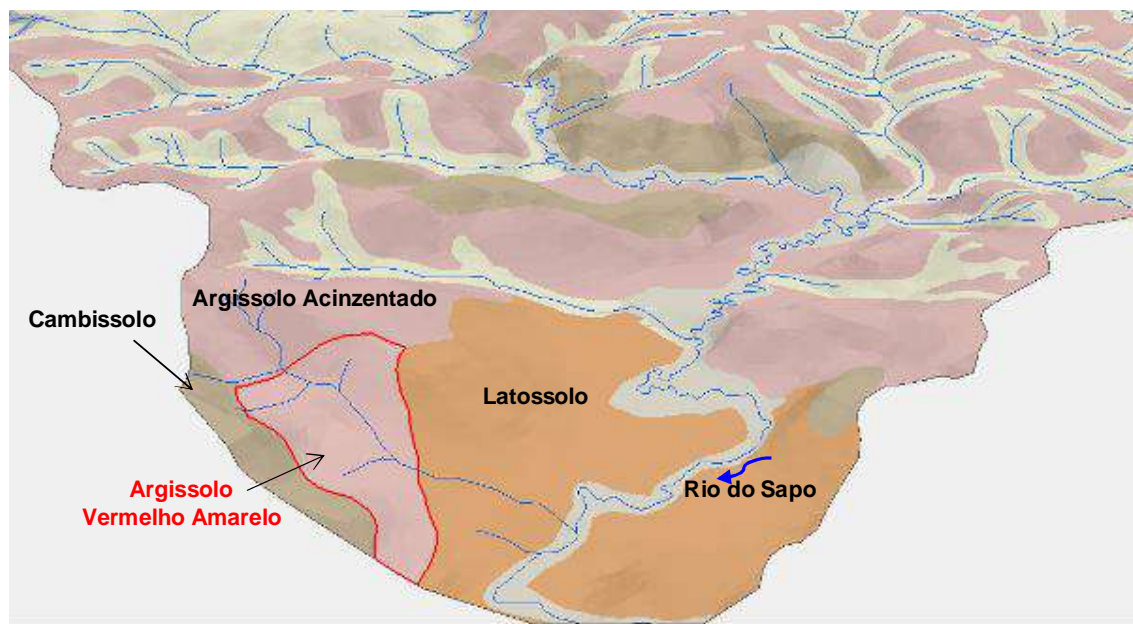


Figura 91 – Representação esquemática em perspectiva do compartimento MP-03 (destacado pelo contorno em vermelho), formado por Argissolo Vermelho Amarelo em relevo de colinas amplas e superfícies em rampas.

Esta unidade se caracteriza por solo do tipo Argissolo Vermelho Amarelo em relevo composto por vertentes de colinas amplas e superfícies em rampas (Figuras 92 e 93), em local cujo principal substrato geológico corresponde aos basaltos da Fm. Tapirapuã.



Figura 92 – Região de ocorrência do MP-03, em colinas amplas e superfícies em rampas, constituído de Argissolo.





Figura 93 – Vista da paisagem do compartimento MP-03, contendo vertentes suaves.

Considerando os parâmetros de declividade, menor que 6%, e a erodibilidade do Argissolo, definida como classe II na tabela considerada neste trabalho, se obtém para o compartimento uma classe moderadamente suscetível à erosão laminar.

A interpretação do funcionamento hídrico da paisagem, com vistas à determinação da vulnerabilidade a processos erosivos lineares, torna-se fundamental considerar as características do Argissolo presente no terreno, caracterizado por um horizonte A de textura arenosa e de espessura restrita em geral a 30 cm, que grada para um horizonte B textural essencialmente argiloso.

Devido ao gradiente e às características texturais do solo, assim como levando em conta a presença do substrato basáltico, cujo topo rochoso alterado e da própria rocha são encontrados a níveis não muito profundos no subsolo, se deduz certa tendência para escoamento superficial da água oriunda dos eventos chuvosos, dada a reduzida capacidade de infiltração imposta pelo terreno que contém regolito de espessura limitada.

Através destas constatações, se verifica não só um moderado potencial a erosão laminar como já definido, mas também uma classe de suscetibilidade moderada a ravinas, e pouco suscetível a boçorocas.

Convém destacar, entretanto, que o compartimento possui significativa vulnerabilidade a erosões sob a forma de sulcos, se apresentando vulnerável a esse tipo de erosão linear de pequeno porte em função do horizonte superior predominantemente arenoso, que em caso de exposição e sujeito a escoamento superficial concentrado, resultam em incisões na superfície do terreno.

Apesar de moderada, o potencial ao desenvolvimento de ravinas pode ser induzido

por possíveis presenças de sulcos nos horizontes superiores do compartimento, que sob a ação intensa e concentrada de água pode aprofundar-se e resultar em ravinamentos.

A baixa suscetibilidade ao surgimento de boçorocas deve-se ao fato do Argissolo apresentar significativa coesão nos níveis inferiores ao horizonte A, somado ao relevo relativamente suave e também devido à presença do substrato basáltico em níveis não muito profundos, onde o nível d'água em geral situa-se abaixo da interface solo/rocha.

#### Compartimento – MP 04

O compartimento definido como MP-04 ocorre na baixa sub-bacia do Sapo, representando apenas 0,71% da área total da referida bacia. É constituído por quatro segmentos de áreas, representadas na Figura 94, sendo circundadas principalmente pelas colinas médias do MP-05, apresentando também contato lateral com os compartimentos MP-02 e MP3, além do MP-01, com quem faz contato pela margem esquerda do rio principal da bacia.

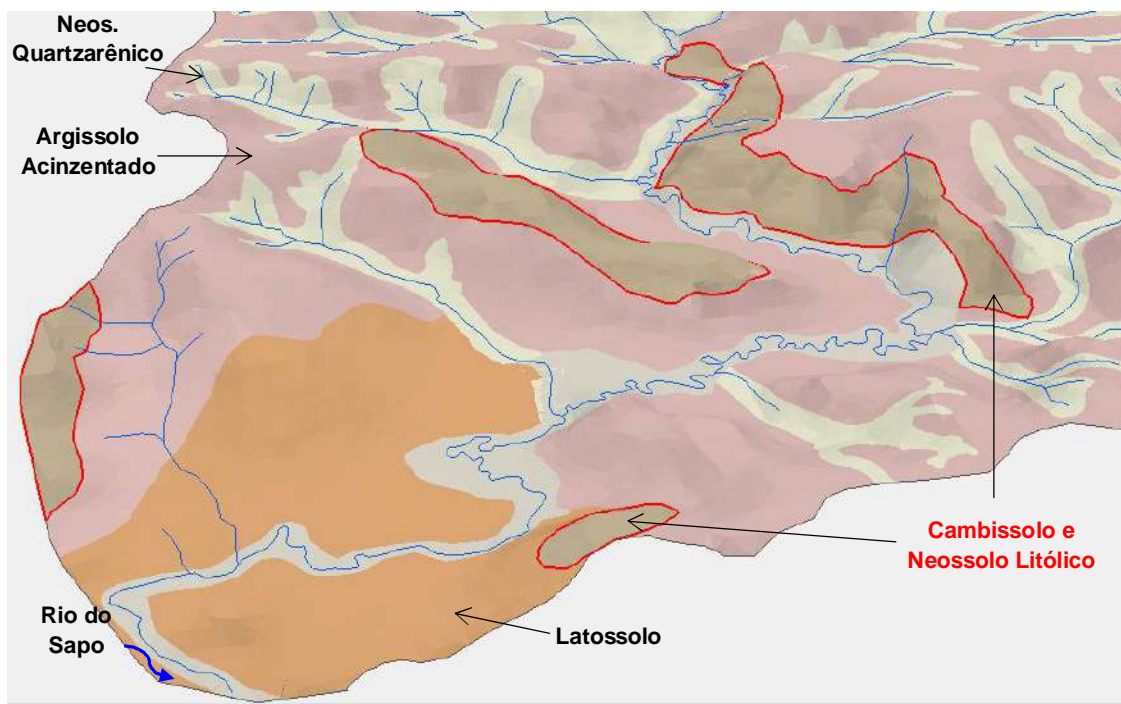


Figura 94 – Representação esquemática em perspectiva da exposição de solos rasos do compartimento MP-04 (destacado pelos contornos em vermelho), ocupando vertentes de declives acentuados.

Este compartimento é marcado por colinas pequenas associadas a superfícies em rampas, constituídas por solos do tipo Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico (Figuras 95 e 96). Como substrato geológico da área, tem-se a influência dos basaltos da Fm. Tapirapuã e rochas conglomeráticas e areníticas grosseiras da Fm. Salto das Nuvens.

As vertentes das colinas pequenas, quando não rampeadas, podem alcançar expressiva declividade, podendo atingir valores na ordem de 20%.



Figura 95 – Vista de colinas pequenas com vertentes rampeadas, constituída de Cambissolo e Neossolo Litólico, marcando o compartimento MP-04.



Figura 96 – Presença de colinas pequenas alinhadas na paisagem do compartimento MP-04.

Apesar de apresentar declividade relativamente elevada, as áreas deste compartimento constituem, de modo geral, terrenos com significativa estabilidade, em função principalmente do solo coeso e substrato rochoso estável.

As características do meio físico favorecem significativamente o escoamento superficial em detrimento à infiltração, pois os terrenos são constituídos por solos pouco desenvolvidos e com limitada espessura, cujo topo rochoso do substrato basáltico ocorre a profundidades de poucos metros, além do relevo com expressiva declividade.

As áreas que constituem as pequenas colinas, com declividade predominantemente entre 12 a 20% e formadas por solos rasos, apresentam-se extremamente suscetível à erosão laminar. E as superfícies rampeadas, comumente associadas às colinas, pelo fato de apresentarem declividades menores, em geral inferiores a 6%, correspondem a setores classificados como muito suscetível à erosão laminar.

Em face de sua favorável concentração de água por escoamento superficial, o compartimento caracteriza-se também com suscetível a sulcos e ravinas, e por constituir-se de solos pouco profundos e com ausência de nível d'água, é considerado como não suscetível às ocorrências de boçorocas.

#### Compartimento – MP 05

Esta unidade apresenta considerável extensão, correspondendo a 8,60% da área total da bacia de estudo, e situada ainda em região considerada na parte baixa da bacia. Está presente tanto na margem direita quanto na esquerda do rio do Sapo (Figura 97), sendo delimitada a montante pelo compartimento MP-06, e a jusante pelos contatos com os compartimentos MP-02, MP-03 e MP-04.

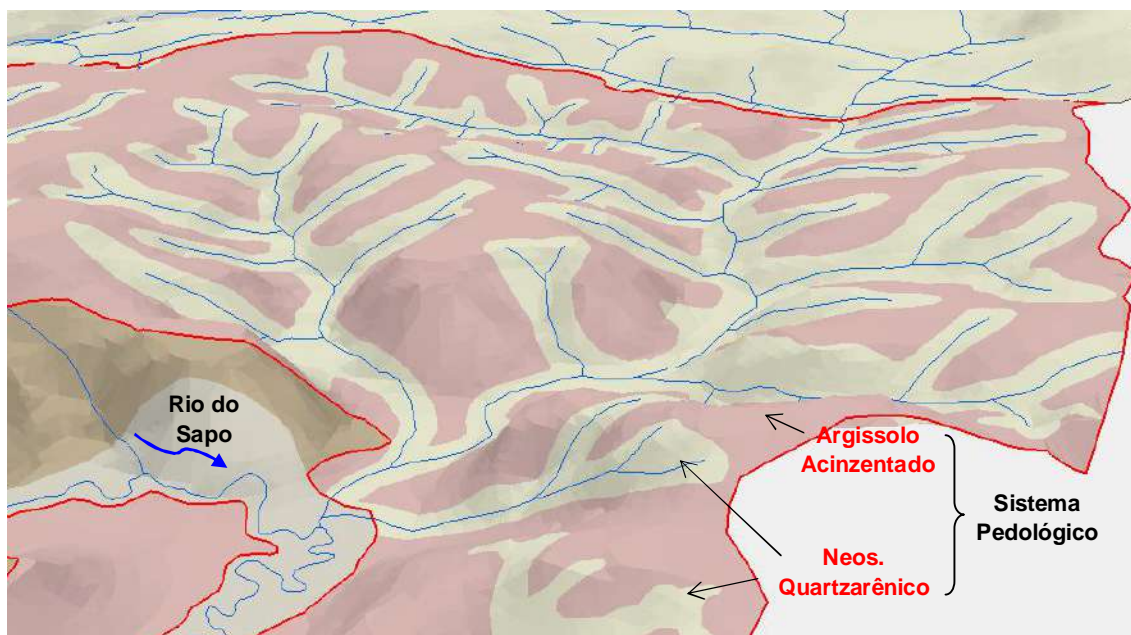


Figura 97 – Representação esquemática em perspectiva de extensa unidade MP-05 (destacado pelo contorno em vermelho), formado por um sistema pedológico de Argissolo e Neossolo Quartzarênico, e outro que associa Argissolo, Neossolo Quartzarênico e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico.

Trata-se de área caracterizada morfopedologicamente como domínio de colinas médias com topos planos a convexos, como ilustra a Figura 98, sendo constituído por dois sistemas pedológicos, onde um é marcado por Argissolo associado à Neossolo Quartzarênico e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico (Figura 99), e outro apresentando relação apenas de Argissolo com Neossolo Quartzarênico (Figura 100). Sendo presente como substrato rochoso, as litologias de basaltos na região mais a jusante da unidade, e rochas areníticas e conglomeráticas em região mais a montante.



Figura 98 – Vista geral do compartimento MP05, com colinas médias típicas.



Figura 99 – Detalhe de encostas de vertente do MP-05, com declividade entre 12 até 20%.



Figura 100 – Detalhe de colinas do compartimento MP-05, contendo Argissolos nos topos e Neossolo Quartzarênico nas encostas de vertentes e de fundos de vales.

