

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, EDUCAÇÃO E LETRAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MICHELI DANZER

RELAÇÃO SOLO-RELEVO NA SUBUNIDADE MORFOESCULTURAL DE NOVA
SANTA ROSA - PR

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, EDUCAÇÃO E LETRAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MICHELI DANZER

**RELAÇÃO SOLO-RELEVO NA SUBUNIDADE MORFOESCULTURAL DE NOVA
SANTA ROSA - PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de M.C. Rondon como condição obrigatória para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador (a): Vanda Moreira Martins

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

D199r Danzer, Micheli
Relação solo-relevo na subunidade morfoescultural de Nova Santa Rosa -
PR. /Micheli Danzer.— Marechal Cândido Rondon, 2015.
76 p.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vanda Moreira Martins

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Campus de Marechal Cândido Rondon, 2015.
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Geografia

1. Declividade. 2. Morfologia da vertente. 3. Sistemas pedológicos.
I. Martins, Vanda Moreira. II. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. III.
Título.

CDD 22.ed. 910.28091862
CIP – NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejio – CRB 9^a/965



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.

Programa de Pós-Graduação em Geografia - Nível de Mestrado



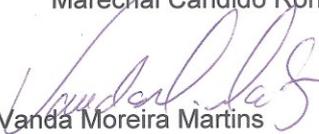
PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

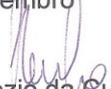
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA

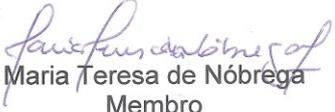
Aos vinte e três dias do mês de abril de 2015, às 9h00min, na Sala 57 (3º Piso, Bloco IV) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, reuniu-se, em sessão pública, a Banca Examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado em Geografia constituída pelos professores Dr^a Vanda Moreira Martins (Orientadora) (UNIOESTE), Dr. Ericson Hideki Hayakawa (UNIOESTE), Dr. José Edézio da Cunha (UNIOESTE) e Dr^a Maria Teresa de Nóbrega (UEM), para avaliarem o trabalho "*Relação Solo-Relevo na Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa - PR*", apresentado pela pós-graduanda **Micheli Danzer** para a obtenção do título de "Mestra em Geografia" do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Geografia da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon. Após arguição a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO. Nada mais havendo a constar, eu Vanda Moreira Martins, orientadora do trabalho, lavrei a presente ata que vai assinada por mim, pelos demais membros da banca examinadora e pela pós-graduanda avaliada.

Marechal Cândido Rondon, 23 de abril de 2015.


Vanda Moreira Martins
Orientadora


Ericson Hideki Hayakawa
Membro


José Edézio da Cunha
Membro


Maria Teresa de Nóbrega
Membro


Micheli Danzer
Pós-Graduanda

Aos meus amados pais, Erno e Elsira.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), por meio do Programa de Pós-Graduação em Geografia pela oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Professora Dr^a. Vanda Moreira Martins, pelo apoio, inspiração e ensinamentos. Obrigada, pela confiança depositada em mim ao longo das supervisões e demais atividades. Eu posso dizer que a minha formação não teria sido a mesma sem a sua pessoa.

Ao Professor Dr. Ericson Hideki Hayakawa, pelo auxílio técnico e contribuição científica nas etapas do desenvolvimento da pesquisa.

Aos colegas do Grupo Multidisciplinar de Estudos Ambientais (GEA), Maicol e Bruno, pela amizade, convívio e ajuda profissional.

À minha amiga, colega, vizinha e parceira de gabinete e campo, em especial, Silmara. Obrigada pelo apoio e compreensão nos momentos de decepção, angústia, ansiedade e principalmente nas alegrias. Obrigada pela amizade!

Às minhas queridas amigas e companheiras Luciana (prima), Fran, Gleizi e a todos os demais amigos (as) pelos momentos de risos e distração.

Aos meus pais, Erno e Elsira o meu infinito agradecimento. Obrigado pela confiança e por sempre acreditarem em minha capacidade. Obrigado por me ouvirem em meus momentos de angústia. Obrigado pelo amor incondicional.

Ao meu companheiro, Vítor, por ser o principal incentivador dessa minha nova conquista. Sempre ao meu lado, me pondo para cima e fazendo acreditar que posso mais do que imagino.

Ao meu irmão Marcelo, esposa e a pequena Ana Laura, por ser um dos motivos de meu sorriso nos momentos difíceis. Poder ter você como afilhada é benção. Saber que em sua inocência me amas é muito mais.

À Deus por ter colocado em minha vida todas essas pessoas e por jamais desistir de mim ao longo da realização deste trabalho.

A TODOS, MUITO OBRIGADA!

"Conhecendo a Geografia você descobrirá o seu incrível mundo."

Luciano Dall Alba Lopes de Oliveira

RESUMO

A compreensão do solo e do relevo resulta da preocupação com as consequências ambientais históricas, relacionadas ao uso, cobertura e interferências na dinâmica e evolução dos sistemas pedológicos. Descrever as relações entre o solo e o relevo permite compreender a sua distribuição espacial e a ação dos fatores que desencadeiam e/ou controlam sua dinâmica e evolução. Por isso, a identificação e a descrição das formas de relevo, das vertentes e das classes de solos associadas constituem a base para a interpretação e conservação dos ambientes. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi caracterizar e entender as relações entre os solos e a morfologia das vertentes, por meio da utilização de técnicas e ferramentas de geotecnologias. Estas, somadas às observações e inspeções em campo, auxiliaram na identificação dos tipos e formas de relevo e das vertentes, bem como na delimitação e descrição dos sistemas pedológicos que integram a subunidade morfoescultural de Nova Santa Rosa, localizada na região Oeste do Paraná. A referida subunidade, definida por Bade (2014) a partir da compartimentação morfoescultural da Bacia do Paraná III, foi selecionada e estudada com base na proposta de taxonomia e classificação do relevo de Ross (1992). Os dados de declividade e hipsometria, das formas de relevo e das vertentes, dos solos e da estrutura geológica, obtidos por meio das cartas temáticas, foram os principais resultados. O estudo permitiu, também, reunir importantes informações sobre a organização espacial dos sistemas pedológicos ao longo das vertentes e assim, entender sua evolução nas diferentes escalas das unidades de paisagem.

Palavras-chave: declividade; morfologia da vertente; sistemas pedológicos.

ABSTRACT

Soil-relief relationship in morphostructural subunit of Nova Santa Rosa - PR

The understanding of the soil and of the relief resulting from the concern with the environmental consequences of historical related to the use, coverage and interference in the dynamic evolution of systems and pedological. Describe the relations between soil and relief allows understand their spatial distribution and the action of the factors triggering or control their dynamics and evolution. The identification and description of the forms of relief, the strands and of classes of soil associated constitute the basis for the interpretation and conservation of environments. This way, the objective of the research was to characterize and understand the between the soils and the morphology of the strands by means of techniques and tools of geotechnologies. Here, added to the comments and field inspections helped with the identification of types and forms of prominence and strands. As well as the delimitation and description of soil systems that integrate the morphostructural subunit of Nova Santa Rosa, located in the west region of Paraná. The abovementioned subunit, defined by Bade (2014) from the compartmentalisation of the Paraná Basin morphostructural III, was selected and studied based on the proposal of taxonomy and classification of the embossment of Ross (1992). The data of steepness and hipsometria, forms of prominence and of the strands, the soil and geological structure, obtained by means of the thematic maps, were the main results. The study allowed, also, gather important information on the spatial organization of soil systems along the strands and thus, understanding their evolution in different scales of landscape units.

Keyword: Slope; morphology of strand; soil systems.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Perfil geológico do Brasil Centro-Sul.....	18
FIGURA 2.	Principais Unidades Geológicas do Estado do Paraná.....	21
FIGURA 3.	Compartimentação das Unidades e Subunidades Morfoesculturais das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai).....	35
FIGURA 4.	Localização da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa na BP III – BR.....	36
FIGURA 5.	Carta de geologia da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.....	37
FIGURA 6.	Taxonomia do relevo.....	43
FIGURA 7.	Perfil longitudinal do Arroio Guaçu e o setor de abrangência da SMNSR.....	48
FIGURA 8.	Perfil longitudinal dos Arroios Dezoito de Abril, Jaguarandi, Guaçu e o setor de abrangência da SMNSR.....	48
FIGURA 9.	Carta de compartimentação da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.....	50
FIGURA 10.	Carta de hipsometria da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.....	52
FIGURA 11.	Carta de hidrografia e curvas de nível da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.....	53
FIGURA 12.	Carta de declividade da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.....	54
FIGURA 13.	Carta de uso do solo da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.....	56
FIGURA 14.	Carta de solos da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.....	57
FIGURA 15a.	Localização dos perfis topográficos nos compartimentos A e B da SMNSR.....	59
FIGURA 15b.	Perfis topográficos dos compartimentos morfoesculturais A e B.....	60
FIGURA 16.	Padrão de ocorrência do sistema pedológico no	

	compartamento A.....	62
FIGURA 17.	Padrão de ocorrência dos solos no compartimento A.....	64
FIGURA 18.	Erosão em sulcos nos segmentos de vertente sob domínio dos Latossolos e Nitossolos Vermelhos.....	64
FIGURA 19.	Principais setores de ocorrência dos Latossolos e Nitossolos Vermelhos e a presença de solo raso no segmento de ruptura de declive e fundo de vale.....	66
FIGURA 20.	Erosão em sulcos sob uso agrícola com destaque para a deposição de material no último terraço do segmento inferior da vertente.....	67
FIGURA 21.	Ocorrência dos solos rasos em ruptura de declive na vertente e erosão e sulcos no trecho inferior da vertente.....	68

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.	Classificação dos níveis taxonômicos conforme Ross (1992)....	42
QUADRO 2.	Classes de relevo segundo a declividade.....	45
QUADRO 3.	Padrão de distribuição dos solos na paisagem da SMNSR de acordo com as classes de declividade e de relevo.....	46

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Pontos de afloramento rochoso na região do município de Marechal Cândido Rondon – PR.....	49
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AECP	Análise Estrutural da Cobertura Pedológica
APP	Área de Preservação Permanente
BP III	Bacia do Paraná III
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GEA	Grupo Multidisciplinar de Estudos Ambientais
GNSS.....	Sistema de Posicionamento Global por Satélite
IAPAR	Instituto Agrônomo do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE.....	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
ITCG	Instituto de Terras Cartografia e Geociências do Paraná
MDE	Modelo Digital de Elevação
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SMNSR	Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa
SR.....	Sensoriamento Remoto
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TIN	<i>Triangular Irregular Network</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Noções gerais sobre a morfoestrutura e morfoescultura do Estado do Paraná.....	17
2.2 Subsídios geomorfológicos no estudo da paisagem.....	21
2.3 O papel do relevo no arranjo espacial dos solos.....	25
2.4 Os estudos de análise da paisagem e as geotecnologias.....	30
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Critérios e definição da área de estudo.....	34
3.2 Materiais utilizados na elaboração dos documentos cartográficos.....	38
3.3 A elaboração das cartas bases e temáticas.....	39
3.4 Os níveis hierárquicos da compartimentação de Ross (1992) e a Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa – SMNSR.....	41
3.5 Os perfis topográficos.....	43
3.6 A carta de declividade.....	44
3.7 A carta de solos.....	45
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
4.1 Compartimentação e descrição do relevo na SMNSR.....	47
4.2 A descrição taxonômica dos tipos e formas do relevo e das vertentes na SMNSR.....	58
4.3 O compartimento morfoescultural A.....	61
4.4 O compartimento morfoescultural B.....	65
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

A Geografia, enquanto ciência se preocupa com a interação dos elementos naturais e sociais na abordagem dos estudos sobre a paisagem e, abrange diversos conteúdos que carecem de análise. Diante do seu vasto campo de atuação e especialidades, surge a Pedologia ou Ciência do Solo, preocupada com o entendimento da origem, morfologia, classificação, organização e distribuição espacial dos solos na paisagem. A Pedologia, ciência que estuda a gênese e o desenvolvimento dos solos, contribui com importantes informações a respeito da dinâmica evolutiva dos solos e sua relação com os elementos formadores da paisagem, além de permitir uma análise do significado dos solos para a economia e cultura.

As feições da superfície terrestre, expressas pelos tipos e formas do relevo desencadeiam variações nos atributos morfológicos e físico-químicos do solo em proporções diferenciadas. Entender as relações entre os solos e a morfologia das vertentes constitui, portanto, um princípio básico para compreender a distribuição e a evolução espacial dos solos na paisagem, bem como, são essenciais para os estudos de gênese, levantamento e classificação de solos, auxiliando no planejamento e gestão de uso do solo.

Esse princípio, então, norteou a proposta da pesquisa centralizada na caracterização e nas interações dos tipos de relevo e das formas das vertentes, bem como na identificação dos sistemas pedológicos e classes de solos presentes nas bacias hidrográficas da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa (SMNSR), região Oeste do Paraná. O principal objetivo foi reunir informações geoambientais sobre a SMNSR e identificar os atributos da paisagem que melhor expressam as interações entre o solo e o relevo, fornecendo dados e informações que possam subsidiar o mapeamento dos solos.

O conhecimento da relação solo-relevo na escala das bacias hidrográficas e das vertentes implicou na utilização de uma série de tecnologias, procedimentos, técnicas e abordagens de estudo utilizadas na Geografia Física (Pedologia e Geomorfologia), as quais estão apresentadas e ou descritas em Bertrand (1971); Ross (1992; 1994); Boulet (1982; 1988); Ab' Saber (1969); Monteiro (2000); Santos *et al.*, (2006); Lepsch (2010) e Embrapa (1984; 1995; 2013).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica desenvolveu-se, a partir de leituras e pesquisas bibliográficas direcionadas à compreensão da relação solo-relevo e aos demais dados geoambientais. A investigação a respeito das teorias e métodos de abordagem do estudo da paisagem constituiu uma das etapas essenciais para a aquisição de informações e conhecimentos, utilizados no desenvolvimento da pesquisa. A importância e as contribuições advindas do uso das geotecnologias em estudos dessa natureza foi outro assunto abordado.

2.1 NOÇÕES GERAIS SOBRE A MORFOESTRUTURA E MORFOESCULTURA DO ESTADO DO PARANÁ

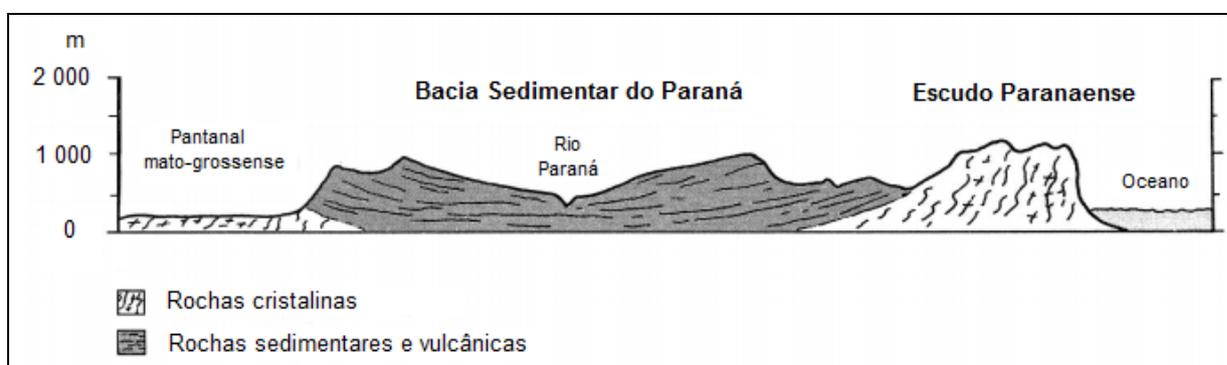
A natureza constitui-se de um sistema dinâmico extremamente complexo, que se reorganiza constantemente, incorporando as forças internas e externas e suas múltiplas variações que refletem no funcionamento e na alteração do conjunto. Compreender esse sistema natural necessita do entendimento da estrutura e de seus estágios evolutivos. Assim, é possível descrever as alterações e evoluções ocorridas na paisagem ao longo do tempo e avaliar as mudanças que prosseguem até os dias atuais (BIGARELLA et al., 1994; CARNEIRO et al., 2005). A busca por informações, em diversas escalas temporais e espaciais, torna-se necessária para o entendimento dos mais variados processos controladores de sua evolução e permite prever mudanças ambientais futuras.

O substrato geológico, constituído de rochas e de seus produtos de alteração associado aos mais diversos e complexos processos, resultam na formação da paisagem (BIGARELLA et al., 1994). Estudos geológicos (morfoestruturais) e geomorfológicos (morfoesculturais), portanto, são essenciais quando nos remetemos ao processo de uso e ocupação racional, buscando evitar danos generalizados ao ambiente.

A estrutura do Estado do Paraná pode ser caracterizada pela presença de rochas muito antigas e de rochas mais novas. Em termos morfoestruturais, pode ser separada em duas zonas determinadas pela presença de dois grandes

compartimentos geológicos: o Escudo Paranaense e a Bacia Sedimentar do Paraná (Figuras 1 e 2).

Constituída pelas rochas mais antigas do Estado, a área de exposição do Escudo Paranaense abrange todo o Primeiro Planalto e o Litoral. É parcialmente recoberta por sedimentos recentes e sofreu intrusão de rochas básicas no Mesozóico. Envolve muitos eventos tectônicos e magmáticos durante o Arqueano e o Proterozóico, formando bacias preenchidas por rochas vulcânicas da Plataforma Sul-Americana e é recoberto a Oeste pelas rochas sedimentares Paleozóicas (MINEROPAR, 2001).



Fonte: Ross J.L.S. (Org.), Geografia do Brasil. 2 ed. São Paulo: Edusp, 1998. p. 63.

FIGURA 1. Perfil geológico do Brasil Centro-Sul.

A Bacia Sedimentar do Paraná abrange uma área de cerca de 1,5 milhões de quilômetros quadrados, compreendendo uma ampla região sedimentar do continente sul-americano que inclui porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai (MILANI et al., 2007).

A Bacia do Paraná compreende os estratos rochosos sedimentares e vulcânicos inseridos no contexto de uma das grandes bacias paleozóicas brasileiras e que evoluiu sobre a Plataforma Sul-Americana (THOMAZ, 1984). Limita-se a Leste pelas rochas pré-devonianas do Escudo e, ao Norte e Sul, adentra os estados de São Paulo e Santa Catarina. Ao Leste, em território brasileiro, é recoberta pelos derrames basálticos, conhecidos também como derrames de *Trapp*. Composta pelo Grupo Bauru e São Bento, apresenta, ainda, cobertura sedimentar oriunda da Formação Caiuá e cobertura vulcânica da Formação Serra Geral (MINEROPAR, 2001).

O relevo do Estado do Paraná passou por processos de alterações climáticas que, associadas aos sistemas hidrográficos e aos movimentos epirogênicos e tectônicos, modelaram as paisagens atuais.

Na maior parte de sua extensão, o relevo do Estado do Paraná, é constituído por um planalto que mergulha suavemente para NW, W e SW, cuja plataforma estrutural circunscreve o complexo das rochas cristalinas, em forma de domo, por meio de um arco, formando quase um ângulo reto com a abertura voltada para Leste. Ângulo este, motivado por linhas de estrutura geológica. A posição não perturbada e o suave mergulho das formações sedimentares para NW, W e SW, no interior do Paraná, desenvolveram a paisagem em degraus estruturais no planalto do interior, coberto por camadas gonduânicas do Paleozóico e Mesozóico (derrames de *Trapp*). Cada degrau estrutural forma um arco ou ângulo reto, com a testa dirigida para Leste (MAACK, 2001).

De modo geral, o relevo do Estado pode ser caracterizado por cinco principais zonas de paisagem natural, destacando-se três planaltos com paisagens de degraus estruturais ou escarpas de estratos (MAACK, 2002).

Com base nas descrições de Maack (2002), o território paranaense é caracterizado pela: **a)** Zona Litorânea constituída por um bloco de falha do Complexo Cristalino constituído durante o Terciário ou término do Cretáceo. A Serra do Mar se apresenta como um degrau entre o Litoral e o Primeiro Planalto, sendo dividida em diversos maciços por blocos altos e baixos de rochas cristalinas, denominadas de serras; **b)** o Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba limita-se a Oeste com uma escarpa de estratos de sedimentos paleozóicos e a Leste com a Serra do Mar. No seu interior originou-se um plano de erosão recente, sobre um antigo tronco de dobras, associado ao complexo hidrográfico do rio Ribeira, resultando na formação de uma zona montanhosa recente. Formado por uma paisagem suavemente ondulada; **c)** o Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa apresenta limites com o complexo cristalino do Primeiro Planalto pela escarpa bem modelada dos arenitos devonianos que se encontram na base da formação de sedimentos paleozóicos; **d)** o Terceiro Planalto ou Planalto de Guarapuava separado do Segundo Planalto pela *cuesta* formada de rochas triássicas ou jurássicas da capa (arenitos São Bento e rochas eruptivas básicas), mostrando no seu plano de declive, caracterizado por chapadas e platôs dos lençóis

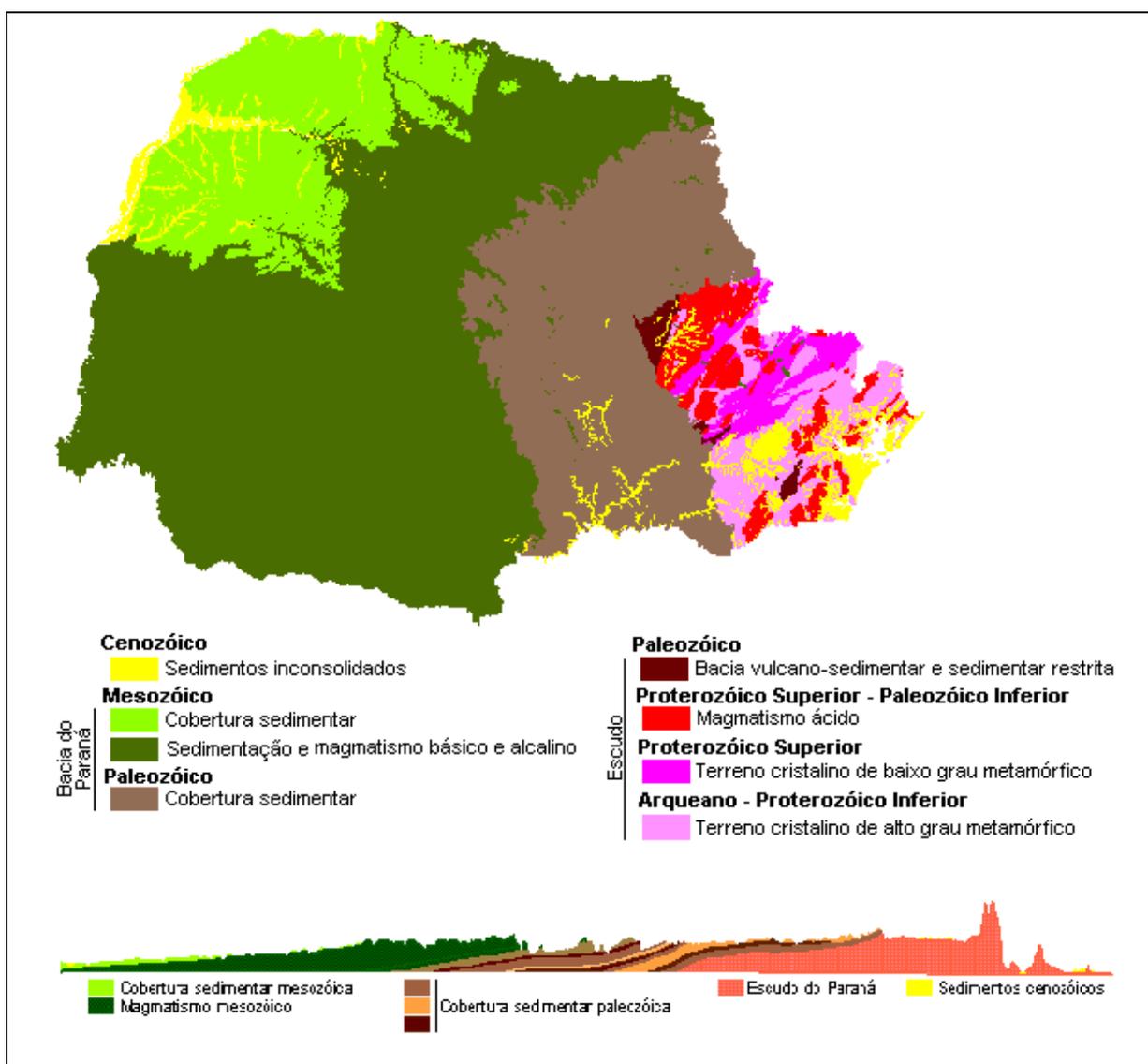
de *trapp* e as mesetas e suaves ondulações dos arenitos suprabasálticos (MAACK, 2001) (Figura 2).