Percebe-se que à medida que se percorre de montante a jusante, este compartimento tem ligeiro aumento na dissecação da paisagem, marcando transição gradual de vertentes mais alongadas e topos aplainados para vertentes com comprimento ligeiramente mais curtos e topos mais convexados.

De modo geral, se verifica que os topos e o terço superior apresentam declividade média de até 6%, onde ocorrem os Argissolos, com presença de ruptura de relevo na transição para o terço médio, porção em que a declividade média sobe para em torno de 12 à 20%, sendo constituído por Neossolo Quartzarênico que ocupa todo esse setor da vertente até o terço inferior e inclusive os fundos de vale.

É muito comum também a presença de Neossolo Quartzarênico Hidromórfico substituindo os Neossolo Quartzarênico nos fundos de vale, sobretudo quando se forma pequenas drenagens de água no talvegue.

Nas colinas médias, as áreas dos topos comumente convexos e de setores altos das vertentes não são tão propícias à infiltração de água, pois apresentam declividade suficiente para dispersão de fluxo hídrico, além da presença de cobertura pedológica de Argissolo, contendo horizonte B textural de argila, e dessa forma, impondo taxas limitadas de permeabilidade da água. Apenas nos casos de topos mais planos e alongados se observa melhores condições de infiltração.

Conforme os atributos de declividade do terreno e erodibilidade do Argissolo, classificam-se essas porções mais superiores das colinas como moderadamente suscetíveis às erosões laminares. E tendo em vista o expressivo gradiente textural, típico de Argissolos,

associado a um nível d'água profundo nesses setores, se atribui uma classe muito suscetível a sulcos e ravinas, e pouco suscetível a boçorocas.

A medida desce as vertentes, observa-se a transição do Argissolo para Neossolo Quartzarênico, que por vezes apresenta hidromorfismo nos fundos de vales. Essa transição também é acompanhada em geral, por ruptura na declividade, saindo de valores de até a 6% nos topos e terço superior, e alcançando valores de até acima de 12% e normalmente menores do que 20% nos terços médio e inferiores.

Essas mudanças nas características do solo e relevo condicionam um maior potencial de atuação de processos erosivos no meio físico, pois além de proporcionar maior concentração do escoamento superficial, passa a predominar solo arenoso e menos coeso. Dessa forma, essas regiões inferiores das colinas médias apresentam classificação tida como extremamente suscetível à erosão laminar.

Quanto aos processos erosivos lineares, os setores de médias e baixas vertentes correspondem a áreas muito suscetíveis a sulcos e ravinas, e pouco suscetíveis a boçorocas. E especificamente em relação aos fundos de vales, que muitas vezes são ocupados por Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, em que o nível d'água se encontra aflorante ou próximo à superfície, constituem áreas com elevado grau de fragilidade, e classificadas como extremamente suscetíveis tanto a ravinas como a boçorocas.

#### Compartimento – MP 06

O compartimento MP-06 ocupa extensa área praticamente correspondente à média bacia do Sapo, formando 29,56% da área total da bacia. Sendo presente na margem direita do rio do Sapo com expressão areal mais prolongada para o sul do que em relação ao setor pela margem esquerda do referido rio. A unidade faz contato à montante com a escarpa e vertentes do compartimento MP-07, e a jusante com as colinas médias do MP-05.

Abaixo são exibidas as Figuras 101 e 102, representando desenhos em perspectiva de trechos deste compartimento.

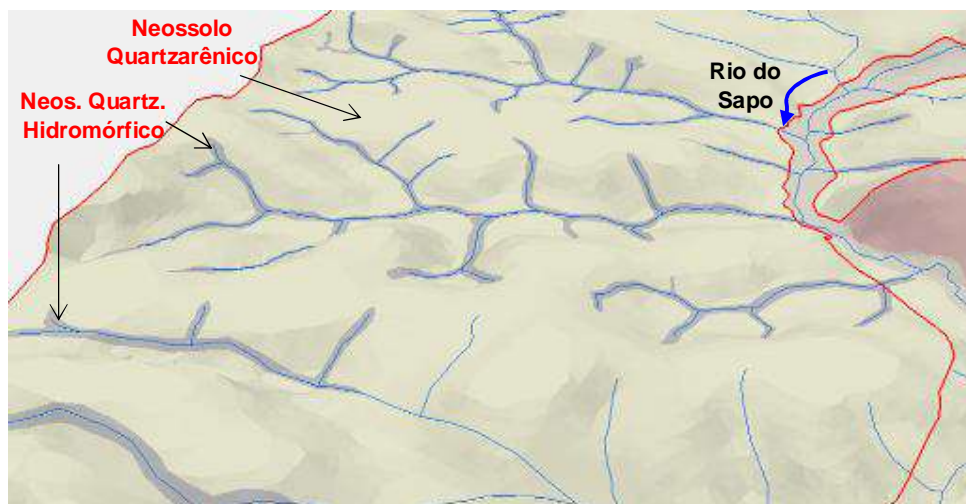


Figura 101 – Representação esquemática em perspectiva da exposição do compartimento MP-06 (em trecho na margem direita do rio do Sapo), contendo Neossolo Quartzarênico e comumente Neossolo Quartzarênico Hidromórfico em fundos de vales.

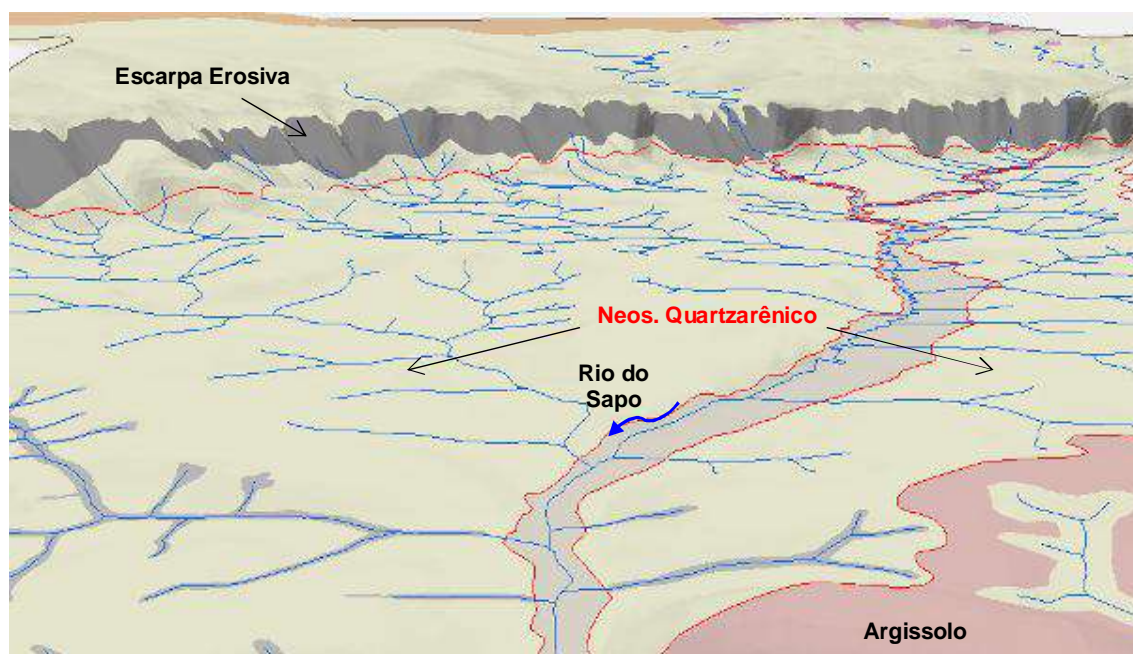


Figura 102 – Representação esquemática em perspectiva da extensa presença de Neossolo Quartzarênico em colinas amplas do compartimento MP-06 (destacado pelo contorno em vermelho).

Este compartimento, situado no Planalto Dissecado dos Parecis, ocorrem em colinas amplas com vales suaves dominadas por solos de textura essencialmente arenosa (Figuras 103 a 106), marcados por presença de Neossolo Quartzarênico e de sistema pedológico formado



por Neossolo Quartzarênico e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico ocupando muitos fundos de vales. Como substrato geológico, se faz presente rochas do Grupo Parecis, com predominância de rochas areníticas.



Figura 103 – Extensa paisagem de colinas amplas em Neossolos Quartzarênicos, se estendendo até a base da escarpa do Planalto dos Parecis, presente ao fundo da imagem.



Figura 104 – Vale suave (em “berço”) de colinas amplas com solo hidromórfico ao fundo.



Figura 105 – Detalhe de solo arenoso presente em colinas amplas de topo extenso e aplainado.



Figura 106 – Vertente suavizada de colinas amplas, próxima da região de contato com sopé da escarpa.

Destacam-se neste compartimento, que os topos das colinas são aplainados e amplos, com declividade em geral não passando dos 3%. As vertentes, desde o topo ao terço médio, aumentam de forma suave a sua declividade, alcançando valores de até 6%, seguindo ainda com aumento ligeiro até o terço inferior.

Nos setores inferiores das vertentes das colinas amplas, de modo geral, apresentam ruptura de relevo na passagem aos fundos de vales, que por sua vez apresentam declividades variáveis em função do grau de entalhamento do talvegue e da sua forma, mas com valores comumente se apresentando entre 6 a 12% de declividade, podendo em certos trechos alcançar valores ligeiramente maiores.

Se torna possível observar também que à medida que se aproxima da escarpa do Planalto dos Parecis, o relevo tende a se suavizar mais, com sutil diminuição dos valores de declividade.

Este compartimento, em termos de erodibilidade, apresenta um solo de textura essencialmente arenosa, de baixa coesão entre as partículas e conseqüentemente baixa resistência à atuação de processos erosivos. O potencial à erosão somente será baixa nos locais de relevos aplainados, em que se sobressai a infiltração de águas pluviais no funcionamento hídrico.

Desta maneira, os setores dos topos das colinas correspondem aos locais de menor vulnerabilidade à ação erosiva, por possuir profunda cobertura pedológica e os menores valores de declividade, propiciando a infiltração de água no Neossolo Quartzarênico que tem alta permeabilidade, e reduzindo o potencial de carreamento de partículas do solo.

Os setores correspondentes aos terços superiores à médio das vertentes, também ocupadas por Neossolo Quartzarênico, apresentam suscetibilidade sensivelmente mais elevada em relação ao topo, pelo fato de ocorrer em declividade ligeiramente maiores, de cerca de 3 à 6%.

Tanto os setores dos topos quanto os terços superiores a médio das colinas amplas, situam-se dentro da classe de declividade caracterizada como menor que 6%, e considerando a classe I de erodibilidade do Neossolo Quartzarênico, se atribui para os mesmos uma classe muito suscetível à ocorrência de erosão laminar.

Em relação às erosões lineares, os topos e as vertentes médias e altas das colinas amplas são considerados moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a boçorocas, apesar de que, em geral, os dois setores das vertentes possuem potencial erosivo ligeiramente maior do que em relação aos topos, devido ao certo aumento da declividade observada.

Os setores de terços inferiores das vertentes e os fundos de vale, se apresentam com declividade variável, mas predominantemente entre 6 a 12%, correspondem às regiões mais vulneráveis à ação erosiva, pois estão mais fortemente sujeitos ao escoamento superficial, sendo que especialmente na região dos fundos de vale, há ainda certa tendência de acúmulo de sedimentos carregados das vertentes e, portanto, também sujeito a sofrer assoreamento em caso de presença de curso d'água ou ocorrência de Neossolo Quartzarênico Hidromórfico.

Analisando conjuntamente a declividade e a erodibilidade do solo presentes nessas regiões inferiores das colinas amplas do compartimento, nos moldes da metodologia adotada no estudo, se classifica esses setores como muito suscetível a erosões laminares. Sendo importante destacar que em trechos eventualmente com declividades maiores do que 12%, a classe de vulnerabilidade a erosão laminar é atribuída como extremamente suscetível.

E quanto ao potencial de processos erosivos lineares, pelo fato dos trechos inferiores das vertentes serem formados por solo pouco coeso de textura arenosa, em terreno favorável ao escoamento e concentração dos fluxos de água superficiais, essas porções, com exceção dos fundos de vale, são muito suscetíveis a erosões por sulcos e ravinas, e pouco suscetíveis a boçorocas, sendo neste último caso, em função principalmente do nível d'água não se apresentar a profundidades tão baixas.

Especificamente para as regiões de fundos de vales, que em muitos casos constituem nascentes de cursos d'águas da sub-bacia do rio do Sapo, se observa uma

expressiva fragilidade do meio físico. Trata-se de áreas ocupadas por Neossolo Quartzarênico, que comumente se apresenta sob a condição de Hidromórfico, com nível d'água aflorante a sub-aflorante, nos quais, muitos trechos se encontram assoreados e com significativa perda de hidromorfismo em razão das erosões deflagradas principalmente por pisoteio de gado que acessam os locais para realizar dessedentação.

Essas áreas de fundos de vale, que apresentam curso d'água ou solo hidromórfico e que são caracterizadas como extremamente suscetível a ravinas e a boçorocas, são incompatíveis para uso, sendo vocacionadas apenas para preservação, devido ao alto grau de fragilidade e vulnerabilidade a erosão e a assoreamento.

#### Compartimento – MP 07

O MP-07 se caracteriza como compartimento de largura estreita que estende na sub-bacia em direção SW/NE, reunindo escarpa rochosa com vertentes inclinadas de tálus e rampas de colúvios (representação esquemática da Figura 107), podendo ter restritos trechos em associação com colinas médias, ou seja, abrangem tipos diferentes de terrenos que foram reunidos em função do limite de escala de representação. Ao todo, esses terrenos do MP-07 representam cerca de 1,93% da área total da sub-bacia do Sapo.