O Terceiro Planalto ou Planalto de Guarapuava onde se encontra inserida a Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa é representado pelos derrames de lavas básicas. Essa região caracteriza-se pela evolução morfoescultural comandada, principalmente, pela ação dos rios Ivaí, Piquiri, Iguaçu e Paraná. As mesetas estruturais são evidentes e estão relacionadas ao caráter estrutural e tabular dos derrames vulcânicos, cujos degraus representam as superfícies entre os sucessivos derrames de lavas dando origem a uma topografia de aspecto tabuliforme com encostas suavizadas, entremeadas em diversas áreas por colinas suave-onduladas e, secundariamente, por morros ondulados (SANTOS et al., 2006; EMBRAPA, 1984).

A topografia e o modelado das paisagens atuais são o reflexo das mudanças climáticas quaternárias. Conforme Suguio (1999), reconhecendo-se a relação de que o relevo é resultado dos processos de intemperismo, erosão, transporte e sedimentação pela ação de diversos fatores, também influenciados pela gravidade, podemos realizar estudos dos depósitos quaternários e sistemas pedológicos, mantendo uma conexão do material de origem com a superfície topográfica.

A interpretação da morfologia da paisagem nas regiões tropicais e subtropicais se baseia, principalmente, nas evidências das mudanças climáticas ocorridas durante o Pleistoceno/Holoceno e influenciadas, também, pela intervenção antrópica. A alternância de climas úmidos e climas semiáridos resultou na formação de superfícies de aplainamento com seus vestígios e depósitos correlativos que, por sua vez, influenciaram na formação da paisagem atual (BIGARELLA et al., 1994). Assim, a paisagem resultante dos mais variados processos existentes na crosta terrestre se apresenta como um arquivo natural, tornando-se importante ferramenta para o estudo da história dos processos de alteração e evolução geomorfológica e pedológica nas diversas escalas de estudo como, por exemplo, na vertente e na sub-bacia¹.

¹ As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. Possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km² (FAUSTINO, 1996).



Fonte: Mineropar, 2014, www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=106.

FIGURA 2. Principais Unidades Geológicas do Estado do Paraná.

2.2 SUBSÍDIOS GEOMORFOLÓGICOS NO ESTUDO DA PAISAGEM

Foi no século XIX, na Alemanha, através de Alexander Von Humboldt que surgiram as primeiras ideias e definições a respeito da paisagem. Segundo Manosso (2005), além de Humboldt, outros alemães como Ferdinand Von Richthofen, Sigfrid Passarge, Alfred Hettner e Carl Troll, contribuíram com bases teóricas para o desenvolvimento dos estudos sobre a paisagem. Autores franceses como Bertrand, Hubschman e Carenac também merecem destaque através de seus trabalhos desenvolvidos na metade do século XX.

A interpretação que muitas áreas do conhecimento elaboram sobre a paisagem, está pautada em suas particularidades. As ciências buscam integrar tanto os aspectos físicos quanto humanos que compõem a paisagem.

Conforme Mezzomo (2008, p.62), "[...] a paisagem pode ser considerada como uma categoria de análise que permite o reconhecimento da diferenciação espacial". A autora acrescenta que a diferenciação espacial pode proceder de condições naturais ou ser o reflexo das condições de uso antrópico do ambiente.

Para Resende et al. (2007), a paisagem é a expressão resultante da atuação dos fatores representados no tetraedro (clima, solo, organismos e aspectos socioeconômicos). Nesse sentido, Bertrand (1971, p.02) conceituou a paisagem como:

[...] o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Assim sendo, ao considerar os processos de transformação da paisagem, principalmente influenciados por atividades antrópicas, ressalta-se que a mesma pode apresentar diversas configurações espaciais resultantes de sua constante evolução. Deste modo, a composição e a organização espacial dos componentes formadores da paisagem são fatores que influenciam diretamente em sua funcionalidade.

As paisagens podem, assim, ser entendidas como um sistema no qual ocorrem interações entre fenômenos biológicos, químicos e físicos que quando expostas as condições naturais implicam no equilíbrio dinâmico.

No campo da Geografia Física, sobretudo da Geomorfologia e da Pedologia, a paisagem sempre ocupou um lugar de destaque, apresentando-se como um importante instrumento de análise e interpretação da realidade (OLIVEIRA et al., 2012).

O conhecimento da estrutura e dinâmica das paisagens, assim como os mais variados processos responsáveis pela esculturação do modelado terrestre, compreende a base da ciência geomorfológica e reflete na necessidade de uma abordagem sistêmica, tanto para a geomorfologia, quanto para os mais variados ramos da ciência geográfica.

A Geomorfologia possui suas bases conceituais pautadas nas Ciências da Terra, mas detém fortes vínculos com as Ciências Humanas, à medida que pode servir como suporte para o entendimento dos ambientes naturais, onde as sociedades humanas se estruturam, extraem os recursos para a sobrevivência e organizam o espaço físico-territorial (ROSS, 1992).

A maior valorização das questões ambientais, associada à Geomorfologia ganhou espaço pela pertinência da aplicação direta dos seus conhecimentos à análise ambiental, que se viabiliza através do trabalho interdisciplinar (MARQUES, 1998).

No processo de desenvolvimento da Geomorfologia brasileira, em especial da cartografia geomorfológica, Ross (1990; 1992; 2003), valendo-se de sua experiência de trabalho no Projeto RadamBrasil, organizou uma metodologia de mapeamento geomorfológico baseado em níveis taxonômicos.

Sua fundamentação teórica metodológica está atrelada principalmente às concepções de Walter Penck (1953), a qual revela o entendimento das atuais formas de relevo da superfície da terra como produtos do antagonismo das forças motoras dos processos endógenos e exógenos, e àquelas dos pesquisadores Guerasimov (1946) e Mescerjakov (1968), quanto aos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura. Logo que, para o autor, a morfoestrutura caracteriza-se por um táxon maior definindo as formas grandes do relevo, e a morfoescultura se define por um táxon menor em que as formas de relevo são geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico (ROSS, 1992).

Considerando o relevo um componente da natureza que se constitui em recurso natural de grande importância para a sobrevivência, o estudo do mesmo iniciou-se com a Geomorfologia, caracterizada como uma ciência que busca explicar dinamicamente as transformações do relevo, quanto à morfologia e à fisiologia, incorporado ao movimento histórico das sociedades (CASSETI, 1995).

Conforme Ross (2003), o relevo terrestre é considerado fruto da atuação das forças endógenas (internas) e exógenas (externas), onde as internas são geradoras das grandes formas estruturais do relevo e as externas responsáveis pelas formas esculturais. O autor acrescenta, ainda, que a interação dessas duas fontes energéticas resulta em toda a dinâmica da crosta terrestre. Sendo assim, as forças externas, a partir de suas ações, causam o desgaste e esculturação das formas

produzidas pelas forças endógenas, constituindo um processo permanente ao longo do tempo e do espaço.

De acordo com Mescerjakov (1968, p.540):

[...] a evolução das formas de relevo particularmente grandes resulta da interação contraditória dos fatores endogenéticos e exogenéticos, e que os integrantes ativos dos fatores endógenos (os movimentos tectônicos) são predominantes. As morfoesculturas de ordens inferiores resultam das ações dos fatores exogenéticos.

Jean Tricart, que em sua produção científica mostra claramente as interações proporcionadas pelas forças internas e externas, e Lester C. King, que percorreu grandes extensões do território brasileiro procurando fundamentar a teoria da pediplanação, foram os geomorfólogos precursores deste pensamento (IBGE, 2009).

Dessa forma, o relevo apresenta-se como o conjunto das grandes unidades que se caracterizam na paisagem (serras, maciços, planaltos, escarpas) e sua origem deve-se, principalmente, às deformações da crosta terrestre providas das forças internas. Essas forças são responsáveis, tanto pelo arranjo dos grandes conjuntos estruturais (morfoestrutura), criado pela tectônica, quanto pelo tipo de rocha que o sustenta. Já o modelado (morfoescultura) caracteriza o conjunto das formas devido à atuação direta ou indireta do clima sobre o relevo (vales, terraços, anfiteatros) (BADE, 2014).

Portanto, o relevo terrestre pode ter diversas formas de origem e se transforma sob a interferência dos agentes endógenos (vulcanismo e tectonismo) e exógenos (intemperismo e a ação antrópica) (MARQUES, 1998).

O comportamento da dinâmica do relevo depende de fatores naturais, como também pode estar exposto às interferências antrópicas, ou seja, apropriação da natureza alterando e controlando os ambientes naturais através das ações humanas (CASSETI, 1995; 2005).

As formas de relevo existentes na superfície da terra são consideradas representações resultantes da velocidade de sua dinâmica, podendo apresentar estabilidade e instabilidade. Nessa perspectiva, compreender e analisar de forma integrada os elementos da paisagem inclui diretamente na análise da intervenção humana em nosso planeta.

As formas de relevo, associadas aos demais componentes da paisagem, promovem diversas ações que, em maior ou menor intensidade, agem no sentido de criar uma fisionomia que reflete em um ou mais ajustes alcançados (MARQUES, 1998). Observar e caracterizar os fenômenos e as transformações naturais e antrópicas correspondentes à estrutura, ao funcionamento, ao comportamento e a evolução dos elementos formadores do cenário atual, permitem a identificação das unidades de paisagem.

As unidades de paisagens caracterizam-se pelos aspectos geológicos, climáticos, pedológicos, hidrológicos, biológicos, topográficos, altimétricos e pelo tipo de litologia ou exclusivamente por um desses elementos (ROSS, 1992; MARQUES, 1998). Tais características devem ser consideradas quando se pretende entender o tipo de relevo de uma área e a dinâmica dos processos a ele inerentes.

Nóbrega et al. (2012) afirmam que a unidade de paisagem possibilita a apreensão dos fenômenos no interior de um sistema e não apenas o cruzamento de atributos, como geralmente é interpretado. Ainda segundo os autores:

O relevo é, [...], evocado por muitos autores como elemento significativo na delimitação das unidades de paisagem. Além de ser um dos elementos de fácil percepção visual ele é um dos responsáveis pela estruturação da paisagem em virtude do seu papel na distribuição e organização de outros elementos (NÓBREGA et al., 2012, p.65).

O relevo, além de ser um dos fatores de formação do solo, possui um importante significado no contexto das pesquisas pedológicas, que é alavancada pela interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite, possibilitando uma leitura extensiva de suas formas, como um meio de reconhecer os tipos de solo ocorrentes numa determinada superfície (MAGALHÃES, 2013).

2.3 O PAPEL DO RELEVO NO ARRANJO ESPACIAL DOS SOLOS

As relações entre os solos e a paisagem refletem no padrão de distribuição espacial dos atributos do solo e na sua dependência com a disposição do relevo (BUI et al., 1999). De acordo com Samouëlian et al. (2008, p.405):

[...] as relações que se estabelecem entre o solo e a paisagem permitem uma análise conjunta dos diversos fatores, favorecendo um melhor entendimento dos processos geomórficos e de evolução da paisagem.

Contudo, aspectos como as condições climáticas, as características geológicas e hidrológicas complementam e são de fundamental importância para entender tais relações. O material de origem e a topografia proporcionam uma grande diversidade nos atributos do solo, em decorrência dos processos naturais de erosão e deposição, impulsionados, principalmente, pelos fluxos de água.

Sommer (2006), afirma que tais relações existentes entre o solo e a paisagem comportam uma melhor compreensão e entendimento destes, pois admitem observar a variação espaço temporal dos atributos do solo, além de permitir a visualização dos processos dinâmicos que ocorrem nos sistemas.

O movimento da água nas paisagens é, portanto, o principal responsável pelo processo de desenvolvimento do solo e, por isso, a compreensão das formas de relevo é o primeiro passo para fazer inferências e previsões sobre os atributos do solo em diferentes feições da superfície da Terra (GOBIN et al., 2001).

Além disso, é necessária a compreensão dos processos morfopedológicos, que discorrem a respeito da relação entre a disposição do relevo e os solos resultantes. Gobin et al. (2001) se remetem as relações antropomorfológicas afirmando que o processo de apropriação do relevo, seja como suporte ou como recurso, vincula-se ao comportamento da morfologia e às condições pedológicas.

Na medida em que a preocupação com o meio ambiente aumenta, a compreensão do comportamento, da distribuição do solo na paisagem, do seu potencial e das limitações de uso urbano e rural, torna-se relevante. Essa compreensão deve garantir a gestão adequada do ambiente em razão da necessidade básica para os organismos vivos e, conseqüentemente, a dependência de sua qualidade e disponibilidade para o ser humano e para a sua economia.

O relevo torna-se um fator de grande importância quando nos remetemos à formação e transformação morfológica dos solos. Segundo Oliveira (2005), o principal elemento que resulta no relevo e interfere diretamente na formação e morfologia do solo é a topografia que, associada com a água que percorre pela superfície e as ações antrópicas exercidas sobre o meio, é capaz de provocar variações na atual dinâmica e nos atributos dos solos.

Na paisagem podem ser encontrados diferentes tipos de solos que possuem características próprias relacionadas com o arranjo espacial do relevo em seus vários níveis de escala (MAGALHÃES, 2013). Interagindo com os demais componentes, o relevo é a chave na dinâmica do ambiente e, quando inter-relacionado com o solo, vegetação, clima, rocha, fauna etc., possui grande influência na estruturação e na dinâmica das paisagens.

Os primeiros estudos a fim de interpretar a relação solo-relevo em escala de detalhe foram desenvolvidos por Milne (1935). Este ressaltou a importância dos movimentos de matéria ao longo da topografia, levando a formação de solos, cuja sucessão lateral ele denominou catena (VIDAL-TORRADO et al., 2005). Segundo os autores, no âmbito de estudos dessa natureza também merecem destaque Nye (1955), Ollier (1959), Butler & Hutton (1956), Butler (1959), Stephens (1961), Delvigne (1965), Bocquier (1973), Boulet (1976) e Chauvel (1977).

Milne (1935; 1936; 1942) percebeu que os perfis de solo formavam sequências ao longo das vertentes, propondo a palavra “catena” para designá-las. Essa palavra indica que os perfis se sucedem como os elos de uma corrente, mantendo relações genéticas entre si (QUEIROZ NETO, 2010).

Contudo, com Ruhe (1956), o modelo elaborado por Milne foi reformulado, passando este a descrever as relações entre as superfícies geomórficas, os materiais sobrepostos e os solos (VIDAL-TORRADO et al., 2005). Dessa forma, conclui-se que os solos estão sempre associados às formas de relevo específicas, resultando em e sua distribuição espacial predizível.

Entre os autores que apontam para a relação solo-relevo, através de estudos que buscam identificar as superfícies geomórficas para estabelecer áreas naturais e homogêneas com a declividade do terreno, podemos destacar Cunha et al. (2005) e Campos et al. (2007). Entretanto, apenas os índices de representação da paisagem não são suficientes para sua identificação, pois a ocorrência de determinado tipo de solo é produto de um conjunto de fatores que atuam sistematicamente, favorecendo o desenvolvimento (PRATES, 2012).

O relevo, além de influenciar na drenagem interna e externa do solo, também modifica as condições microclimáticas locais onde o solo se desenvolve (BIGARELLA et al., 1996). Nesse sentido, Queiroz Neto (2010) aponta para a importância da metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica para com

a Ciência do Solo, pois esta permitiu novas interpretações da gênese dos solos e suas distribuições na vertente e na paisagem. Nessa perspectiva a visão da cobertura pedológica como um *continuum* que recobre as vertentes foi amplamente divulgada na Ciência do Solo, a partir da década de 1980, inclusive no Brasil, por meio de estudos dos sistemas pedológicos ligados à área da Pedologia e da Geografia Física (BOULET, 1978; QUEIROZ NETO et al., 1981; 1988; 2002; 2003; 2010; BOULET et al., 1984; RUELLAN e DOSSO, 1993; entre outros).

A aplicação da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica (AECp) permitiu compreender os solos, seu funcionamento, sua gênese, sua distribuição espacial, além de suas relações com as outras ciências, de maneira sistêmica. Assim, o solo foi percebido como um meio contínuo, cujas diferenciações são devidas ao movimento interno das soluções, sob a influência das formas das vertentes, conforme destaca (QUEIROZ NETO, 2002, p.78):

[...] esse corpo contínuo, organizado e estruturado como cobertura pedológica, apresenta diferenciações laterais, principalmente ao longo das encostas, que não se manifestam simultaneamente em todos os horizontes presentes: assim, estes não se sucedem apenas verticalmente, como se observa numa trincheira, mas também lateralmente.

O estudo dos solos, portanto, tornou-se muito mais completo e complexo para o conhecimento da pedogênese, permitindo identificar tanto mudanças verticais no perfil, quanto as transformações laterais que envolvem o sistema solo ao longo da vertente e/ou na bacia hidrográfica. Nesse sentido, Queiroz Neto (2002) acrescenta que a visão do solo, por meio da AECp, pode integrar diferentes escalas de observação que se completam.

A paisagem, resultante da ação combinada dos fatores ambientais e antrópicos, torna-se um importante instrumento de análise na busca pela compreensão dos sistemas pedológicos existentes em uma mesma unidade conforme Vidal-Torrado et al. (2005, p.147) quando afirmam que:

[...] a maior parte das pesquisas pedológicas só consegue adequadamente elucidar questões relacionadas à distribuição espacial dos solos, às condições de sua formação e evolução e à sua produtividade agrícola ou florestal, ou mesmo de obras em geral, a partir de uma prévia compreensão da paisagem como um todo.

Nesta perspectiva, Campos (2012) destaca que o entendimento da relação solo-paisagem é de suma importância, pois permite associar atributos topográficos e tipos de solos, tornando-se útil na predição de ocorrência dos solos nas vertentes e auxiliando no estudo detalhado dos sistemas pedológicos.

As diferentes feições do relevo, a intensidade e a duração dos processos pedológicos e as características do material de origem determinam o tipo de solo distribuído na paisagem (WYSOCKI et al., 2005). Meireles et al. (2012), na mesma direção, concluem que as interações entre tais atributos ocorrem segundo uma lógica diretamente relacionada aos processos geomorfogenéticos e pedogenéticos.

Conforme Nóbrega e Cunha (2012, p.65):

Se a unidade de paisagem delimita uma porção do espaço caracterizada por uma determinada estrutura geoecológica, as vertentes no seu interior, com suas formas e materiais são o reflexo do seu funcionamento e dinâmica. A evolução da forma é acompanhada pela evolução e organização da cobertura pedológica que, juntamente com os processos erosivos, são responsáveis pela sua modelagem.

Portanto, o conjunto de fatores que engloba o funcionamento da paisagem determina a forma da vertente e, conseqüentemente, os tipos de solos distribuídos ao longo da mesma. Martins (2009) apontou para estreita relação entre a cronologia dos depósitos marinhos, a topografia, as formas das vertentes e tipos de solos, concluindo que a interação entre tais fatores, sob a influência do nível do lençol freático e da circulação hídrica, determina os distintos padrões de distribuição dos solos nos sistemas pedológicos dos terraços marinhos na planície costeira de Bertioga-SP. Da mesma forma, Cantón et al. (2003) asseguram que as variações nos atributos do solo ocorrem devido a vários fatores, dentre eles a posição do solo na paisagem, a drenagem do terreno, os processos de erosão e deposição e o desenvolvimento da vegetação.

Assim, Bui (2004, *apud* Campos, 2010, p.133) ressalta:

Considerando-se que as formas de relevo exercem papel decisivo no tempo de exposição dos materiais de origem dos solos e na intensidade e direção do fluxo da água no perfil solo, regulando as variações nos processos pedogenéticos, o estudo e a observação das diferentes formas da paisagem, tais formas tornam-se a premissa básica na execução de levantamentos pedológicos.

Pode-se destacar ainda que, em algumas paisagens, é possível obter uma interpretação inversa àquela que estamos acostumados, onde o relevo pode ser o resultado da evolução do solo, uma vez que, o intemperismo atua como importante processo no sistema de erosão.

O uso de modelos de paisagem, como técnica auxiliar em levantamento de solo, constitui uma evolução no entendimento das relações solo-geomorfologia e, conseqüentemente, uma ferramenta importante para identificar e mapear áreas de solos homogêneos. Assim sendo, vários modelos de paisagem se propõem a estudar e entender as relações entre as condições do solo e a topografia.

2.4 OS ESTUDOS DE ANÁLISE DA PAISAGEM E AS GEOTECNOLOGIAS

Aplicadas, nos diferentes campos do conhecimento, as geotecnologias referentes ao Sensoriamento Remoto (SR) e aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) estão cada vez mais interligadas. Além do SR e do SIG, o Sistema de Posicionamento Global por Satélite (GNSS), a Cartografia Digital e os Modelos Digitais de Elevação (MDE) são, os exemplos mais comuns nas geotecnologias.

O desenvolvimento e a maior aplicabilidade das técnicas e ferramentas das geotecnologias garantem a capacidade de manipular e gerar informações. Por meio dos planos de informação gerados é possível, representar transformações espaciais e temporais de fenômenos geográficos demonstrando a interação entre os elementos da paisagem, integrando os dados físicos e socioeconômicos de diferentes fontes.

Os avanços e as transformações das geotecnologias contribuem para o desenvolvimento de pesquisas voltadas para a análise geoespacial. No campo da Geografia, as geotecnologias possuem ampla aplicação, tornando-se um dos principais instrumentos do geógrafo para a análise e o entendimento da dinâmica da superfície terrestre. A sua utilização em estudos com recorte espacial relativamente amplo comporta a rápida obtenção de dados físicos e socioeconômicos, auxiliando na observação e compreensão do espaço geográfico.

O uso das geotecnologias apresenta limitações, porém considera-se uma eficiente ferramenta para a análise espacial, para o ordenamento territorial, para o monitoramento de áreas de interesse e para a tomada de decisões (LEAL et al., 2013). Entretanto o seu potencial em estudos geográficos não é totalmente explorado (FLORENZANO, 2005).

Por exemplo, as imagens obtidas através do SR proporcionam uma visão conjunta da superfície terrestre. Esta condição auxilia diferentes áreas de conhecimento em estudos de variadas escalas temporais e espaciais. A utilização das imagens permite observar e caracterizar os ambientes e suas transformações causadas por fenômenos naturais e antrópicos (FLORENZANO, 2002).

Os estudos aplicados à caracterização de unidades da paisagem (MEZZOMO, 2008; MAGALHÃES, 2013; BADE, 2014 e BALLER, 2014) são amplamente beneficiados pelos produtos e técnicas das geotecnologias. Por exemplo, a disponibilidade crescente de bases topográficas digitais, aliada ao uso de SIG, tem impulsionado o desenvolvimento de métodos automáticos de extração de variáveis topográficas para posterior tratamento e integração em ambiente computacional.

Dentre os representantes das geotecnologias citados anteriormente, por definição, os SIG são aplicativos computacionais que possuem capacidade de processar e armazenar dados do mundo real, permitindo a partir de sua manipulação elaborar mapas (SANTOS et al. 2000; CHRISTOFOLETTI, 1999). Os SIG, ao longo da história, passaram por diversas transformações. Inicialmente utilizados, basicamente, para a produção de mapas e outros tipos de informações espaciais na forma digital e, atualmente, tornando-se um método para a análise e exibição de dados geográficos.