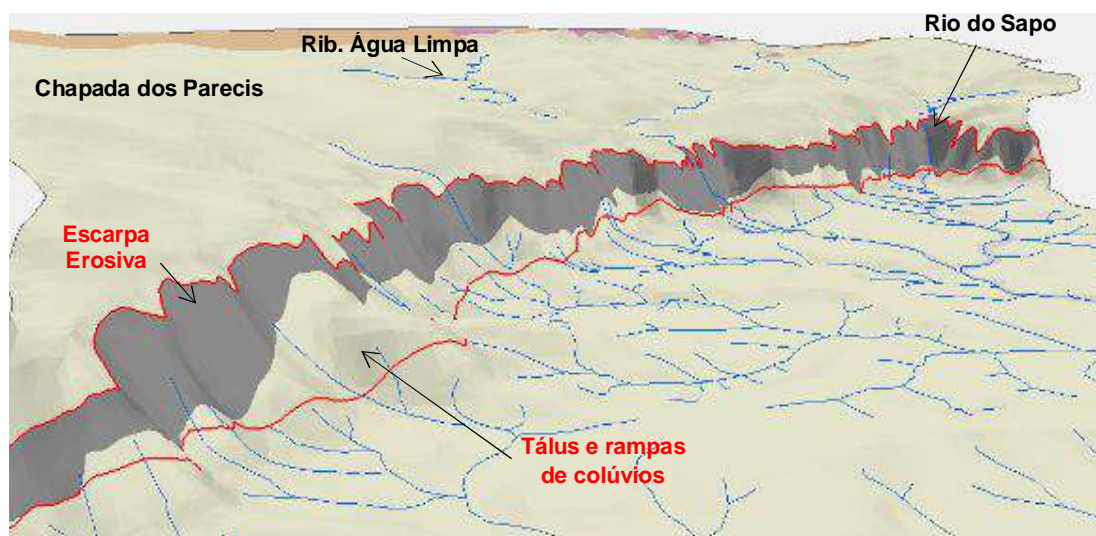


Figura 107 – Representação esquemática em perspectiva do compartimento MP-07 (destacado pelo contorno em vermelho), formada pela escarpa erosiva (de cor cinza escuro) e por depósitos de tálus e colúvios.

O setor de escarpa rochosa constitui-se de arenitos da Fm. Utiriti, e formam paredões verticalizados a subverticalizados. E os setores de encostas com significativa inclinação, cujas vertentes em geral são superiores a 20%, contém depósitos de tálus com provável presença de material clástico sedimentar oriunda de processos erosivos e quedas de blocos da escarpa (Figura 108), e os mesmos se associam a solos pouco desenvolvidos das classes de Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico, ambos de textura predominantemente arenosa.



Figura 108 – Vista de frente para a escarpa com presença de tálus e colúvios no entorno da base, marcando o compartimento MP-07.

Os setores na base da escarpa com vertentes menos inclinadas, formam rampas coluvionadas com variável grau de pedogenização (Figura 109), contendo solos de textura arenosa. Sendo que em todo o compartimento, as rochas areníticas da Fm. Utiriti constitui o substrato rochoso do local (Figura 110), com presença não somente nas paredes das escarpas, mas também aflorando em alguns locais próximos à base da mesma.

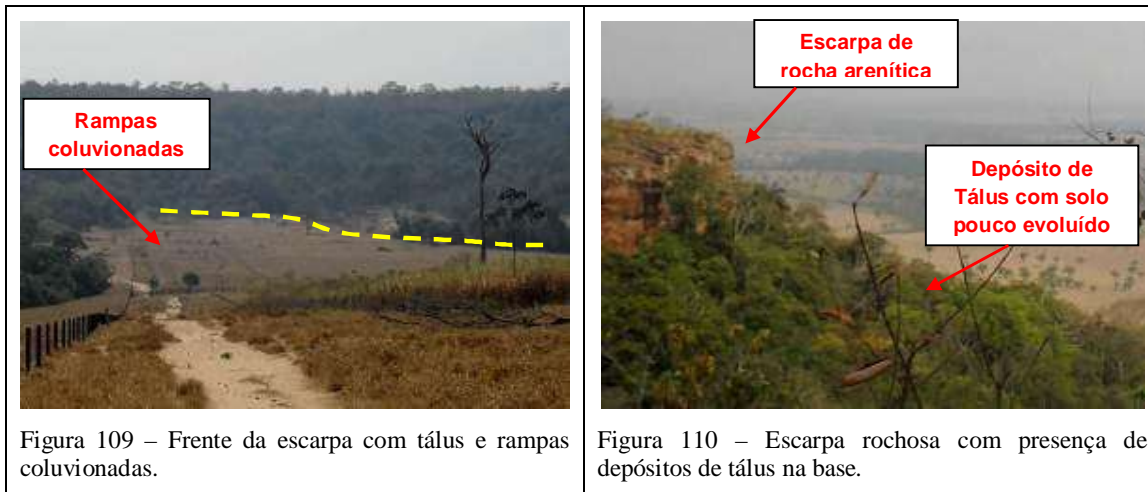


Figura 109 – Frente da escarpa com tálus e rampas coluvionadas.

Figura 110 – Escarpa rochosa com presença de depósitos de tálus na base.

A análise da vulnerabilidade frente aos processos erosivos, em razão da diferença dos materiais constituintes do compartimento, foi realizada individualmente para a escarpa arenítica e para as vertentes sob a forma de depósitos de tálus e coluviões. Sendo que especificamente para escarpa erosiva formada por arenitos, efetuou-se uma análise qualitativa voltada à interpretação da sua suscetibilidade a processos do meio físico de modo geral, e não precisamente apenas em relação à erosão, pois este setor apresenta a particularidade de ser composto por material rochoso e não solo propriamente.

Nesse sentido, se observa que a queda de blocos constitui o principal processo potencial a ocorrer no trecho ao longo da escarpa do Planalto dos Parecis, cujas causas para deflagração são o desgaste por intemperismo sofrido pelos arenitos da Fm. Utiariti que estão expostos, e a configuração espacial do maciço rochoso, sob a forma de paredões abruptos verticalizados, e sendo assim, sujeitos a queda livre de blocos rochosos que vier a se deslocar da escarpa.

Os tipos pedológicos que formam os tálus e colúvios nas proximidades do sopé da escarpa, por serem formados principalmente por Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico, recebe a classificação I quanto à classe de erodibilidade. Utilizando este parâmetro de erodibilidade em conjunto com o intervalo de declividade, tido como superior a 20%, se define uma classe extremamente suscetível a erosão laminar para esse setor do compartimento MP-07.

O potencial ao desenvolvimento de erosão linear por águas pluviais nas vertentes ocupadas por depósito de tálus e coluviões é também bastante significativa, por se tratar de terreno com expressiva declividade, principalmente nos depósitos de tálus, além de cobertura

pedológica com textura predominantemente arenosa, o que torna esses setores muito sensíveis à supressão de vegetação ou qualquer tipo de uso.

Somente nas vertentes com menores inclinações, como as rampas de colúvios com declividades menores do que 6% e com espessa cobertura pedológica, haverá melhores condições para uma infiltração mais efetiva das águas pluviais, diminuindo assim a sua disponibilidade para processar o escoamento superficial, e conseqüentemente reduzir o potencial erosivo.

Mas, em termos gerais, diante da presença de solo pouco coeso, e declividade do terreno predominantemente moderada a alta, se atribui para os depósitos de tálus e coluviões do compartimento, uma classe considerada muito suscetível a sulcos e ravinas, e pouco suscetível a boçorocas. Destacando que nos setores com nível d'água próximos ao terreno, como nos entorno de alguns cursos d'água que descem essas regiões, a suscetibilidade a boçorocas se torna considerada igualmente alta.

#### Compartimento – MP 08

Este compartimento corresponde a unidade de maior extensão areal na sub-bacia de estudo, perfazendo cerca de 46,85% do seu total. Esta unidade abrange área acima da escarpa, conforme ilustra a Figura 111, em porção de relevo considerado da Chapada dos Parecis, formando uma espécie de “chapadão” arenoso, pois se compõe de Neossolo Quartzarênico em vertentes em rampas (Figuras 112 a 114).



Figura 111 – Representação esquemática em perspectiva da exposição de Neossolo Quartzarênico, ocupando o relevo sob a forma de rampas no MP-08 (destacado pelo contorno em vermelho).



Figura 112 – Detalhe da presença de extensas areias cinza (Neossolos Quartzarênicos Órticos) em vertentes em rampas do compartimento MP-08.



Figura 113 – Paisagem dominada por vertentes em rampas, com caimento para a escarpa (menor que 6%), constituído de Neossolo Quartzarênico.



Figura 114 – Setor de trecho final do MP-08, no contato com o MP-07 ao fundo da imagem.



Considerando como referência de declividade, o intervalo menor que 6%, e a classe I de erodibilidade para o Neossolo Quartzarênico, se atribui para este compartimento uma classe de vulnerabilidade a erosão laminar definida como muito suscetível.

E, em relação à interpretação integrada para determinação da suscetibilidade a processos erosivos lineares, considerando os fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos, assim como o funcionamento hídrico, identifica-se na unidade uma classe moderadamente suscetível a ravinas e pouco suscetível a boçoroca.

A definição desta classe de vulnerabilidade a erosão linear é em função do terreno ser ocupado por solo de textura arenosa, que apesar de condicionar elevada permeabilidade e infiltração de água, se encontra pouco coeso e com relativa possibilidade de desenvolvimento de sulcos e posteriormente ravinas, dependendo do grau de concentração do fluxo d'água.

De modo geral, se interpreta a unidade como pouco suscetível a boçorocas, sobretudo, pelo significativo potencial de infiltração da água. Mas em caso de suficiente concentração de escoamento superficial e, em se tratando de locais cujo nível d'água não esteja tão profundo, pode-se desencadear processos erosivos que venham acarretar boçorocamentos.

#### Compartimento – MP 09

O compartimento MP-09 ocorre ao norte das “rampas arenosas” do compartimento MP-08 e dos anfiteatros do MP-10, sendo posicionado a sul das superfícies aplainadas do compartimento MP-11. E, em termos de representatividade na sub-bacia do Sapo, esta unidade perfaz 6,06% do seu total.

A Figura 115 exibida abaixo demonstra o posicionamento do compartimento MP-09, situado a montante das nascentes do ribeirão Água Limpa e rio do Sapo.



Figura 115 – Representação esquemática em perspectiva da ocorrência de Latossolo de textura média, sob a forma de rampas, caracterizando o MP-09 (destacado pelo contorno em vermelho).

Este compartimento morfopedológico corresponde a uma área em relevo suave, que integra a Chapada dos Parecis, podendo ser denominado informalmente de “chapadões latossólicos”, uma vez que assim como o MP-08, forma uma paisagem homogênea de superfícies em rampas e de declividade menor que 6%, porém sendo constituído de Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, como mostram as Figuras 116 a 118.



Figura 116 – Vista geral do compartimento MP-09, exibindo extensa área em rampas, constituído por Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, exposto por trincheira em primeiro plano da imagem.



Figura 117 – Formigueiro expomdo partículas argilo-arenosas de perfil de Latossolo do MP-09.



Figura 118 – Vista do MP-09, marcado por rampas de Latossolo Vermelho Amarelo.

Em termos geológicos, o seu principal substrato corresponde as Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas, considerada uma unidade edafoestratigráfica, que inclusive teria atuado como principal substrato pedogenético para gênese dos latossolos da região.

Seguindo o critério adotado para classificação da vulnerabilidade a erosão laminar, com base na declividade menor que 6% verificado no terreno, e na classe de erodibilidade IV do Latossolo de textura média, se obtém uma classe laminar pouco a não suscetível para o compartimento.

Pela análise qualitativa e integrada da paisagem, considerando o funcionamento hídrico, se nota que o terreno apesar da baixa declividade, possibilita certa dispersão dos fluxos d'água, mas cujo potencial de causar erosões é atenuada pelas características do Latossolo de textura média, que contém estrutura microagregada e alta permeabilidade, o que confere muita facilidade de infiltração das águas pluviais.

É importante considerar ainda, que o solo por não se apresentar fortemente coesos, permite nos casos de fluxos mais concentrados, a remoção das suas partículas e, dessa forma, apresenta relativo potencial ao desenvolvimento de erosões lineares mais rasas, e pouco vulneráveis a boçorocamentos, sobretudo, pelo fato do nível d'água tender a estar a profundidades significativas.

Desta forma, diante das condições tanto favoráveis quanto desfavoráveis ao desenvolvimento de erosões lineares, se interpreta para o compartimento uma classe moderadamente suscetível a ravinas e pouco suscetível a boçoroca.

## Compartimento – MP 10

O compartimento MP-10 ocupa quatro segmentos de áreas situadas no norte da sub-bacia do Sapo (Figura 119), sendo circundados pelos compartimentos morfopedológicos MP-08 e MP-09.



Figura 119 – Representação esquemática em perspectiva da ocorrência de Latossolo Vermelho + Plintossolo Pétrico e de Neossolo Quartzarênico, formando o MP-10 (destacado pelo contorno em vermelho), em relevo de anfiteatros erosivos de cabeceiras de drenagem.

Este compartimento se caracteriza como áreas de anfiteatros erosivos de cabeceiras de drenagem (Figura 120), contendo dois sistemas pedológicos, um formado por associação de Latossolo e Plintossolo Pétrico (Figura 121), e outro sistema formado por Latossolo e Neossolo Quartzarênico.



Figura 120 – Região do compartimento MP-10, em anfiteatros erosivos de cabeceira de drenagem.



Figura 121 – Detalhe de sistema pedológico de Latossolo e Plintossolo Pétrico em terço superior do MP-10.

As vertentes formadoras dos anfiteatros possuem declividade variável entre 6 a 20%, mas com valores médios mais frequentes entre 12 a 20%. Como substrato geológico do local, estão presentes as Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas na porção mais ao norte do compartimento, e ocorrência de arenitos da Fm. Utiariti em porção mais ao sul da unidade.