A imensa capacidade de realizar operações com dados espaciais permite ao SIG o levantamento, a manipulação digital, o mapeamento e a análise de um conjunto de atributos georreferenciados. Dessa forma, a utilização dos aplicativos SIG facilita a integração de dados de sensores remotos com aqueles provenientes de outras fontes. O uso desses aplicativos contribui sobremaneira na produção do conhecimento científico e na tomada de decisão do planejamento urbano, rural, regional e nacional permitindo realizar a projeção de cenários futuros (BRIGUENTI, 2005; FLORENZANO, 2005).

Os aplicativos SIG e a disponibilidade de dados permitem o uso dos dados de forma independente e isolada ou agregada aos diferentes planos de informação. A combinação desses estudos por meio de um SIG possibilita a pesquisa interdisciplinar e de integração, expandindo-se o potencial de análise (IBGE, 2009). De modo geral, os SIG e as demais ferramentas e técnicas disponibilizadas pelas geotecnologias facilitam e agilizam a elaboração de mapeamentos, análise e gestão de dados, além de serem utilizados para monitorar, planejar e auxiliar nas tomadas de decisões referentes ao espaço geográfico (ROSA et al., 2004).

O Sensoriamento Remoto, de acordo com Menezes et al. (2012, p.03), pode ser definido como "[...] uma ciência que visa a obtenção de imagens da superfície terrestre, por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres". Para Rosa (2005), o Sensoriamento Remoto pode ser definido, como sendo "[...] a forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com ele".

Assim, o SR permite a coleta de dados utilizáveis no levantamento e monitoramento da superfície terrestre, uma vez que, o objeto imageado é identificado através da radiação eletromagnética captada pelo sensor do satélite. Os exemplos comuns de produtos de sensoriamento remoto são as imagens de satélite e os MDE.

Conforme Florenzano (2005, p.24):

As imagens obtidas através do sensoriamento remoto proporcionam uma visão de conjunto multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre. Esta visão do meio ambiente ou da paisagem possibilita estudos regionais e integrados, envolvendo vários campos do conhecimento. Elas mostram os ambientes e a sua transformação, destacam os impactos causados por fenômenos naturais como as inundações e a erosão do solo (frequentemente agravados pela intervenção do homem) e antrópicos, como os desmatamentos, as queimadas, a expansão urbana, ou outras alterações do uso e da ocupação da terra.

Portanto, as utilizações conjuntas dos dados e das técnicas de processamento digital de imagens buscam garantir a obtenção de informações atualizadas do local de interesse, além de reduzir os custos, o tempo e a quantidade de dados coletados em campo (SOUZA et al., 2009). Segundo Câmara et al. (2004), os estudos que visam compreender a distribuição temporal-espacial dos fenômenos

socioambientais tornaram-se cada vez mais comuns, devido à disponibilidade de SIG de baixo custo e com interfaces amigáveis.

O geoprocessamento é "[...] a conversão de dados para o sistema computacional em conjunto com as técnicas de aquisição, análise, armazenamento e disponibilização das informações" (CÂMARA et al., 2001, p.01). Para Chaves (2005, p.16), o geoprocessamento é "uma ferramenta que permite a integração e a otimização de diversas variáveis e ciências que trabalham com dados de ordenamento territorial".

Portanto, o geoprocessamento é entendido como a área do conhecimento que, por meio de um conjunto de ferramentas, utiliza técnicas matemáticas e computacionais capazes de integrar e aperfeiçoar diversas variáveis para o tratamento da informação geográfica, possibilitando a análise de grandes quantidades de dados de forma ampla e integrada. Tais ferramentas computacionais, conhecidas como SIG, por sua vez, permitem realizar análises complexas, integrando e criando bancos de dados georreferenciados. Assim, torna-se possível automatizar a produção de documentos cartográficos (CHAVES, 2005; CÂMARA et al., 2001).

Os dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) tornaram-se uma importante ferramenta para os mapeamentos geomorfológicos, uma vez que, possibilitam distinguir as diferentes unidades de relevo e setores da paisagem. Os levantamentos ou dados SRTM possuem valores planimétricos e altimétricos o que permite representar tridimensionalmente, a superfície terrestre (PESSÔA, 2009). Os dados SRTM, correspondem aos produtos obtidos por meio de uma missão organizada por agências espaciais aliadas a NASA, visando gerar um Modelo Digital de Elevação (MDE).

Assim, a aplicação dos MDEs para mapeamentos geomorfológicos torna-se técnica válida, uma vez que, possibilita a obtenção de dados topográficos (VALERIANO, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

As atividades realizadas para a concretização da pesquisa consistem em algumas etapas: 1) seleção da área de estudo; 2) pesquisa bibliográfica; 3) levantamento e elaboração de documentos cartográficos temáticos (declividade, hipsometria, hidrografia, geologia, solos e uso do solo) e perfis topográficos; 4) inspeções, aferições e prospecções em campo e; 5) observação, comparação e interpretação dos elementos naturais (geologia, relevo, rede de drenagem, hipsometria, declividade, morfologia das vertentes e classes de solos) e antrópicos (uso do solo), buscando caracterizar e identificar os atributos geoambientais do compartimento geomorfológico.

3.1 CRITÉRIOS E DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Utilizando o método empregado por Ross (1992), Bade (2014) compartimentou a área correspondente às Bacias do Paraná III – Brasil e Paraguai (BP III - BR/PY). Em território brasileiro foram mapeadas cinco (05) grandes unidades morfoesculturais (Figura 3). Dentre elas destacamos o Platô de Cascavel que apresenta as subdivisões representadas pela Unidade de Cascavel, Subunidade de Santa Tereza do Oeste e Subunidade de Nova Santa Rosa. As demais Unidades Morfoesculturais da BP III - BR, classificadas pelo autor, dividem-se em Unidade do São Francisco, Unidade de Foz do Iguaçu, Unidade de Marechal Cândido Rondon e Unidade de Guaíra. As Unidades de Corpus Christi, Unidade de Salto Del Guairá, Unidade de Nueva Esperanza e Unidade de Santa Fe Del Paraná, encontram-se em território paraguaio (Figura 3).

Bade (2014) definiu e caracterizou as unidades de paisagens da BP III - BR/PY, a partir de cartas básicas (geológica e pedológica), temáticas (declividade, hipsometria, curvatura vertical do relevo e do relevo sombreado) e de trabalhos de campo, confeccionando a carta que representa as unidades e subunidades do modelado. Tais unidades e subunidades foram identificadas e compartimentadas por meio das semelhanças topográficas, formas e declividade das vertentes e rugosidade do terreno, conforme Ross (1992).

A área de estudo compartimentada por Bade (2014) e representada pela Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa (SMNSR) (Figura 3) foi selecionada buscando analisar a relação existente entre os solos e as formas de relevo. Portanto, caracterizar os principais tipos e formas de relevo e de vertentes, além de identificar o padrão de ocorrência dos sistemas pedológicos e os limites laterais entre as classes de solos foram os elementos norteadores da pesquisa. A pesquisa busca, ainda, acrescentar dados e informações aos estudos realizados na BP III – BR/PY pelo Grupo Multidisciplinar de Estudos Ambientais (GEA).

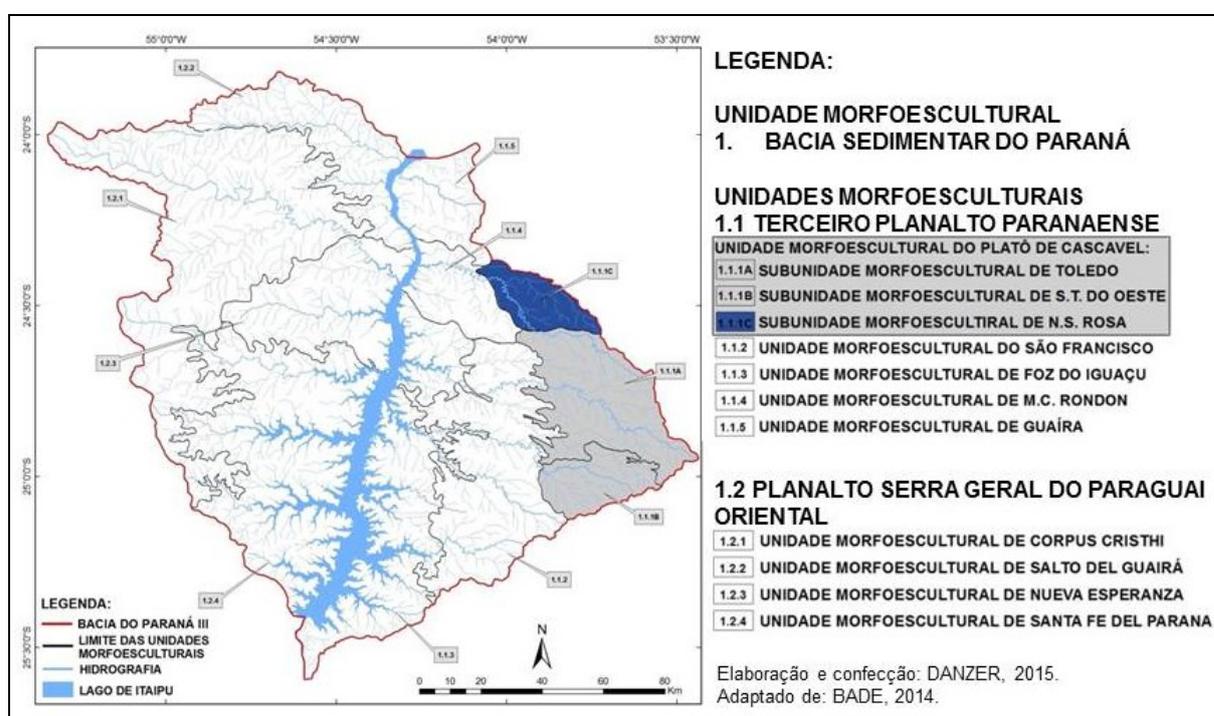


FIGURA 3. Compartimentação das Unidades e Subunidades Morfoesculturais das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai).

A SMNSR se localiza no Terceiro Planalto Paranaense, no extremo Oeste do Estado do Paraná, entre as coordenadas de 24° 21' e 24° 35'S e 53° 43' e 54° 05'W. Possui área de aproximadamente 445,93 km² e integra a Bacia do Paraná III - BR, contemplando parte dos municípios de Toledo, Maripá, Terra Roxa, Quatro Pontes, Nova Santa Rosa e Marechal Cândido Rondon (Figura 4).

A Subunidade está sob a influência da dinâmica regional da paisagem esculpida sobre a estrutura da Bacia Sedimentar do Paraná, representadas pelos derrames de *Trapp* intercalados com arenitos. O substrato geológico é formado

pelas rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral, compostas de basalto (Figura 5), que resultam em solos com textura argilosa a muito argilosa. O conjunto da estrutura apresenta-se ligeiramente inclinado na direção (W) da calha do Rio Paraná dissecado pela rede de drenagem, cujos principais tributários seguem no mesmo sentido.