Os setores de terço superiores são sensivelmente mais inclinados em relação às porções médias e baixas das vertentes, e são ocupados principalmente por Latossolo Vermelho, fazendo transição em geral para Plintossolo Pétrico ou Neossolo Quartzarênico nos setores de terços médios e inferiores.

Quanto à classificação da vulnerabilidade aos processos erosivos, se determinou a classe de suscetibilidade para o Neossolo Quartzarênico e de forma conjunta para a associação de Latossolo Vermelho e Plintossolo Pétrico, considerando a declividade compreendida entre 12 e 20%.

Apesar de certas diferenças entre o Latossolo Vermelho e o Plintossolo Pétrico em termos de condicionante para o funcionamento físico-hídrico, a ampla predominância do Latossolo em relação ao Plintossolo permite generalizar para o sistema pedológico um comportamento de Latossolo para fins de classificação de erodibilidade e, conseqüentemente, determinação do seu grau de suscetibilidade a erosão laminar.

Desta forma, levou-se em consideração a classe de erodibilidade do Latossolo, definida como IV na tabela proposta por Salomão (2010). Sendo assim, como resultado de análise da vulnerabilidade, se define esse sistema pedológico como classe pouco suscetível ao desenvolvimento de erosões laminares.

Quanto às erosões lineares neste sistema pedológico, muito embora a topografia

apresentar gradiente favorável ao escoamento superficial de águas pluviais, o potencial à erosão é atenuado em função do solo ter certa permeabilidade, podendo classificar estes terrenos como moderadamente suscetível a sulcos e ravinas. Em razão principalmente de se estimar presença de nível d'água a profundidades moderadas a altas, nesses setores cujos solos ocupam mais os terços superiores das vertentes, se interpreta para o mesmo uma baixa vulnerabilidade a boçorocas.

Nos locais de ocorrência do sistema pedológico formado por Latossolo e Neossolo Quartzarênico, em que predomina este último, ao considerar conjuntamente a classe I de erodibilidade do Neossolo Quartzarênico, com o intervalo médio de declividade entre 12 e 20%, se define estes terrenos como de classe extremamente suscetível à erosão laminar.

Esses setores de domínio de Neossolo Quartzarênico, trata-se de áreas formadas por solo com baixo grau de coesão e que ocupam principalmente os terços médios e inferiores das vertentes dos anfiteatros erosivos, locais em que o nível d'água se encontra não muito abaixo da superfície, o que propicia baixa capacidade de suporte e o tornam bastante frágeis a ocupação antrópica.

Interpreta-se, portanto essas porções médias e baixas das vertentes com Neossolo Quartzarênico, como altamente sensíveis a processos erosivos lineares, compreendida como classe extremamente suscetível tanto a ravinas quanto a boçorocas.

É justamente nestas áreas de alta suscetibilidade a ravinas e boçorocas onde estão instaladas as maiores feições erosivas dentro da sub-bacia de estudo (Figura 122), com presença boçoroca do “Sapo”, que atinge grandes dimensões, exibida na Figura 123.



Figura 122 – Feição erosiva presente no sistema pedológico de Latossolo e Neossolo Quartzarênico do MP-10.



Figura 123 – Detalhe de área com boçoroca (ao fundo da imagem) em anfiteatro erosivo, com solo do tipo Neossolo Quartzarênico.

### Compartimento – MP 11

Este compartimento situa-se na porção mais a montante dentro da área de estudo, em região bastante restrita (Figura 124) e limítrofe a divisores de água da sub-bacia do Sapo no setor norte, que corresponde ao trecho da bacia caracterizada como superfícies de cimeira pertencente à unidade de Chapada dos Parecis, com relevo aplainado.



Figura 124 – Representação esquemática em perspectiva da exposição de Latossolo Vermelho de textura argilosa, ocupando o relevo aplainado do MP-11 (destacado pelo contorno em vermelho).

É em função da superfície aplainada do terreno que este compartimento se distingue das “rampas latossólicas” do MP-09, a unidade com quem faz contato, além do fato de ser formado por Latossolo de textura argilosa e com cor mais avermelhada que esta última (Figuras 125 e 126).



Figura 125 – Vista geral do compartimento MP-11, em área aplainada e constituída de Latossolo, em trecho da Chapada dos Parecis.



Figura 126 – Detalhe de material presente no compartimento MP-11, exibindo Latossolo Vermelho em área aplainada, onde se faz presente o traçado da BR-364, que recebe obras de pavimentação.

Dessa forma, o MP-11 se caracteriza como superfícies planas constituídas por Latossolo Vermelho de textura argilosa e de presença de Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas como unidade geológica principal. Características essas que o proporcionam certa estabilidade frente aos processos erosivos.

Com relação à determinação da vulnerabilidade ao desenvolvimento de processos erosivos laminares, em se tratando de compartimento com relevo aplainado, se utilizou como parâmetro de declividade, o intervalo definido como menor que 6%, sendo pertencente à classe IV de erodibilidade de solo, característico de Latossolos.

Dessa forma, seguindo a adotada proposta de Salomão (2010), se define um compartimento com classe V de suscetibilidade a erosão laminar, ou seja, pouco a não suscetível a este tipo de erosão.



Quanto ao funcionamento hídrico no compartimento, destaca características bastante favoráveis à infiltração por águas pluviais e conseqüentemente potencialidade limitada para atuação de processos erosivos lineares. Pois além da considerável espessura esperada para o perfil de solo e profundidades moderadas a altas para a presença de nível d'água, o relevo é aplainado e o solo apresenta-se com boa coesão, condiciona naturalmente a uma classe pouco suscetível a ravinas e a boçorocas.

### **5.3 MAPEAMENTO DE POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DO MEIO FÍSICO**

O mapeamento de potencialidades e limitações do meio físico da área de estudo corresponde uma etapa de sintetização e aplicação dos resultados obtidos da etapa de compartimentação morfo-pedológica e interpretação da vulnerabilidade dos compartimentos frente às erosões.

Como roteiro metodológico norteador, utilizou-se os conceitos presentes na metodologia do IPT apud Zuquette e Nakazawa (1998), aplicados no sentido de levantar e interpretar as aptidões naturais do meio físico voltados ao seu uso e ocupação, de modo a indicar orientações técnicas para uma melhor gestão da bacia de estudo, especialmente direcionada à conservação dos seus recursos hídricos.

Pode-se considerar como sendo produzidos nesta etapa do trabalho dois tipos de cartas geotécnicas, uma denominada mapa de suscetibilidade à processos erosivos lineares, e outra correspondendo a uma carta de potencialidades e limitações ao uso do solo.

Destaca-se que a carta de potencialidades e limitações tem por objetivo definir unidades geoambientais que expõem as particulares limitações e potencialidades ao uso do solo, bem como às implicações das variadas formas de uso nos processos geológicos e nos recursos hídricos das unidades.

#### **5.3.1 Mapeamento da Suscetibilidade a Processos Erosivos Lineares**

Com o objetivo de facilitar a compreensão da dinâmica erosiva na sub-bacia de estudo, tornou-se apropriado a elaboração do Mapa de Feições Erosivas Lineares, que conforme Canil (2001), é um produto importante no entendimento da vulnerabilidade às

erosões, cuja análise da interação do mesmo com os compartimentos morfopedológicos, permite a identificação de porções do terreno com grau homogêneo de suscetibilidade à erosão, que individualizados configuram o mapa de suscetibilidade à erosão.

Nesta perspectiva, foi produzido o mapa de feições erosivas, a partir de interpretação de imagem de satélite *Spot* de alta resolução espacial de 2,5 m (datada de 2007), e de imagem *GeoEye* disponibilizada pelo software Google Earth (datada de 2011), com correção após checagem por etapa de campo na área de estudo, na qual se percorreu os locais identificados preliminarmente pelas imagens de satélite, e onde possibilitou também mapear as erosões lineares de dimensões menores e não passíveis de visualização pelas imagens.

O referido mapeamento das erosões foi centrado na identificação das ocorrências erosivas lineares, desde os sulcos à ravinas e boçorocas, não sendo representadas, portanto, as erosões laminares.

No mapeamento se constata que as erosões, em termos de quantidade, estão concentradas no Planalto Dissecado dos Parecis, onde a grande maioria se instala nos fundos de vales ou regiões de cabeceiras de drenagens.

No entanto, em relação às ocorrências erosivas presentes na Chapada dos Parecis, e em especial, nas formas de relevo de anfiteatros de cabeceira de drenagem, se percebem uma atuação mais intensa na paisagem, contendo inclusive a maior boçoroca presente na área de estudo, a boçoroca do “Sapo”, que originou diversas ramificações e apresenta atualmente mais de 500 m de comprimento médio, e até 150 m de largura, cuja profundidade pode alcançar cerca de 8 m ou mais.

A seguir é apresentada a Figura 127, contendo o mapa de feições erosivas lineares, com destaque para a representação da boçoroca do “Sapo” ao norte da área de estudo, e em seguida é exibido também um mapa com as feições erosivas lineares sobrepostas ao mapa morfopedológico (Figura 128), que permite entender melhor a vulnerabilidade dos compartimentos morfopedológicos.

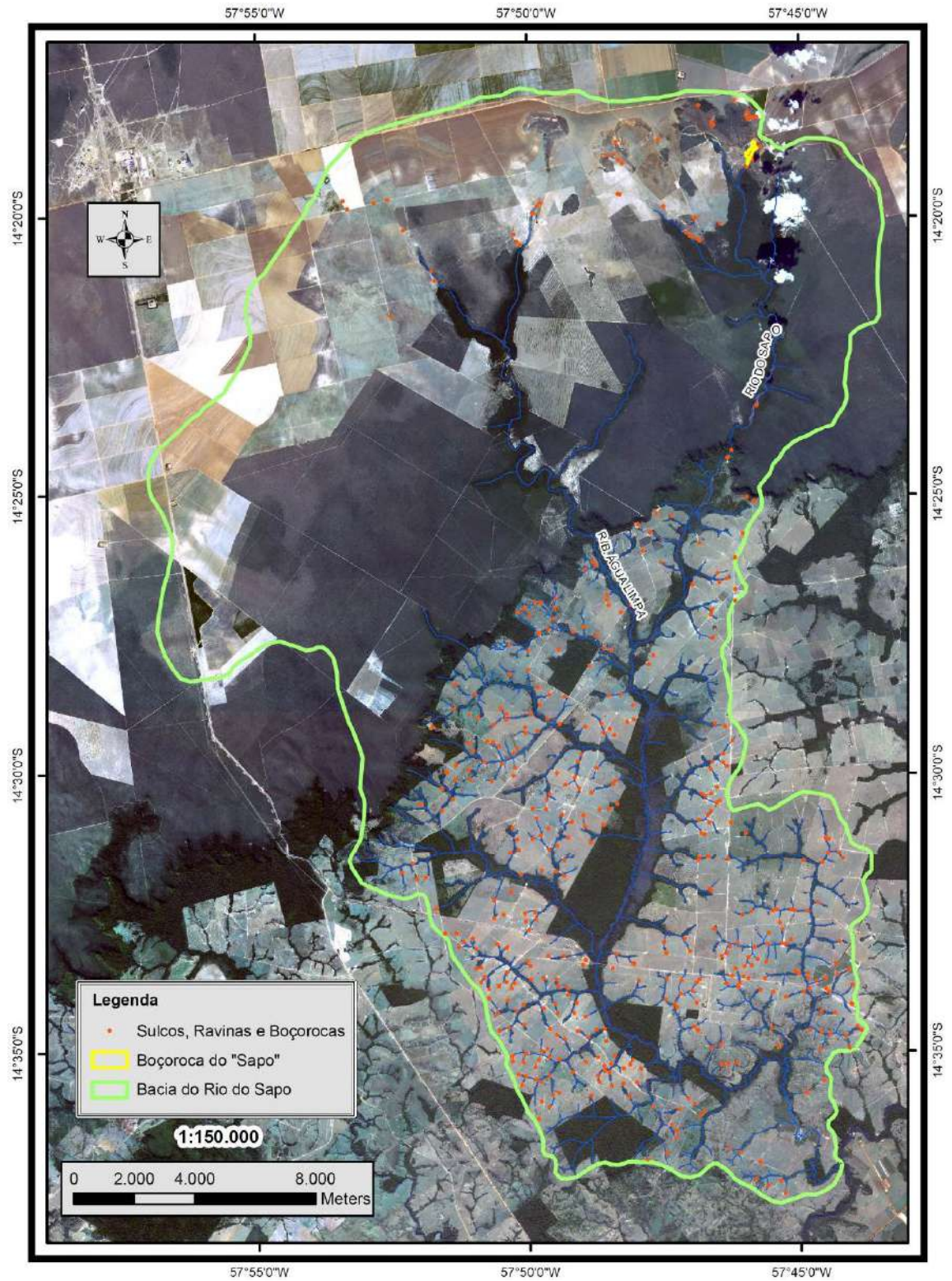


Figura 127 – Mapa de Feições Erosivas Lineares da sub-bacia do rio do Sapo.

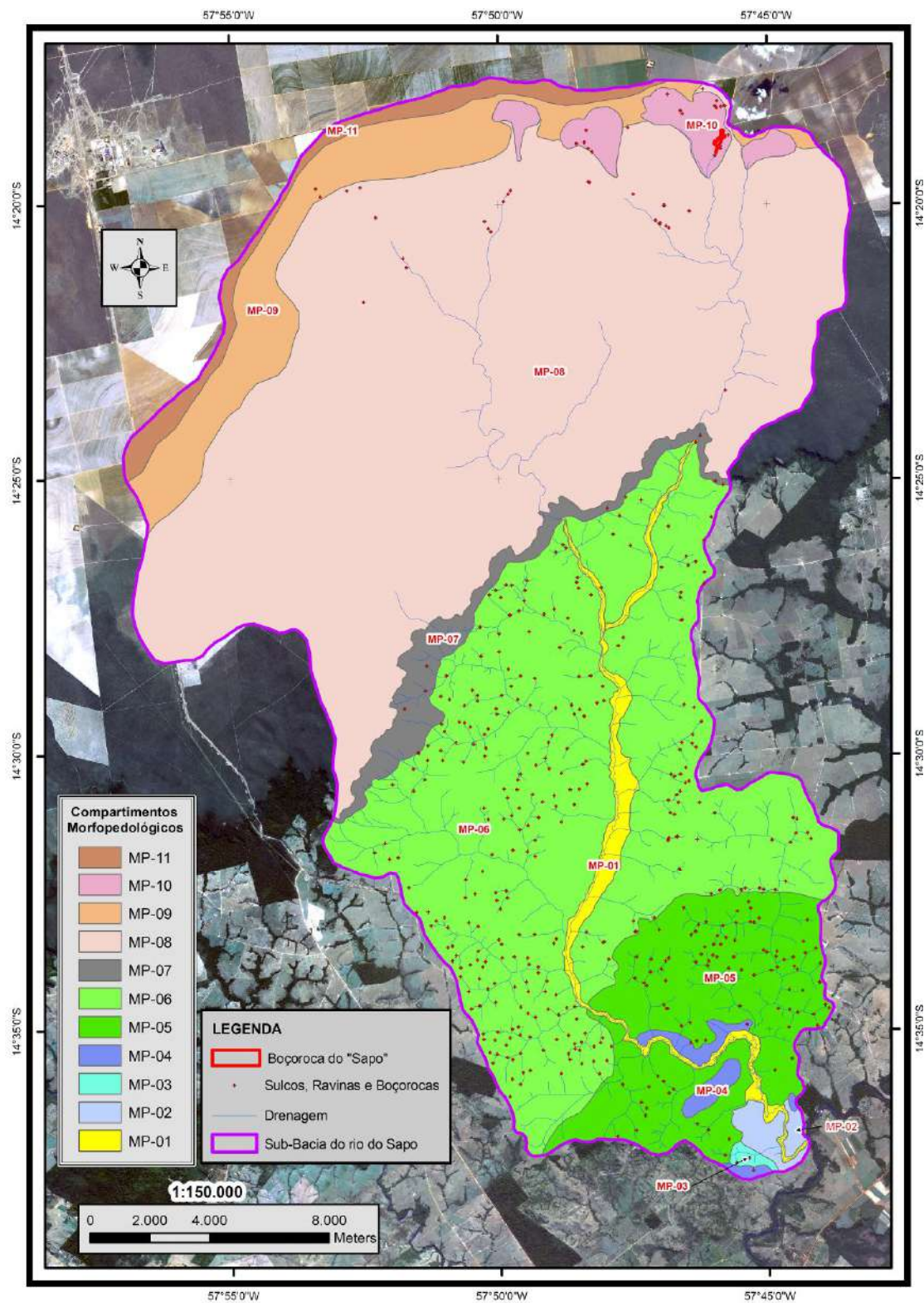


Figura 128 – Mapa com as Feições Erosivas Lineares sobre o Mapa Morfopedológico da bacia do Sapo.

A sobreposição do Mapa de Feições Erosivas Lineares no Mapa Morfopedológico, facilita bastante o entendimento dos graus de vulnerabilidade à erosão dos compartimentos, mas não concretiza uma correspondência totalmente direta de qual classe de vulnerabilidade é pertencente cada compartimento, pois o fator de interferência humana na paisagem, sob as várias formas de uso e ocupação do solo, induz ao favorecimento de surgimento de erosões em locais específicos, que muitas das vezes possui potencial de erosão até mesmo menor do que em relação a locais não ocupados e ausentes de ocorrências erosivas.

Assume papel bastante relevante para fins de determinação das classes de suscetibilidade à erosão, a análise qualitativa das características de cada compartimento morfopedológico frente às erosões.

Conforme as constatações levantadas para cada compartimento, desenvolvidas na etapa de compartimentação morfopedológica, se efetuou nesta etapa a sua generalização e espacialização no sentido de obter o Mapa de Suscetibilidade à Erosão Linear, representado pela Figura 129, exibida abaixo.

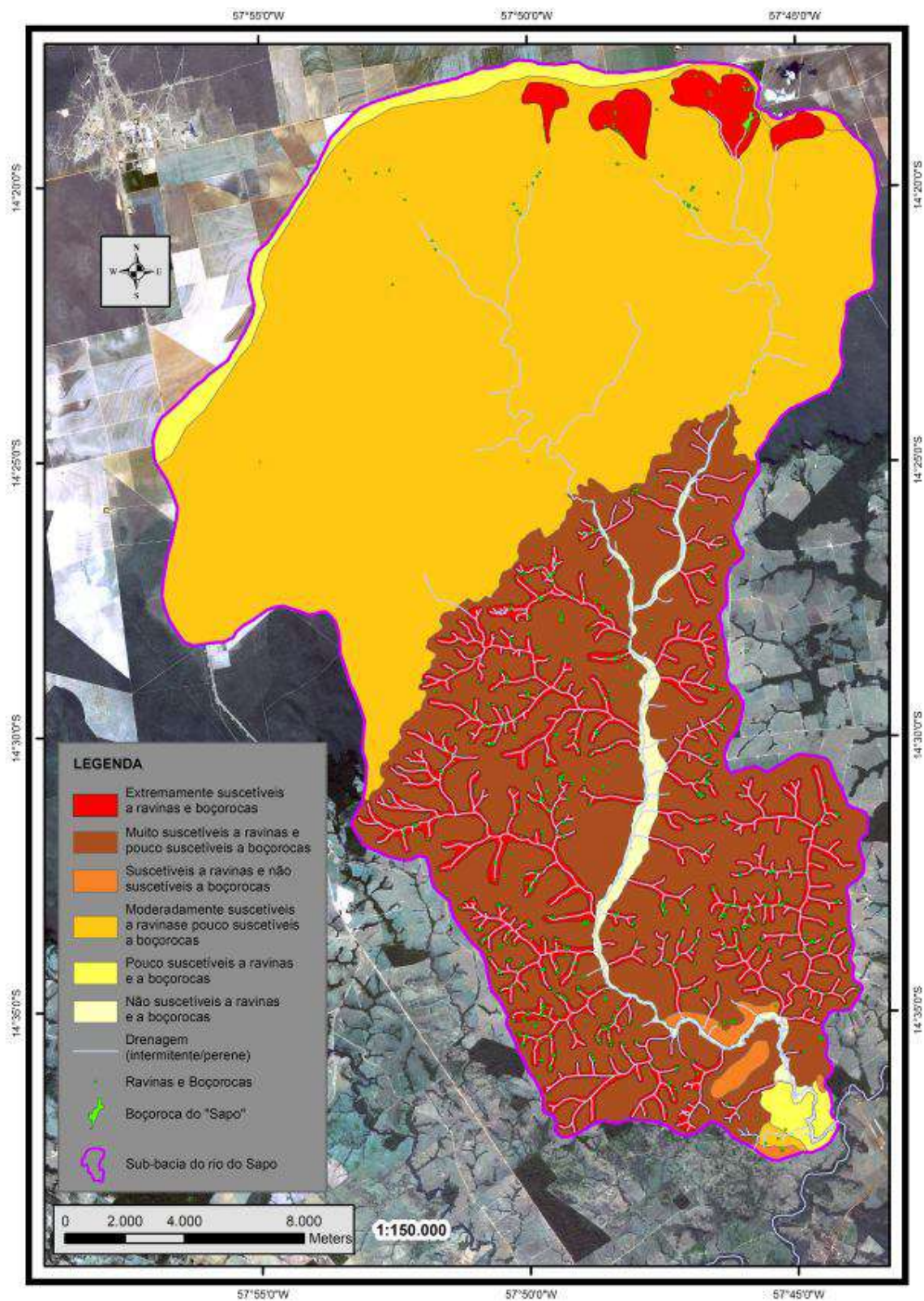


Figura 129 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão Linear da sub-bacia do rio do Sapo.

### 5.3.2 Carta de Potencialidades e Limitações ao Uso do Solo

Com o intuito de aplicar de forma objetiva as informações levantadas a respeito das características intrínsecas do meio físico da sub-bacia do Sapó, se desenvolveu a análise dos resultados com vistas a obter uma carta de potencialidades e limitações ao uso do solo, que seja útil para o planejamento ambiental da bacia e, em especial, no que tange a proteção e conservação dos recursos hídricos que integram a mesma.

Desta maneira, pode-se comparar esta carta como uma aproximação de um mapeamento geotécnico convencional, cujas fases de levantamento preliminar e investigação orientada foram representadas neste estudo pelos levantamentos já realizados das características do meio físico da sub-bacia e pela elaboração dos respectivos mapas temáticos, resultantes de investigações de campo e de dados secundários através de publicações de temas geológicos, geomorfológicos e de solos da área de estudo.

Com as informações já disponíveis por essas fases de levantamento e investigação, consolidada em etapas de trabalho anteriores, se torna possível verificar inicialmente em escala regional, que duas unidades físicas podem ser individualizadas a fim de facilitar as análises posteriores. Trata-se das unidades geomorfológicas do Planalto Dissecado dos Parecis e da Chapada dos Parecis, na qual este último não corresponde a uma subdivisão de patamar totalmente plano do Planalto dos Parecis, mas contendo em geral formas mais conservadas do que os presentes no Planalto Dissecado dos Parecis.

Conforme a metodologia do IPT, que prevê a identificação de problemas constatados decorrentes da interação entre o meio físico e sua forma de ocupação, cita-se as erosões aceleradas presentes tanto no Planalto quanto na Chapada dos Parecis como principais processos oriundos da interferência antrópica na paisagem. Observa-se que as erosões no Planalto estão situadas principalmente nos setores de fundos de vales e cabeceiras de drenagem nas colinas amplas e médias, o que vem ocasionando processos de assoreamento, rebaixamento do nível d'água e perdas de hidromorfismo em boa parte dos casos das ocorrências. E na região da Chapada dos Parecis estão presentes as erosões de maior porte da sub-bacia, onde se situam principalmente nos anfiteatros erosivos de cabeceira de drenagem.

Na análise mais aprofundada dos problemas detectados na sub-bacia, que estão estritamente ligadas a processos erosivos e suas consequências, observa-se que as suas causas estão relacionadas a uso pecuário inadequado na unidade do Planalto Dissecado dos Parecis, e

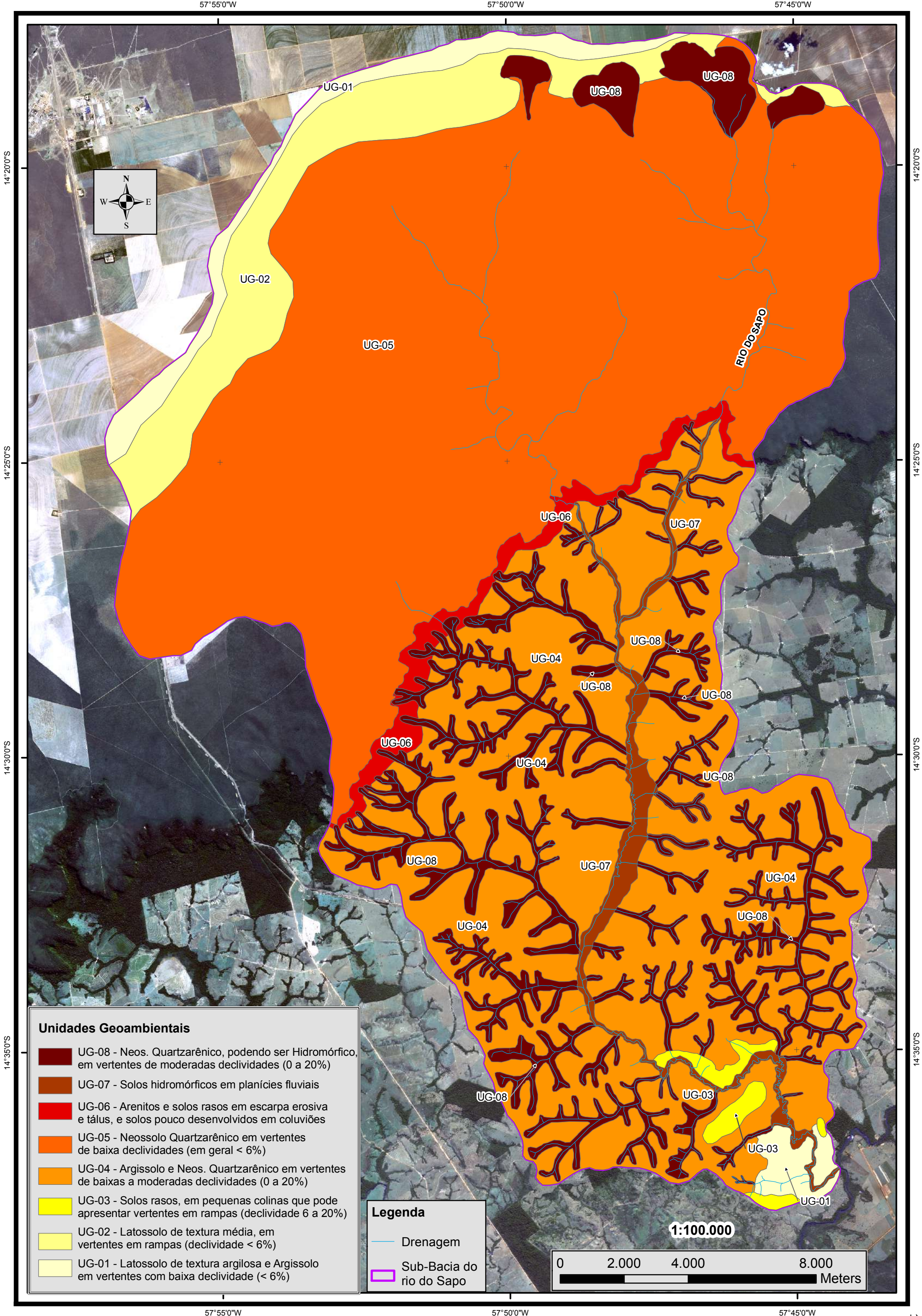
implantações de estradas e desmatamentos em terrenos de alta fragilidade e de baixa capacidade de suporte na Chapada dos Parecis.