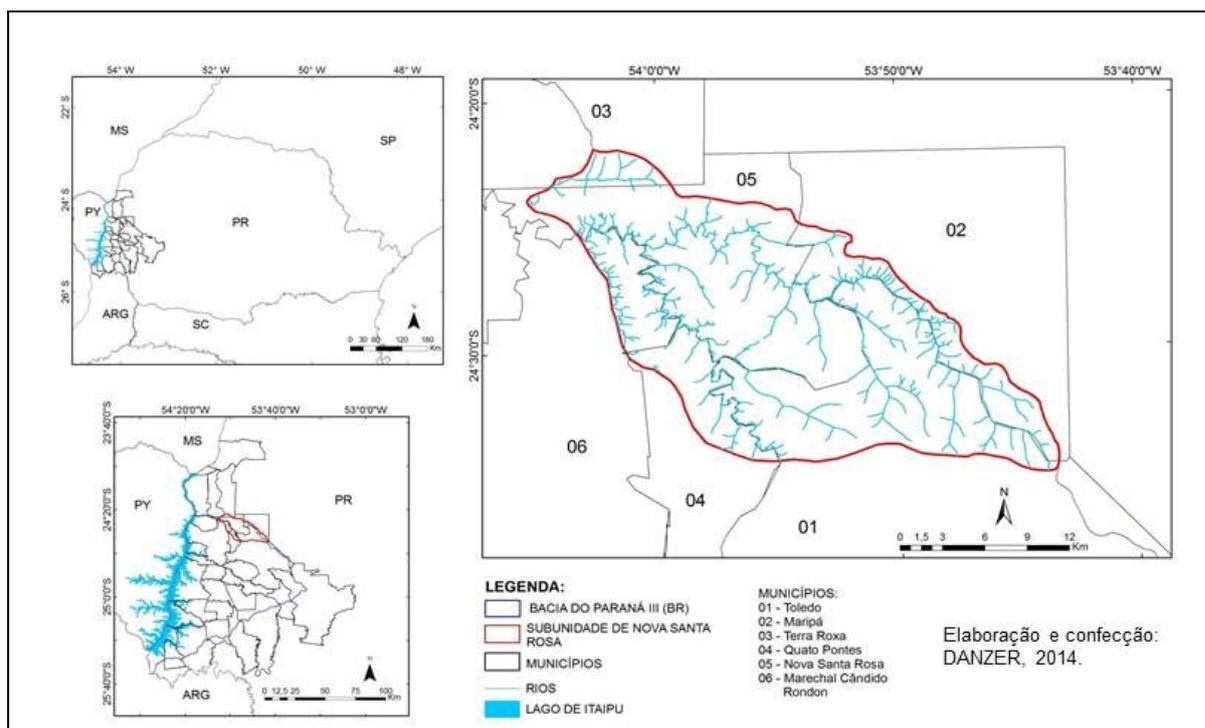


FIGURA 4. Localização da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa na BP III - BR.

Assim como a maior parte da região Oeste do Estado, a subunidade está sob o domínio do clima Cfa subtropical úmido, conforme classificação de Köppen. As chuvas são bem distribuídas durante o ano, os verões são quentes e as temperaturas médias dos meses mais quentes são superiores a 22°C. Nos meses mais frios são inferiores a 18°C (MAACK, 2002).

Em conformidade com o clima úmido, a rede de drenagem apresenta padrão dendrítico e relevo caracterizado, predominantemente, por formas em colinas suavemente onduladas a onduladas e formas ligeiramente tabulares. As altitudes variam de 260 a 500 metros. Os solos profundos e bem desenvolvidos (Latossolos e Nitossolos Vermelhos) dominam a paisagem na SMNSR, também, em concordância com o clima subtropical úmido da região.

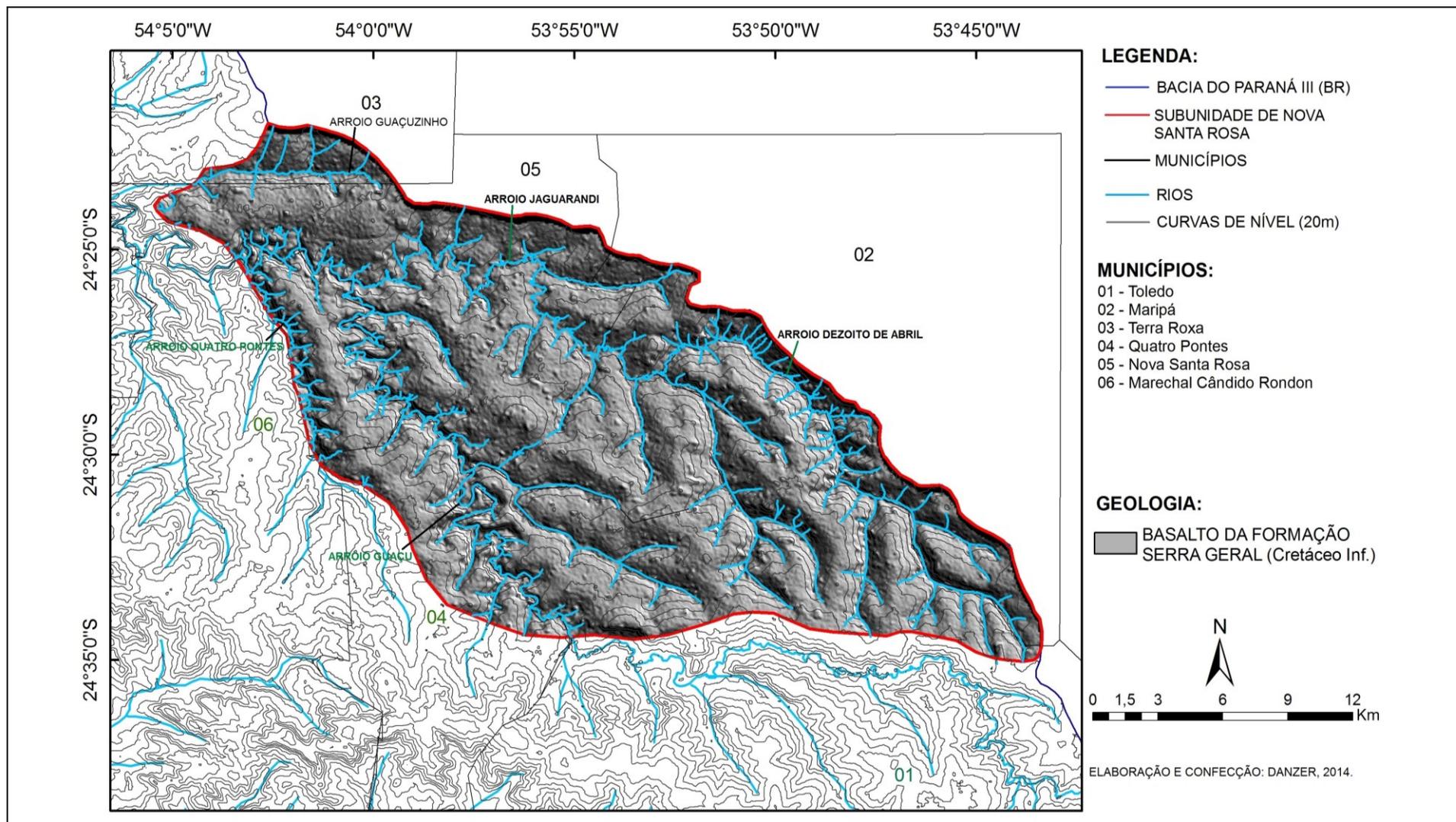


FIGURA 5. Carta de geologia da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.

A cobertura vegetal original (Floresta Ombrófila Densa) sofreu importantes alterações durante a ocupação e colonização da região, iniciada nas décadas de 50 e 60. Atualmente, a vegetação primária é encontrada apenas em pequenas manchas de matas ciliares remanescentes e alguns fragmentos florestais dispersos, sob a forma de reserva legal e APPs, em áreas de topos e nos setores de fundo de vale, margeando os cursos fluviais. Os solos da SMNSR são ocupados pelo cultivo mecanizado, sobretudo, soja e milho.

3.2 MATERIAIS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DOS DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS

Os materiais necessários para a pesquisa e utilizados na estruturação do banco de dados foram obtidos gratuitamente junto aos arquivos disponíveis nos endereços eletrônicos do TOPODATA – INPE (2013), ITCG (2013), SEAM (2011) e MINEROPAR (2006).

A estruturação do banco de dados geográficos para a confecção das cartas integrou os seguintes materiais:

- Imagens do satélite Landsat-8, sensor *Operational Land Imager* (OLI) datada de 11/02/2014, cuja órbita/ponto é 224/77. As imagens foram obtidas gratuitamente do Earth Explorer <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>.

- Cartas topográficas (MI 2799-4; MI 2800-3; MI 2816-2; MI 2817-1 e MI 2817-2) da área do estudo em escala 1:50.000, obtidas gratuitamente no endereço eletrônico do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG) <<http://www.itcg.pr.gov.br/>>.

- Dados vetoriais da base municipal do estado do Paraná. Obtidos gratuitamente no endereço eletrônico do ITCG <<http://www.itcg.pr.gov.br/>>.

- Dados de geologia em escala 1:250.000 (Mineropar, 2006), disponibilizados gratuitamente em formato digital *shapefile* no endereço eletrônico <<http://www.mineropar.pr.gov.br/>>.

- Dados de solos em escala 1:250.000 (Embrapa/Emater, 1984) disponibilizados gratuitamente em formato digital *shapefile* no endereço eletrônico do ITCG <<http://www.itcg.pr.gov.br/>>.

- Dados da rede de drenagem em escala 1:250.000 do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), disponibilizados gratuitamente em formato digital *shapefile* no endereço eletrônico do ITCG <<http://www.itcg.pr.gov.br/>>.

- Dados de Modelo Digital de Elevação (MDE) proveniente do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) (SG-21-X-B e SG-22-V-A). Os dados foram obtidos gratuitamente no endereço eletrônico da EMBRAPA em formato *raster* e com valores de resolução espacial de 30m <<http://www.embrapa.br/>>.

3.3 A ELABORAÇÃO DAS CARTAS BASES E TEMÁTICAS

As cartas base (geologia, curvas de nível e hidrografia) e temáticas (solos, uso do solo, declividade e hipsometria) são representações gráficas essenciais em pesquisas geográficas, pois apresentam informações históricas, políticas, econômicas, físicas e biológicas dos diferentes lugares. Elas facilitam o entendimento de textos, ideias e dados de forma eficaz e sistematizada e nos auxiliam a compreender as transformações e os problemas existentes.

A elaboração das cartas em seus diferentes níveis de processamento teve por finalidade expressar os dados e as informações fisiográficas, por meio de imagem. O título, as cores e a legenda são elementos importantes para a comunicação visual e para a interpretação dos fenômenos representados. A interpretação depende da habilidade do usuário em decodificar as informações projetadas.

A necessidade de elaboração das cartas básicas e temáticas para o desenvolvimento da pesquisa, resultou no levantamento a respeito da execução das funções que compõe a estrutura dos *softwares* SIGs (Sistema de Informações Geográficas) ArcGis 10, Spring 5.2.6, Global Mapper 12 e Google Earth necessário para a elaboração e confecção das referidas cartas temáticas.

A área de estudo foi delimitada digitalmente a partir de cartas topográficas na escala 1:50.000. As cartas de geologia, solos e hidrografia foram elaboradas no aplicativo ArcGis 10 a partir das bases digitais (*shapefile*) relacionadas no item anterior. Efetivou-se a redução da dimensionalidade considerando apenas a área do

estudo. A carta de hidrografia passou por edição manual considerando como base as cartas topográficas em escala 1:50.000. Este procedimento resultou em uma rede de drenagem mais condizente e ajustada à realidade.

As cartas de hipsometria e de declividade foram elaboradas com base nos dados de MDE-SRTM, a partir do aplicativo ArcGis 10. Em seguida criou-se a ferramenta TIN (*Triangular Irregular Network*), ou seja, uma estrutura de grade triangular que possibilita representar uma superfície de elevação. A partir do TIN foi possível a extração das curvas de nível do SRTM por meio das funções “*3D Analyst*” > “*SurfaceAnalyst*”, localizadas na barra de ferramentas para, posteriormente, efetuar o comando “*Contour*”. Essas etapas resultaram em um plano de informação com curvas de nível de intervalos de 20 metros, assim definido, por apresentar maior compatibilidade em relação à área de estudo.

Para gerar a carta de hipsometria, a partir das curvas de nível selecionou-se, então, a ferramenta “*3D Analyst*” > “*CreateModify TIN*” > “*Create TIN FromFeatures*” originando o TIN. Em seguida, na janela “*LayerProperties*”, por meio do comando “*AddRenderer*”, foi escolhida a opção “*Elevation*”. Na aba “*Classification*” foram instituídas 12 classes altimétricas com intervalos de 20 metros, gerando a carta hipsométrica. Na opção “*Color Ramp*” foram definidas as cores padrão para a carta de hipsometria gerada.