Destaca-se que o próprio mapa de suscetibilidade à erosão refletem bem os fatores citados e considerados para este mapeamento. Porém, esses parâmetros são aqui aplicados em sentido mais amplo, utilizados de modo a se prever o comportamento geológico/geotécnico do terreno, onde cada unidade geoambiental corresponda a porções do meio físico com similar restrição e vocação de uso, cada qual recebendo particulares orientações técnicas, de ordem preventiva ou corretiva, sempre centrado na resolução dos problemas potenciais ou já instalado no terreno, e especialmente aos relacionados à degradação dos recursos hídricos na sub-bacia.

Desta maneira, a compartimentação da bacia em relação ao potencial e limitação ao uso do solo foi realizada em escala padrão adotada, de 1:50.000, e conduziu na identificação de oito unidades, sendo duas pertencentes exclusivamente à Chapada dos Parecis, quatro integrando somente o Planalto Dissecado dos Parecis, e duas ocorrendo tanto na Chapada quanto no Planalto Dissecado dos Parecis.

A seguir é exibida a Figura 130, que corresponde a Carta de Potencialidades e Limitações ao Uso do Solo, e posteriormente é apresentada às respectivas descrições das unidades geoambientais.





**Unidades Geoambientais**

- UG-08 - Neos. Quartzarênico, podendo ser Hidromórfico, em vertentes de moderadas declividades (0 a 20%)
- UG-07 - Solos hidromórficos em planícies fluviais
- UG-06 - Arenitos e solos rasos em escarpa erosiva e tálus, e solos pouco desenvolvidos em coluviões
- UG-05 - Neossolo Quartzarênico em vertentes de baixa declividades (em geral < 6%)
- UG-04 - Argissolo e Neos. Quartzarênico em vertentes de baixas a moderadas declividades (0 a 20%)
- UG-03 - Solos rasos, em pequenas colinas que pode apresentar vertentes em rampas (declividade 6 a 20%)
- UG-02 - Latossolo de textura média, em vertentes em rampas (declividade < 6%)
- UG-01 - Latossolo de textura argilosa e Argissolo em vertentes com baixa declividade (< 6%)

**Legenda**

- Drenagem
- Sub-Bacia do rio do Sapó

**1:100.000**

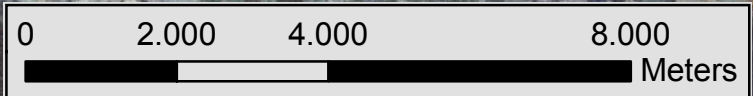


Figura 130 – Carta de Potencialidades e Limitações ao Uso do Solo da sub-bacia do rio Sapó.

## Unidade Geoambiental – UG-01

Unidade caracterizada por Latossolo de textura argilosa e Argissolo em vertentes com baixa declividade, em geral, menor que 6%. Quanto a sua extensão, se ocupa de área bastante restrita, ocupando apenas cerca de 2,71% da área total da sub-bacia de estudo.

A unidade ocorre tanto no Planalto Dissecado como na Chapada dos Parecis. A influência do substrato geológico é maior na região do Planalto Dissecado dos Parecis, onde está representado pelos basaltos da Fm. Tapirapuã, que em setores adjacentes ao curso d'água do rio do Sapo se apresenta muitas vezes aflorantes a sub-aflorantes.

Na porção situada no extremo norte da bacia de estudo, o material que constitui o substrato pedogenético é a unidade edafoestratigráfica de Coberturas Detrito-lateríticas Ferruginosas, inclusive proporcionando a ocorrência em profundidades variáveis, de níveis concrecionários de laterita e limonita.

A cobertura pedológica possui baixa erodibilidade, com espessura relativamente limitada no segmento da baixa sub-bacia, e se apresentando bastante espessa no segmento situado ao norte, região esta que possui também as menores declividades, sendo considerada aplainada.

A presença de nível d'água deve ocorrer de forma mais profunda no trecho ao norte da sub-bacia do que em relação a porção presente na baixa sub-bacia.

Dentro da área de estudo, esta unidade integram os terrenos mais estáveis e de melhor capacidade de suporte ao uso do solo, sendo apropriadas as formas de ocupação atualmente estabelecida, que é a agricultura no trecho da Chapada dos Parecis e a pecuária no trecho do Planalto Dissecado dos Parecis. Neste último trecho citado, tem também uma porção do terreno ocupada por vegetação nativa.

Sendo assim, não se constata problemas relevantes decorrentes do uso do solo nesta unidade, apenas a presença de alguns poucos sulcos presentes no trecho ocupado por Argissolo, que apesar de possuir camada rasa de horizonte superficial arenoso, é suficiente para desencadear incisões por ação de pisoteio de gado ou ação concentrada da água em caso de terreno com solo exposto.

Essas considerações demonstra que as áreas especialmente ocupadas por Argissolo merece manejo mais criterioso da pastagem, exigindo se evitar a exposição do solo em trilhas de gado.

Em relação aos pequenos trechos de cursos d'água nesta unidade, e sobre os recursos hídricos de forma geral, também não se constata maiores problemas quanto à sua degradação.

#### Unidade Geoambiental – UG-02

Esta unidade representa cerca de 6,05% da área total da sub-bacia do Sapo, e tem como atributos a presença de Latossolo de textura média, reativamente profundo, em terreno com baixa declividade, menores que 6%. A textura média e a estrutura microagregada do latossolo possibilita boa permeabilidade, cujo relevo favorece a infiltração e a mecanização para a prática da agricultura, que é a principal atividade presente na unidade.

Na unidade não se tem presença de recursos hídricos superficiais na forma de cursos d'água, mas destaca-se que está situada em região onde se processa a recarga d'água subterrânea, favorecida pelas suaves vertentes e significativa permeabilidade do latossolo. Pelas características do meio físico, estima-se que o nível d'água ocorra à profundidade elevada, podendo haver presença de níveis d'água suspensos temporariamente sobre possíveis ocorrências de camadas lateríticas consolidadas.

Quanto aos processos do meio físico, apenas os processos erosivos assumem potencial mais significativo na dinâmica externa, com pouco a baixo potencial às erosões laminares e por boçorocas, e um moderado potencial a sulcos e ravinamentos.

Desta forma, verifica-se compatibilidade entre a potencialidade e o uso do solo atual, não se observando maiores problemas quanto a essa interação. Mas merece consideração o fato da unidade apresentar moderada suscetibilidade a ravinas, devendo receber atenção especial sob qualquer forma de uso no sentido de se evitar a concentração de escoamento superficial, sobretudo em setores cujo solo venha a estar exposto.

Medidas de controle erosivo, como a prática de lavoura seguindo curvas de nível, devem ser sempre priorizadas. Indica-se também evitar a destinação concentrada de águas para a unidade essencialmente arenosa UG-05, com o qual faz contato à jusante.

Apropriada atenção merece ser destinada também para o uso de defensivos agrícolas, cujo uso excessivo e fora dos padrões legais comprometerá a qualidade da água subterrânea, por se tratar de local com características naturais que favorecem o processo de recarga subterrânea, tornando-o ao mesmo tempo mais vulnerável a contaminação.

### Unidade Geoambiental – UG-03

Unidade geoambiental de menor representatividade na bacia de estudo, ocupando apenas 0,7% da sua área total, é composta por solos rasos, representados por Cambissolo e Neossolo Litólico em vertentes de declividades normalmente moderada a alta, predominando valores entre 6 a 20%, que formam colinas pequenas na paisagem. Em certos setores, as colinas pequenas podem apresentar vertentes com menores declividades, sob a forma de rampas, situações em que o solo em geral se encontra mais aprofundado.

O substrato geológico constituído de basaltos exerce importante condicionante ao funcionamento hídrico e comportamento geotécnico, proporcionando relativa estabilidade ao terreno frente à atuação de processos geológicos, e limitando muito a infiltração de águas pluviais.

A tendência natural de predominar o escoamento superficial na dinâmica do funcionamento hídrico, eleva a suscetibilidade desta unidade às erosões laminares e lineares na forma de sulcos e ravinas pouco profundas.

Os solos alcançam espessura centimétrica a alguns metros de profundidade, com textura argilosa. Há alguns segmentos de pequenos córregos cruzando esta unidade, e o nível d'água situa-se abaixo da interface solo/rocha.

Os atributos representados por solo e litologia confere boa capacidade de suporte de carga, mas o relevo bastante declivoso, se torna um fator limitante ao uso. Dessa maneira, apresenta aptidão a integrar área destinada à pastagem, mas sob grande cuidado de manejo, de modo a controlar as erosões.

Porções restritas desta unidade também apresentam certa aptidão à possível uso para mineração, como nas formas de exploração de material para revestimento de estradas não pavimentadas, porém respeitando a legislação ambiental, além de se exigir técnicas criteriosas de exploração a fim de se evitar instabilização do terreno e não torná-lo vulnerável às erosões ou qualquer outro processo do meio físico.

Para possíveis casos de exploração mineral, também se deve prever de forma apropriada a futura recuperação da área, levando-se em conta uma adequada reconformação topográfica.

O principal uso do solo verificado na área é a presença de pastagem, e em um local de extensão bastante restrita e posicionada na margem esquerda do rio do Sapo se constata

uso por exploração mineral, em que se retirou material grosseiro para revestir estradas internas de fazendas na região. Mas não se nota ter resultado em instabilização do terreno.

Desta forma, não se verifica qualquer inconformidade nítida entre os usos empreendidos no solo e suas potencialidades naturais, assim como não se observa problemas em relação à degradação dos recursos hídricos locais, como assoreamento ou riscos de contaminação.

#### Unidade Geoambiental – UG-04

A unidade UG-04 ocupa considerável área na sub-bacia do Sapo, abrangendo cerca de 27,84% da sua área total, e sendo formado por Argissolo e Neossolo Quartzarênico, em vertentes de baixas a moderadas declividades, cuja variação predomina entre 0 a 20%, sob a forma de colinas médias e amplas.

Como substrato geológico local e como material originário da cobertura pedológica, estão as rochas principalmente areníticas e conglomeráticas da Fm. Salto das Nuvens, e em menor proporção os arenitos da Fm. Utiriti, sobretudo na região de influência mais à norte da unidade. Com escassos afloramentos de rocha, supõe-se que o manto de intemperismo deve ser bastante espesso na região, atingindo maiores profundidades nas regiões mais elevadas das vertentes e nos topos das colinas.

Os Argissolos ocorrem mais restritos em porção a sul/sudeste da sub-bacia, e em menor proporção do que os Neossolos Quartzarênicos, que dominam extensa área em direção à escarpa do Planalto dos Parecis, em sentido de jusante para montante.

Apesar de constituído por solos distintos, que requerem certa diferença no grau de cuidados de manejo, estão compartimentadas em uma única unidade em razão de apresentarem problemas potenciais e instalados bastante similares.

Dentre os processos do meio físico nesta unidade, se verifica as erosões como principais potenciais de atuação na paisagem, que ao promover a produção de sedimentos e carreamento do mesmo em direção à jusante, impacta diretamente a unidade de fundos de vale do UG-08, com quem faz contato.

Os terrenos são classificados como muito a extremamente suscetíveis à erosão laminar, e muito suscetíveis a sulcos e ravinas, e pouco suscetíveis a boçorocas. Se constituindo assim, em áreas com certa restrição a uso, inclusive pela sua baixa capacidade

produtiva e de reter água.

Recomenda-se, para os casos de utilização, um adequado manejo do solo, considerando o elevado risco de degradação por meio de erosões. Em razão da baixa aptidão agrícola, a tendência é naturalmente serem ocupadas por pastagens, que é a principal forma de uso do solo verificado na unidade, sendo presente também vegetação nativa em menor proporção.

Para análise da viabilidade do uso pecuário, torna-se importante considerar as limitações de água e nutrientes no solo, e manter lotações compatíveis com a significativa fragilidade do terreno, evitando o sobrepastoreio e permitindo a presença suficiente de gramíneas nas vertentes, pois as mesmas desempenham fundamental papel de proteção contra as erosões.

Para os locais com declividades mais suaves, onde o meio físico possui melhor estabilidade, a ocupação por reflorestamento respeitando a legislação ambiental também representa uma atividade compatível.

A área mapeada referente à unidade, praticamente se encontra ausente de recursos hídricos superficiais, e pelas características próprias do meio físico, a presença de nível d'água deve atingir profundidades moderada a elevadas. Essas constatações fazem com que não se observem impactos diretos nos mananciais hídricos em função das formas de ocupação do solo.

Mas nota-se que o uso por pastagem, sem a presença de bebedouros para gado, vem acarretando intensos impactos negativos na unidade geoambiental UG-08, que ocupa os setores de fundos de vales onde há diversos cursos d'água de pequeno volume, em que os gados têm amplo acesso para caminhar e realizar a dessedentação.

#### Unidade Geoambiental – UG-05

Esta unidade encerra a maior extensão de área definida no mapeamento, representando quase a metade de toda a sub-bacia do Sapo, ao ocupar cerca de 46,77% do seu total. Está presente na Chapada dos Parecis e é caracterizada por Neossolo Quartzarênico em vertentes de baixa declividade, sob a forma de rampas.

Os arenitos da Fm. Utiriti formam o substrato rochoso local, com maior influência no comportamento geológico/geotécnico nos setores próximos a limites da escarpa, que

bordeja parte da unidade.