Para uma melhor visualização da movimentação e da disposição do relevo optou-se em manter a carta de hipsometria gerada na versão 3D, uma vez que a interpretação visual é facilitada durante o processo de análise para a compartimentação da subunidade.

O TIN criado anteriormente possibilitou, por meio dos comandos da guia “*LayersProperties*” > “*Add...*” > “*Face Slope With Graduated Color Ramp*”, a confecção de um novo plano de informação contendo os dados de declividade. De acordo com adaptação da classificação proposta por Ross (1994), a elaboração da referida carta de declividade demonstra o ângulo de inclinação do relevo.

A elaboração da carta de declividade contou com a seleção da opção “*Slope*” na guia “*LayerProperties*” > “*Classification*” > “*Classify*”. Posteriormente, na nova guia escolheu-se a opção “*Method*” no quadrante “*Classification*” > “*Manual*”. Para finalizar foram escolhidas seis classes de declividade conforme metodologia adaptada de Ross (1994), apresentadas na ordem de: 0–3%, 3–6%, 6–12%, 12–

20%, 20–30% e >30%. As cores utilizadas nas cartas de hipsometria e declividade seguem o padrão exigido em degradê, possuindo tonalidades mais intensas para as declividades mais fortes e menos intensas para as declividades mais fracas.

A carta de uso e cobertura da terra foi elaborada no aplicativo Spring 5.2.6 a partir das imagens Landsat-8/OLI. A etapa de classificação contou com a redução da dimensionalidade, a segmentação das imagens, a classificação e a utilização do algoritmo *Bhattacharya*. As faixas espectrais utilizadas correspondem às bandas 6, 5 e 4. As classes de uso e ocupação do solo mapeadas foram: a área urbana, o solo exposto, a agricultura, a pastagem, a silvicultura, a vegetação e os recursos hídricos.

A definição dos limiares de similaridade e da área para segmentação foi obtida pelo método exploratório. Com relação aos dados de uso do solo é importante ressaltar que as imagens registraram dados de solo exposto nas áreas sob o cultivo temporário, considerando-se o período em que foram captadas. A classe “área urbana” foi obtida manualmente, já que, comumente, o classificador confunde com a classe “solo exposto”, assim como ocorre nas áreas rurais. Após a definição dos limiares, procedeu-se com a classificação da cena.

Ao término dessa etapa foi realizada a edição do mapa temático para corrigir possíveis erros do classificador. Este procedimento pautou-se na utilização de chaves de interpretação visual da própria cena, bem como, com o apoio de imagens do Google Earth. Composições coloridas no arranjo 6(R) 5(G) 4(B) foram utilizadas para a interpretação. Ao final, o *layout* do mapa temático foi elaborado no ArcGis 10.

3.4 OS NÍVEIS HIERÁRQUICOS DA COMPARTIMENTAÇÃO DE ROSS (1992) E A SUBUNIDADE MORFOESCULTURAL DE NOVA SANTA ROSA - SMNSR

Pautada em um conjunto de procedimentos, fundamentados na análise integrada da paisagem (AB´SABER, 1969; BERTRAND, 1971; MONTEIRO, 2000), a abordagem adotada nos estudos geomorfológicos e pedológicos, aliada aos procedimentos de investigação e classificação taxonômica do relevo (ROSS, 1992), permitiu reconhecer os tipos de formas de relevo, os tipos de vertente e, conseqüentemente, a distribuição espacial dos solos.

O conjunto de procedimentos, técnicas e métodos empregados no estudo e compartimentação da paisagem (ROSS, 1992) auxiliaram na identificação dos tipos

e formas de relevo (4º Táxon) semelhantes, somando-se ao reconhecimento das formas e comprimento das vertentes (5º Táxon) (Quadro 1 e Figura 6) e sua relação com as variações verticais, laterais e/ou horizontais dos solos.

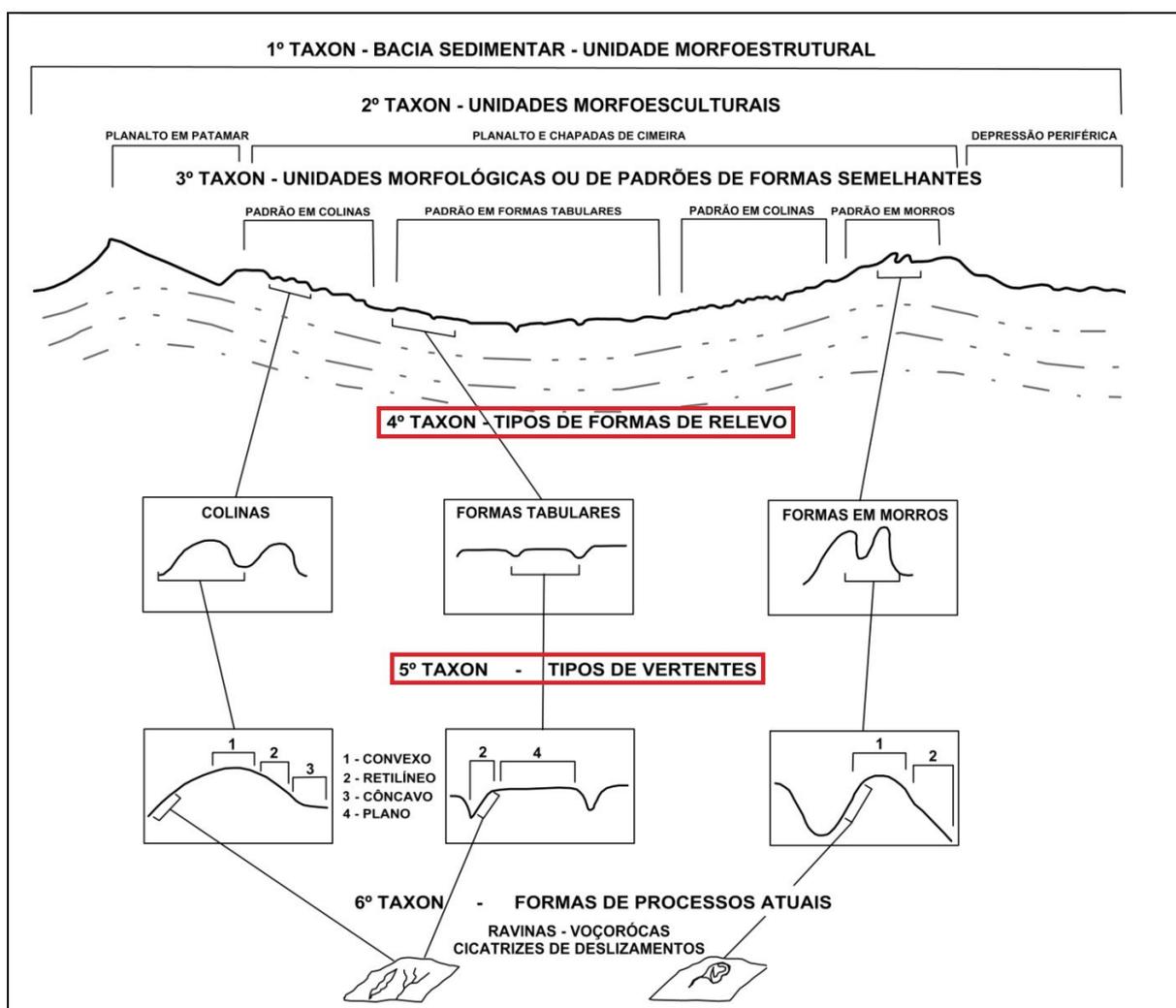
Por isso, é importante apresentar os níveis hierárquicos definidos pelo autor em sua proposta de compartimentação e taxonomia do relevo (Quadro 1). Tal proposta foi realizada com base na morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná e representada pelas seguintes unidades morfoesculturais:

QUADRO1. Classificação dos níveis taxonômicos conforme Ross (1992).

1º Táxon	Bacia Sedimentar - Unidade Morfoestrutural	Grandes unidades tectônicas, como escudos, dobramentos e bacias sedimentares.
2º Táxon	Unidades Morfoesculturais	Unidades morfoesculturais definidas pelo tempo e clima, tal como depressões, planaltos e planícies.
3º Táxon	Unidades morfológicas ou de padrões de formas semelhantes	Unidades de modelados diferenciadas pelas semelhanças topográficas e rugosidade de terreno.
4º Táxon	Tipos de formas de relevo	Agrupamento de formas semelhantes, que podem ser de acumulação (terraços ou planícies fluviais e marinhas) ou degradação (morros ou cristas).
5º Táxon	Tipos de formas de vertente	Tipos de vertentes ou das seções de vertentes.
6º Táxon	Formas de processos atuais	Ações dos processos erosivos atuais, como voçorocas e ravinas.

Fonte: Ross (1992).

De acordo com a proposta de compartimentação (ROSS, 1992), os vários táxons ou categorias de formas de relevo definidos facilitam a operacionalização de uma pesquisa geomorfológica, tendo como apoio a cartografia das formas do relevo em diferentes tamanhos. A taxonomia permite evidenciar, também ao longo das vertentes, a ação dos processos erosivos ou esculturais operantes.



Fonte: Ross (1992).

FIGURA 6. Taxonomia do relevo.

3.5 OS PERFIS TOPOGRÁFICOS

Os perfis topográficos podem ser compreendidos como representações gráficas de um corte, em escala vertical e horizontal, do terreno com direção previamente definida e que fornecem dados detalhados sobre as formas do relevo e das vertentes. Por meio da interpretação das imagens e documentos cartográficos obtidos foram definidas as sequências topográficas representativas da SMNSR para a elaboração dos perfis bidimensionais.

A elaboração dos perfis topográficos, com base na hipsometria, foi realizada no aplicativo Spring 5.2.6, a partir dos dados de MDE-SRTM² e utilizando a opção “MNT”³ > “perfil” da barra de ferramentas. Em seguida, prosseguiu-se com a edição dos perfis visando à obtenção de uma representação mais próxima do real.

Os perfis topográficos permitiram gerar informações sobre a amplitude topográfica, o comprimento e a forma das vertentes, das rupturas de declive e da simetria dos vales. A utilização dos perfis topográficos, em conjunto com as cartas de declividade, hipsometria e solos, é um recurso fundamental para a análise morfométrica do relevo, bem como, para a identificação e descrição das formas do relevo e das vertentes nos compartimentos da SMNSR, antecedendo qualquer tentativa de interpretação geomorfológica no 4º e 5º táxons da metodologia adotada.

3.6 A CARTA DE DECLIVIDADE

O trabalho de descrição e caracterização da área de estudo exigiu a confecção de cartas bases e temáticas. Destaca-se aqui a elaboração da carta de declividade, em escala de 1:50.000, pois entre os produtos cartográficos elaborados, ela representa o elemento que norteou a delimitação das transições laterais entre as classes de solos, permitindo identificar a relação direta dos tipos e formas das vertentes com a distribuição espacial dos solos na paisagem.

A elaboração da carta de declividade, com as classes previamente definidas, e a sua análise permitiram identificar a ocorrência padronizada da distribuição dos solos na paisagem. Quando comparados os declives e os tipos de solos, as classes de declividade associadas aos tipos de relevo e formas das vertentes resultam em agrupamentos padrões de classificação. A obtenção dos padrões de classificação que consideram a declividade como fator determinante para a formação de uma classe de solo, no decorrer da pesquisa, motivou a geração de modelos de cartas de declividade, inclusive no formato 3D, utilizando-se diferentes intervalos de classe de

²MDE (Modelo Digital de Elevação) - é uma representação digital de uma seção da superfície, dada por uma matriz de pixels com coordenadas planimétricas (x,y) e um valor de intensidade do pixel, correspondente à elevação.

³MNT (Modelo Numérico do Terreno) - é uma representação digital da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre (HENGL & REUTER, 2009).

declividade para a área de estudo em questão. Ao final optou-se pela utilização das classes de declividade adaptadas da proposta metodológica de Ross (1994). As classes para descrição do relevo fundamentam-se nos pressupostos metodológicos de Embrapa (1984) (Quadro 2). As classes de relevo e declividade apresentadas pela Embrapa (1984) auxiliaram a descrição e a caracterização morfológica do relevo na SMNSR. Ao final, a representação gerada é a que melhor condiz com a realidade, com a escala e com os limites entre as classes de solos mapeadas na SMNSR.