A cobertura pedológica possui textura arenosa e com espessura esperada bastante pronunciada, que diminui à medida que desce em direção a escarpa, onde nas proximidades da mesma se constata a presença de arenitos aflorantes ou próximos à superfície.

A própria presença do nível d'água deve acompanhar a tendência da profundidade do solo, ou seja, de ocorrer em profundidades menores à medida que o solo se torna menos espesso. Em relação aos recursos hídricos superficiais, apesar da baixa densidade de drenagem na unidade, destaca-se a presença de algumas importantes nascentes formadoras do ribeirão Água Limpa e do rio do Sapó, os dois principais cursos d'água da bacia de estudo.

As condições do meio físico favorecem a infiltração, mas o solo de alta erodibilidade revela baixa a moderada capacidade de suporte, com destaque para as erosões na condição de principal processo geológico em potencial. O terreno se apresenta muito suscetível a erosões laminares e moderadamente suscetíveis a sulcos e ravinas, com pouco potencial a boçorocas.

Dessa forma, o meio físico impõe restrições ao uso do solo, proporcionada pela limitada capacidade de suporte e fragilidade do solo arenoso, além mesmo da baixa presença de nutrientes e capacidade de reter água, em função da alta permeabilidade.

Atualmente, verifica-se que boa parte desta unidade está coberta por vegetação nativa ou por reflorestamento, mas também possuindo considerável área sob uso da agricultura e, em porção bem menor sob uso pecuário.

A recomendação mais pertinente para unidade é destiná-la para preservação e reflorestamentos com cuidados e planejamento adequado, em que se realize estudo para escolha das espécies mais apropriadas, de modo a não favorecer erosões e causar impactos negativos nos recursos hídricos locais e a jusante.

A indicação para reflorestamento, no sentido de preservar a estabilidade do meio físico, é somada pelo fato do terreno apresentar características favoráveis à recarga d'água subterrânea na sub-bacia, o que de certa forma, se concretiza também como medida de proteção aos recursos hídricos da bacia hidrográfica, por contribuir com o seu reabastecimento e para evitar produção de sedimentos que levam ao assoreamento de mananciais hídricos superficiais.

Ressalta-se, de todo modo, que sob qualquer forma de uso e ocupação do solo, cada qual representando maior ou menor grau de aptidão, é de fundamental importância que tenha se tenha um cuidado permanente para o controle erosivo. E, nos casos de atividade

agropecuária, em que não se torna possível ou viável o devido controle das erosões, revela para atividade notória incompatibilidade de interação com o meio físico.

#### Unidade Geoambiental – UG-06

As áreas que abrangem a unidade, ocupam apenas cerca de 1,65% do total da sub-bacia do Sapo, e são formados por três diferentes tipos de materiais, representados pela escarpa erosiva do Planalto dos Parecis, pelos depósitos de tálus e pelas rampas de colúvio, ambos com diferentes respostas frente a processos do meio físico, mas reunidos como única unidade por questão de limite de escala de mapeamento.

As escarpas erosivas são formadas por arenitos da Fm. Utiriti, em terreno de muito alta declividade, sob a forma de paredões verticalizados a subverticalizados. As rochas apresentam coesão moderada, que se encontram mais estáveis quando estruturadas por silicificações.

Diante da exposição ao intemperismo, estas rochas são sujeitas a processos de queda de blocos e deslocamentos em geral, o que conduz para restrição ao uso do solo no seu entorno.

As regiões ocupadas pelos depósitos de tálus e coluviões ocorrem no sopé da escarpa, com declividades variadas, mas predominando valores acima de 20% nos domínios de tálus, com as vertentes dos coluviões atingindo menores valores que este.

Os depósitos de tálus contêm fragmentos oriundos de quedas de blocos da escarpa, associados com desenvolvimento de solos do tipo Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico, de textura arenosa, e extremamente suscetível à erosão laminar e muito suscetível a processos erosivos lineares do tipo sulcos e ravinas.

Esses setores também apresentam certo potencial a escorregamentos de terras, sobretudo nos locais mais inclinados, e correspondem a terrenos impróprios para ocupação, devendo ser destinado a preservação.

Os trechos ocupados por coluviões, com diferentes graus de desenvolvimento pedológico, apresentam também textura arenosa e alta vulnerabilidade à ocorrências de erosão laminar, e na forma de sulcos e ravinas. Apesar do potencial para desenvolver boçorocas ser baixo, ela pode ser desencadeada a partir do aprofundamento de ravinas.

Apesar da maior parte da área desta unidade estar inutilizada, apenas ocupada por



vegetação nativa, é possível notar alguns setores de rampas de colúvios que teve a sua vegetação suprimida, e se instalado posteriormente processos erosivos com grande incisão no terreno, na forma de ravinas profundas.

Essas erosões localizadas, constituem os conflitos da interação antrópica no meio físico, evidenciando a fragilidade da unidade e a importância de se manter a mesma preservada.

#### Unidade Geoambiental – UG-07

Os terrenos desta unidade correspondem a regiões de planície fluvial ocupado por solos hidromórficos e semi-hidromórficos, representados por Gleissolo, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico e Neossolo Flúvico, que ocupam setores restritos principalmente às duas margens do rio do Sapo, perfazendo cerca de 1,8% do total da área da sub-bacia do referido rio.

Trata-se de áreas com baixa capacidade de suporte de carga, e de restrição ao uso. Apesar de pouco a não suscetível a processos erosivos, uma vez que se trata de terreno de agradação, a sua fragilidade é em razão do nível d'água situar muito próximo à superfície e devido o solo apresentar baixa coesão. Também ressalta que a unidade está sujeita a inundações periódicas.

Verifica-se que o seu solo está atualmente ocupada, em sua grande maioria, por vegetação nativa ou com baixos graus de antropização, o que resulta na ausência de conflito ou incompatibilidade por interferência antrópica. Destacando que em pequeno trecho na baixa sub-bacia do Sapo, houve supressão de parte da vegetação para tornar o terreno apto a formar área de reservatório de uma pequena central hidrelétrica que está sendo construída no local, mais especificamente a cerca de 3 km da foz do rio do Sapo, cujo empreendimento recebe o nome de PCH Rio do Sapo.

A própria área do futuro reservatório do empreendimento hidrelétrico ocupará setores naturalmente inundáveis, o que demonstra uma aptidão própria do meio físico a ser coberto pela lamina d'água decorrente do barramento.

Desta forma, se prevê futuramente na unidade certa interferência na dinâmica natural dos recursos hídricos no trecho restrito a formação do reservatório, em razão de aproveitamento hidráulico, mas que se mostra compatível com as potencialidades e

vulnerabilidades intrínsecas ao meio físico.

No entanto, torna-se necessária uma grande atenção e controle para os processos de assoreamento no leito do rio do Sapo, que já apresenta trechos com visíveis presenças de grande acúmulos de sedimentos arenosos, sobretudo em região da média e alta sub-bacia.

Para tanto, se faz necessário um devido controle dos processos erosivos na área a montante do empreendimento hidrelétrico, pois são as ocorrências erosivas que resultam na produção de sedimentos, cujo transporte tem como destino certo o fundo de canais de curso d'água, onde o rio do Sapo figura como o principal.

Com isso, além de interferir no regime hídrico dos corpos d'água e nos ecossistemas dos mesmos, o assoreamento também pode comprometer a capacidade produtiva e a vida útil do empreendimento hidrelétrico.

#### Unidade Geoambiental – UG-08

Esta unidade corresponde a terrenos altamente sensíveis, onde estão presentes os conflitos mais intensos resultantes da interação inadequada das formas de ocupação sobre o solo. É formado por Neossolo Quartzarênico em fundos de vales contendo pequenos cursos d'água e, em anfiteatros de cabeceira de drenagem, ambas sob vertentes de declividade entre 0 a 20%, onde predomina valores superiores a 6%.

Ao todo, esta unidade soma-se cerca de 12,48% da área total da sub-bacia do Sapo, com os fundos dos vales ocupando o Planalto Dissecado dos Parecis, e os anfiteatros presentes na Chapada dos Parecis.

Os solos essencialmente arenosos possuem profundidades variadas, com tendência a serem bastante espessos nas regiões de anfiteatro e de espessuras mais limitadas nos setores de fundos de vales. As rochas enquanto substrato pedogenético para gênese dos solos são os arenitos das Fm. Salto das Nuvens e Fm. Utariti, dando origem respectivamente às coberturas arenosas dos fundos de vales e dos anfiteatros de cabeceira de drenagem.

As características do meio físico tornam o terreno com baixa capacidade de suporte de carga e restrição a qualquer forma de uso, devendo ser destinada a preservação, até mesmo pelo fato de grande parte destes terrenos constituírem área de preservação permanente.

Os fundos de vales contêm em geral solo hidromórfico ou curso d'água corrente, muitos dos quais de pequeno volume e intermitentes, onde a sua fragilidade bastante

evidenciada pela presença do nível d'água próximo a superfície. São regiões de muita a extrema vulnerabilidade à erosão laminar, e também extremamente suscetível a ravinas e a boçorocas.

Destaca-se que as cabeceiras das drenagens situadas no Planalto Dissecado dos Parecis, formadoras da sub-bacia do Sapo e que integram esta unidade geoambiental, também são setores com alto grau de fragilidade, que é atestada pelo mapa de feições erosivas, em que se percebe a presença de muitas ravinas e algumas boçorocas nestas regiões. Esses setores necessitam ser recuperados quando degradados e preservados quando não utilizado, pois além de constituírem terrenos sensíveis, são locais que reúne muitas das nascentes alimentadoras da sub-bacia de estudo.

Os problemas ambientais verificado nesses setores de fundos de vales e cabeceiras de drenagem são decorrentes de uso do solo não compatível com as suas aptidões naturais, em que se destaca o acesso de gado até o leito dos corpos hídricos para realizar dessedentação, assim como supressão de vegetação nativa de forma geral.

As erosões observadas nesses setores da unidade vêm provocando impactos negativos diretos sobre os recursos hídricos locais, através de evidências de rebaixamento do nível d'água e perdas de hidromorfismo em solos originalmente tido como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, ocasionados por ação de *piping* em boçorocas, que acabam por promover um maior escoamento da água subterrânea.

Também se podem notar assoreamentos em talvegue desses referidos setores, que ao se constituírem as porções topograficamente mais rebaixadas da paisagem da região, se tornam o destino final dos sedimentos produzidos inclusive em outras unidades geoambientais.

Desta forma, as cabeceiras de drenagem e os fundos de valem devem receber medidas de isolamentos para os casos de presença de pastagem nas adjacências, de modo a evitar a entrada e o conseqüente pisoteio concentrado de gado.

Neste sentido, enfatiza uma importante observação feita em campo, ao se constatar uma área em estágio de recuperação após somente medida de isolamento por cercas. O que evidencia que este procedimento é bastante eficaz para a proteção e recuperação dessas áreas degradadas por erosões, de modo a se restabelecer o equilíbrio dinâmico no ecossistema.

Naturalmente se percebe que para consecução das medidas indicadas para as cabeceiras de drenagens e fundos de vales, exige-se por parte dos proprietários rurais

pecuarista a instalação de bebedouros nos terrenos de uso pecuário, em locais selecionados criteriosamente conforme as condições de estabilidade, substituindo assim os cursos d'água como locais de dessedentação do gado.

Em relação aos problemas ambientais verificados especificamente nas regiões de anfiteatros de cabeceiras de drenagem, as erosões também figuram como principal consequência do uso não planejado do solo e ausente de critérios técnicos bem definidos.

Como causas das erosões nos anfiteatros destaca-se o desmatamento para ocupações antrópicas diversas e instalações de estradas projetadas inadequadamente em terrenos de alta fragilidade.

A boçoroca do “Sapo”, identificada como o processo erosivo mais intenso na sub-bacia de estudo, se localiza justamente em terreno de anfiteatro de cabeceira de drenagem, com o respectivo *piping* oriundo da interceptação da erosão no nível d'água, formando uma espécie de nova nascente no terreno, cujo resultante canal de escoamento superficial contribui diretamente para o rio do Sapo.

Como as erosões de grande porte verificadas nos anfiteatros de cabeceira de drenagem e, especialmente a boçoroca do “Sapo”, originaram novas nascentes e pequenos canais de escoamento superficial, se tornando ecossistema altamente complexo e de restauração tecnicamente inviável, o que se sugere para esses casos são ações visando eliminar o avanço do processo erosivo e medidas que proporcione melhor estabilidade do meio físico.

Dentre as ações controladoras para esses casos mais intensos de processo erosivo, cita-se o restabelecimento da vegetação em setores a montante da ocorrência erosiva; adequações de estradas que estejam induzindo o escoamento concentrado de águas pluviais; plantio de espécies vegetais conjugado com condução de regeneração natural em alguns setores no interior da erosão, com espécies recebendo criteriosa seleção, que considere fatores como adaptabilidade e capacidade de estabilização do subsolo; e outras medidas que se fizerem pertinentes para o controle preventivo e corretivo da erosão em questão, inclusive estudando possível adoção de técnicas de bioengenharia, que tem demonstrado satisfatórios resultados em alguns trabalhos publicados visando estabilizar áreas intensamente degradadas por erosão.

## 6. CONCLUSÕES

A atual pesquisa na sub-bacia do rio do Sapo, ao utilizar abordagem integrada da paisagem no sentido de compreender o funcionamento hídrico e a atuação da dinâmica erosiva no meio físico, possibilitou o alcance de resultados úteis para aplicação no planejamento ambiental da bacia hidrográfica em questão, com foco no uso racional do seu solo e devida proteção dos seus recursos hídricos.

Em se tratando de uma área de estudo de grande extensão territorial, verifica-se que a aplicação de ferramentas de geoprocessamento foi crucial para a obtenção dos resultados alcançados, uma vez que otimizou a execução da metodologia, possibilitando levantar dados e produtos derivados do mesmo em um intervalo de tempo relativamente curto. Inclusive, as técnicas de geoprocessamento permitiram elaborar as representações em perspectiva dos compartimentos morfopedológicos, o que facilitou a compreensão e interpretação do funcionamento hídrico do meio físico.

O estudo morfopedológico conduziu a compartimentos diversificados, mas evidenciando predomínio de terrenos relativamente suaves e formados por solos essencialmente arenosos, que perfazem cerca de 76% da área total da sub-bacia do Sapo, representados pelos compartimentos morfopedológicos MP-06 e MP-08.

Dentre os compartimentos morfopedológicos mais vulneráveis quanto aos processos erosivos, sobressaem as seguintes unidades: o MP-06, marcada por Neossolo Quartzarênico em colinas amplas; as médias e baixas vertentes dos anfiteatros de cabeceira de drenagem do MP-10, contendo Neossolo Quartzarênico; os setores das médias e baixas vertentes das colinas médias do MP-05, ocupada por Neossolo Quartzarênico; e as rampas coluvionadas e depósitos de tálus do MP-07, com cobertura de solo de textura predominantemente arenosa.

O próprio mapa de feições erosivas lineares evidencia os setores da sub-bacia acima citados como os locais mais frágeis quanto à erosão na área de estudo, pois são justamente nestes setores que se concentram a grande maioria das ocorrências erosivas lineares identificadas.

Observa-se que os processos erosivos mais intensos estão concentrados principalmente em regiões de cabeceiras de drenagem, tanto no Planalto Dissecado dos Parecis, quanto na Chapada dos Parecis, sendo que neste último, em relevo de anfiteatro erosivo, há presença da mais avançada boçoroca na bacia estudada. Desta forma, essas

constatações revelam a importância de destinar essas áreas para preservação, mesmo que ainda legalmente partes das mesmas não sejam consideradas como áreas de preservação permanente.

Os fundos de vales tidos como fluviais ou ocupados por solos hidromórficos, nos domínios do MP-05 e MP-06, também representam setores bastante frágeis na sub-bacia, com identificação de diversos locais do seu terreno sofrendo processo de degradação do solo.

A carta de potencialidades e limitações direcionada a identificar conflitos existentes pelo uso do solo, com ênfase aos relacionados aos recursos hídricos, permitiu identificar terrenos com acentuado problemas resultantes da interação antrópica no meio físico, com destaque para os caminhamentos de gado em locais como o interior e entorno dos fundos de vales fluviais e, em áreas de cabeceiras de drenagens.

Ações de desmatamentos em terrenos muito frágeis e instalações inadequadas de estradas em relevo de anfiteatro erosivo de cabeceira de drenagem, também representam sérios problemas de ordem ambiental na sub-bacia, que tem gerado expressivas boçorocas e conseqüentemente, causando impactos na dinâmica de funcionamento hídrico em trechos da bacia.

Os principais impactos negativos constatados nos recursos hídricos tem origem nas citadas incompatibilidades entre as formas de ocupação do solo e as intrínsecas potencialidades e vulnerabilidades do meio físico. Esses impactos dizem respeito, sobretudo aos processos de assoreamento verificado em porções de cursos d'água de pequeno porte, nos compartimentos MP-05 e MP-06, e em trechos do leito do rio do Sapo, no domínio do MP-01. Além de se notar também, nos casos de boçorocamentos, tendência a rebaixamento do nível d'água e perdas de hidromorfismo quando instalados em domínios de solos hidromórficos.

Ainda no contexto dos recursos hídricos, verifica-se que a implantação de uma eficiente gestão de bacia, exige necessariamente uma participação conjunta de todos os segmentos interessados, incluindo um sólido envolvimento por parte dos proprietários rurais nas questões relacionadas ao uso do solo. É de se ressaltar que as erosões que vem impactando os mananciais hídricos, certamente comprometerá a disponibilidade hídrica, que se não sentida imediatamente, indubitavelmente se tornará visível a médio ou a longo prazo, o que enseja a participação da classe econômica produtiva na busca de soluções para prevenção e contenção dos processos erosivos.

Dentre as causas constatadas para a deflagração das erosões na bacia, se destaca o

pisoteio concentrado de gado até os fundos de vales para realizar dessedentação. Isto faz surgir a necessidade de um estudo aprofundado de cunho econômico que aborde os custos e os meios de se viabilizar a implantação de bebedouros para gados, estudo esse que foge ao escopo da atual pesquisa, mas que poderia ser tema de outros trabalhos acadêmicos, inclusive servindo de modelo para outras regiões do estado, cujo contexto seja similar a da bacia do rio do Sapo.

Considerando a futura implantação de uma pequena central hidrelétrica em setor da baixa sub-bacia do Sapo, é possível concluir também que o controle erosivo se faz necessário não só para melhoria da qualidade ambiental e proteção dos recursos hídricos da bacia hidrográfica, mas igualmente para proporcionar melhores condições de capacidade produtiva e vida útil do referido empreendimento hidrelétrico.

Como orientações técnicas mais relevantes para subsidiar o planejamento ambiental da bacia estudada, destacam-se medidas visando racionalizar as interferências antrópicas nos terrenos, norteados por critérios técnicos que levem em conta a vocação de uso e a capacidade de suporte do meio físico.

Nesse sentido, como medidas controladoras das erosões, de caráter mais corretivo, se recomenda considerar a implantação das seguintes atividades:

- realizar, no caso de atividade pecuária, o isolamento das áreas de cabeceiras de drenagem, fundos de vales fluviais e fundos de vales com presença de solos hidromórficos, permitindo a condução por regeneração natural ou até por enriquecimento com espécies nativas se for o caso;

- disciplinar o escoamento superficial das águas pluviais nas erosões associadas às estradas, através de técnicas como proteção vegetal a montante e implantação de adequados dispositivos de drenagem;

- estabilização dos processos erosivos mais intensos, eliminando inicialmente as suas causas principais, e implantando práticas de caráter vegetal, como plantio de espécies não invasoras e preferencialmente nativas cujas raízes proporcionem boa sustentação mecânica ao solo, além de considerar medidas físicas, como as técnicas de paliçadas e também as técnicas de bioengenharia;

Dentre as medidas de controle preventivo de processos erosivos e problemas ambientais de forma geral, ainda se destacam os seguintes itens:

- destinar para preservação as áreas de anfiteatros erosivos de cabeceiras de

drenagem formadas por Neossolo Quartzarênico;

- destinar para preservação as áreas de fundos de vale com canais fluviais ou com solos hidromórficos;

- não deixar exposto, sem cobertura vegetal, os terrenos com Neossolo Quartzarênico tanto nas médias e baixas vertentes das colinas médias, como nas porções inferiores ou com maiores declividades das colinas amplas;

- não ocupar os setores de escarpa erosiva e de depósitos de tálus do compartimento MP-07, assim como evitar ocupar os trechos mais declivosos de coluviões do mesmo compartimento;

- no compartimento morfopedológico MP-08, formado por Neossolo Quartzarênico em superfícies de rampas, deve-se priorizar o uso como áreas de reflorestamentos com manejo bastante cuidadoso, ou mesmo destiná-las somente à preservação.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, Ricardo S. S.; SILVA, Demetrius D. da; PRUSKI, Fernando F.; MATOS, A. T. de. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 5, n. 1, p. 124-130, 2001.

BACCARO, C. A. D. Processos erosivos no domínio do Cerrado. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 195-227.

BARROS, A. M.; SILVA, R. H. da; CARDOSO, O. R. F. A.; FREIRE, F. A.; SOUZA JÚNIOR, J. J. de; RIVETTI, M.; LUZ, D. S. da; PALMEIRA, R. C. de B.; TASSINARI, C. C. G. Geologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL Folha SD. 21 – Cuiabá**. Rio de Janeiro: MME, 1982. p. 25-192.

BARROS, M. A. de S.; MIZUSAKI, A. M. P.; WESKA, R. K.; BORBA, A. W. de; CHEMALE JR, F.; COSTA, E. C. da. Petrografia, geoquímica, análises isotópicas (Sr, Nd) e geocronologia Ar-Ar dos Basaltos de Tapirapuã (Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, v. 33, n. 2, p. 71-77, 2006.

BASTOS, C. A. B. **Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados**. 1999. 251 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 335 p.

BERTONI, J.; PASTANA, F. I. Relação chuva-perdas por erosão em diferentes tipos de solo. **Bragantia**, v. 23, n. 1, p. 3-11, 1964.

CANIL, K. Proposta metodológica para elaboração de cartas geotécnicas voltadas à prevenção de erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO, 7., 2001, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2001. Disponível em: <[www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio\\_erosao/articles/P0402.pdf](http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio_erosao/articles/P0402.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2012.

CASTRO, S. S. de; SALOMÃO, F. X. de T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. **Revista GEOUSP**, n. 7, p. 27-37, 2000.

CERES – GESTÃO EMPRESARIAL E PARTICIPAÇÕES LTDA. **Estudo preliminar de uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos da sub-bacia hidrográfica do rio do Sapo.** Tangará da Serra: CERES, 2009. (Relatório Técnico).

CRESTANA, S.; SILVA, F. G. B.; MINOTI, R. T. Estudos e aplicação de modelos para avaliação de impactos da agricultura em microbacias hidrográficas. In: MARTIN NETO, L.; Vaz, C. M. P.; CRESTANA, S. (Orgs.). **Instrumentação avançada em ciência do solo.** Brasília: Embrapa, 2007. v. 1, p. 291-340.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2009. 412 p.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 17-55.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 149-209.

GROHMANN, C.H.; RICCOMINI, C.; STEINER, S.S. Aplicações dos modelos de elevação SRTM em geomorfologia. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v. 2, n. 2, p. 73-83, 2008.

INFANTI JR., N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de (Eds.). **Geologia de Engenharia.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p. 131-152.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia.** Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LACERDA FILHO, J. V. de; ABREU FILHO, W.; VALENTE, C. R.; OLIVEIRA, C. C. de; ALBUQUERQUE, M. C. **Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso.** Goiânia: CPRM, 2004. 200 p.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: Sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

LOMBARDI NETO, F.; PASTANA, F. I. Relação chuva-perdas por erosão. **Bragantia**, v. 31, n. 19, p. 227-234, 1972.

MAFRA, N. M. C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 301-322.

MAGALHÃES, R. A. Erosão: definições, tipos e formas de controle. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7., 2001, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2001. Disponível em: <[www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio\\_erosao/articles/T084.pdf](http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio_erosao/articles/T084.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2012.

MARQUES, J. Q. A.; BERTONI, J.; BARRETO, G. B. Perdas por erosão no estado de S. Paulo. **Bragantia**, v. 20, n. 47, p. 1143-1182, 1961.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MOREIRA, C. V. R.; PIRES NETO, A. G. Clima e relevo. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de (Eds.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p. 69-85.

MURATORI, A. M. **Processos interativos entre o relevo e as areias quartzosas no sistema ambiental da região Noroeste do Paraná - Brasil**. 1996. 214 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

NAKAZAWA, V. A.; PRANDINI, F. L.; SANTOS, A. R.; FREITAS, C. G. L. Cartografia geotécnica: a aplicação como pressuposto. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, 1991, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG/SP-RJ, 1991. p. 329-336.

OLIVEIRA, A. M. S. A abordagem geotecnogênica: a Geologia de Engenharia no Quinário.

In: Bitar, O.Y. (Coord.) **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: ABGE/IPT, 1995. p. 231-241.

OLIVEIRA, M. A. T de. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 57-99.

PELOGGIA, A. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo**. São Paulo: Xamã, 1998. 271 p.

RIOS, M. L. Vulnerabilidade à erosão nos compartimentos morfopedológicos da microbacia do córrego do Coxo / Jacobina-BA. 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ROSS, J. L. Compartimentação geomorfológica de Mato Grosso. In: MORENO, G.; HIGA, T. C. S. (Orgs.). **Geografia de Mato Grosso. Território, Sociedade e Ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. p. 218-231.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo, **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH-USP, n.6, p.17-29, 1992.

ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. dos. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL Folha SD. 21 – Cuiabá**. Rio de Janeiro: MME, 1982. p. 193-256.

SACRAMENTO, M. F. Os processos morfopedológicos como subsídio ao estudo da dinâmica geoambiental em bacias hidrográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. **Anais eletrônicos...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. Disponível em: <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos\\_expandidos/eixo3/024.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos_expandidos/eixo3/024.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2012.

SALOMÃO, F. X. de T. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. 1994, 200 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

SALOMÃO, F. X. de T.; IWASA, O. Y. Erosão e a ocupação rural e urbana. In: BITAR, O. Y. (Coord.). **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: Associação

Brasileira de Geologia de Engenharia/ Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. p. 31-57.

SALOMÃO, F. X. de T.; NAKASU, L.; PONÇANO, W. L. O estudo do meio físico como subsídio para a identificação de áreas potencialmente irrigáveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 3, 1981. Itapema. **Anais...** São Paulo: ABGE, 1981. p. 285-300.

SALOMÃO, F. X. de T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 229-267.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977, 91 p.

TRICART, J.; KILIAN, J. **L'éco-Geografie et l'aménagement du Milieu Naturel.** Paris: Maspero, 1979. 325 p.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia:** ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 1997. 943 p.

VILAÇA, M. F.; GOMES, I.; MACHADO, M. L.; VIEIRA, E. M.; SIMÃO, M. L. R. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso da bacia do ribeirão Conquista no município de Itaguara- MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. **Anais eletrônicos...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. Disponível em: <  
[www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo3/070.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/070.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2012.

WESKA, R. K. Uma síntese do Cretáceo Superior mato-grossense. **Revista Geociências,** São Paulo, v. 25, n. 1, p. 71-81, 2006.

ZUQUETTE, L.V. & NAKAZAWA, V.A. Cartas de Geologia de Engenharia. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de (Eds.). **Geologia de Engenharia.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p. 283-300.