QUADRO 2. Classes de relevo segundo a declividade.

EMBRAPA (1984)		ROSS (1994)	
Classes de relevo	Classes de Declividade (%)	Classes de Declividade (%)	
Plano	< 3	Muito fraca	Até 6%
Suave ondulado	3 a 8%	Fraca	6 a 12%
Ondulado	8 a 20%	Média	12 a 20%
Forte ondulado	20 a 45%	Forte	20 a 30%
Montanhoso	45 a 75%	Muito forte	>30%
Escarpado	>75%		

A carta temática de declividade foi um importante documento cartográfico elaborado, pois permitiu a aferição e a adequação, em campo, da distribuição espacial dos solos nas vertentes e na paisagem.

3.7 A CARTA DE SOLOS

O mapeamento dos solos ocorreu pautado na carta de declividade. As classes de declividade contribuíram para aferir os tipos de solos em campo. Para a elaboração da carta temática de solos foram utilizados métodos usuais indicados pelo IBGE (1995), SANTOS et al. (2005) e EMBRAPA (1984; 2013). Tais procedimentos permitiram verificar os limites entre as unidades de mapeamento e os sistemas pedológicos predominantes.

De acordo com as classes de declividade definidas, o padrão de distribuição das classes de solos na paisagem da SMNSR apresenta-se conforme quadro 3.

QUADRO 3. Padrão de distribuição dos solos na paisagem da SMNSR de acordo com as classes de declividade e de relevo.

Classes de solos (EMBRAPA, 2013)	Classes de declividade (%) (adaptado de Ross, 1994)	Classes de relevo (EMBRAPA, 1984)
Latossolos Vermelhos	0 - 3%	Plano; setores de topo.
Latossolos Vermelhos	3 - 6%	Plano; suave ondulado; setores de topo; ruptura de declive.
Nitossolos Vermelhos	6 - 12%	Suave ondulado; ondulado; rupturas de declive.
Nitossolos Vermelhos; Cambissolos; Neossolos Regolíticos; Neossolos Litólicos	12 - 20%	Suave ondulado; ondulado; rupturas de declive.
Neossolos Regolíticos; Neossolos Litólicos	20 - 30%	Ondulado; forte ondulado; rupturas de declive.
Neossolos Regolíticos; Neossolos Litólicos	>30%	Forte ondulado; rupturas de declive.

A obtenção final da carta de solos contou com a utilização de materiais oriundos de sensores remotos, como as imagens de radar e de satélites, as cartas topográficas e de declividade geradas em *software* específico.

As interpretações, as interações e as associações dos dados de geologia, geomorfologia, clima, vegetação, declividade, hipsometria, hidrografia e morfologia das vertentes contribuíram para a elaboração e a confecção da carta de solos. O mapeamento da distribuição geográfica das classes dos solos na SMNSR forneceu informações mais detalhadas do que o mapeamento existente (EMPRAPA, 1984), uma vez que, a área possui cerca de 445Km². O resultado final propiciou o mapeamento dos solos, em escala de 1:50.000.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesse item são apresentados os resultados da compartimentação, análise e descrição da paisagem na SMNSR, a partir da interação dos atributos geoambientais obtidos por meio das técnicas de geotecnologias e das prospecções em campo. Os resultados consistiram na: compartimentação e interpretação dos planos de informação da SMNSR; descrição dos tipos de formas de relevo (4º táxon) e das vertentes (5º táxon) e; os compartimentos morfoesculturais e a relação solo-relevo na SMNSR.

4.1 COMPARTIMENTAÇÃO E DESCRIÇÃO DO RELEVO NA SMNSR

A compartimentação geomorfológica da SMNSR foi resultado da análise e correlação preliminar dos planos de informação gerados com base nos pressupostos da metodologia de Ross (1992). A carta hipsométrica e de declividade, somadas à carta de geologia, hidrografia e dos solos foram os dados utilizados para a diferenciação preliminar dos compartimentos geomorfológicos na SMNSR, pois permitiram visualizar e interpretar as interações entre os elementos da paisagem (tipos do relevo e das vertentes, solos, vegetação, etc.) e seus reflexos.

Ainda, com base na interpretação conjunta de todos os elementos fisiográficos da paisagem foram confeccionados os perfis longitudinais dos canais fluviais. Os perfis representativos dos Arroios Guaçu (Figura 07), Jaguarandi e Guaçuzinho (Figura 08) e os pontos de afloramentos rochosos dos derrames basálticos (Tabela 1) identificados por Ewald & Fernandez (2010), os quais representam as espessuras dos derrames vulcânicos da Formação Serra Geral na região do município de Marechal Cândido Rondon - Planalto de Cascavel, contribuíram para delimitar espacialmente os dois compartimentos geomorfológicos (A e B) da SMNSR (Figura 09).

Conforme mencionado, o Terceiro Planalto Paranaense é constituído, predominantemente, de rochas basálticas. Essas rochas encontram-se organizadas e distribuídas em três derrames principais ao longo da paisagem. Os derrames basálticos identificados por Ewald & Fernandez (2010) e a topografia dos perfis

longitudinais traçados ao longo dos canais fluviais na área da SMNSR, ressaltam a morfologia dos dois compartimentos identificados (A e B), bem como a estrutura dos derrames e seu aspecto de intervalo.

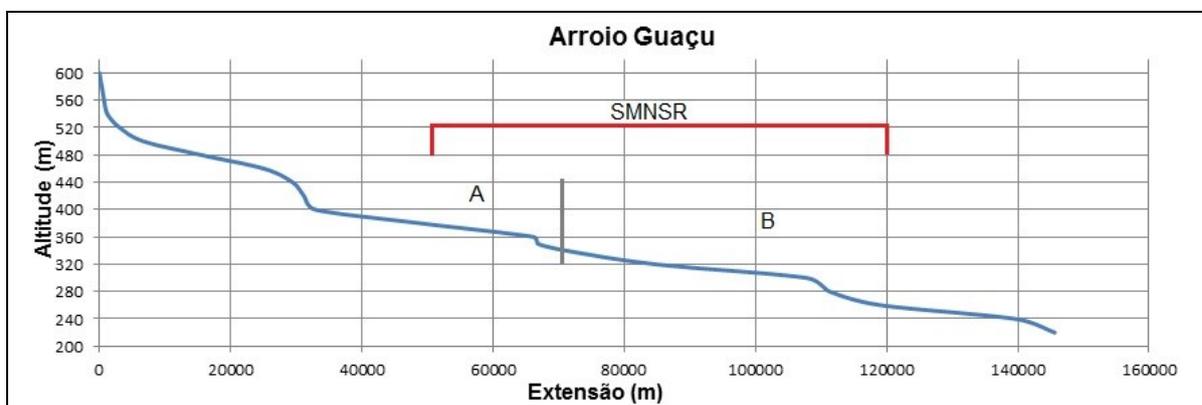


FIGURA 07. Perfil longitudinal do Arroio Guaçu e o setor de abrangência da SMNSR.

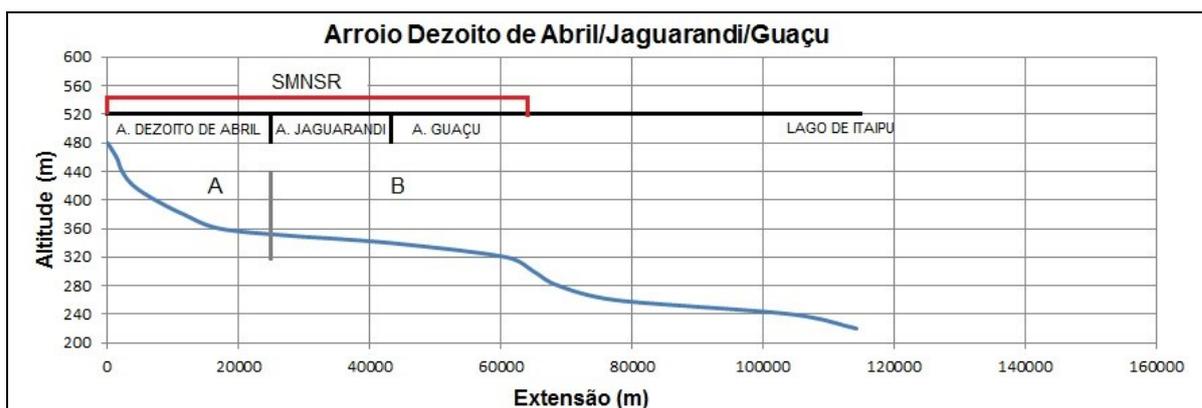


FIGURA 08. Perfil longitudinal dos Arroios Dezoito de Abril, Jaguarandi e Guaçu e o setor de abrangência da SMNSR.

De maneira geral, ambos os compartimentos possuem estrutura geológica composta de derrames intercalados de basalto amigdaloidal e diaclases. Contudo, os estratos (*trapps*) rochosos apresentam diferenças de densidade e estrutura conforme a presença e intensidade das fissuras e fraturas. Tais estruturas, associadas aos declives muito fracos a médios e, conseqüentemente, ao relevo suave a suave ondulado na Subunidade propiciam a formação de solos bem desenvolvidos e drenados nos setores de topo das vertentes longas.

A interação da estrutura dos estratos basálticos com a declividade e o clima úmido no setor de montante da SMNSR (Compartimento A) deu origem ainda a uma

TABELA 1. Pontos de afloramento rochoso na região do município de Marechal Cândido Rondon – PR. Ewald & Fernandez, 2010.

Ponto	Latitude	Longitude	Compartimento da SMNSR	Cota	Descrição	Nº de Trape
1	24°35'29"	54°04'05"	B	290	Diaclase	1
2	24°35'50"	54°03'59"		311	Basalto amigdaloidal	
3	24°35'51"	54°03'55"		315	Basalto amigdaloidal	
4	24°35'51"	54°03'59"		323	Basalto amigdaloidal	
5	24°35'53"	54°03'54"		328	Basalto amigdaloidal	
6	24°35'58"	54°01'33"		333	Diaclase	
7	24°35'28"	53°59'27"		338	Diaclase	
8	24°35'55"	54°03'56"		338	Diaclase	
9	24°42'38"	54°05'12"		340	Basalto amigdaloidal	
10	24°42'98"	54°04'97"	A	342	Basalto amigdaloidal	2
11	24°34'58"	54°02'22"		343	Diaclase	
12	24°32'04"	54°05'21"		344	Diaclase	
13	24°33'27"	54°07'29"		344	Diaclase	
14	24°33'26"	54°07'24"		346	Diaclase	
15	24°43'00"	54°05'02"		349	Basalto amigdaloidal	3
16	24°42'98"	54°05'04"		350	Diaclase	
17	24°42'45"	54°04'08"		350	Basalto amigdaloidal	4
18	24°33'26"	54°07'23"		354	Basalto amigdaloidal	
19	24°35'56"	54°04'00"		363	Diaclase	
20	24°42'93"	54°05'06"		366	Basalto amigdaloidal	5
21	24°42'91"	54°05'06"		370	Diaclase	
22	24°44'18"	54°03'36"		375	Basalto amigdaloidal	6
23	24°43'35"	54°04'07"		377	Basalto amigdaloidal	
24	24°34'29"	54°04'22"		380	Diaclase	
25	24°33'27"	54°06'59"		381	Diaclase	
26	24°44'19"	54°03'44"	388	Diaclase	7	
27	24°44'61"	54°03'40"		390	Basalto amigdaloidal	7
28	24°32'26"	54°03'26"		390	Diaclase	
29	24°33'27"	54°02'59"		390	Diaclase	
30	24°42'51"	54°04'70"		400	Diaclase	
31	24°44'22"	54°03'70"		405	Basalto amigdaloidal	8
32	24°44'33"	54°03'70"		425	Diaclase	
33	24°34'07"	54°00'34"		446	Basalto amigdaloidal	9

grande quantidade de canais fluviais de 1ª ordem, como observados no Arroio Dezoito de Abril. A dissecação do relevo interfere na distribuição dos sistemas pedológicos e, portanto, auxilia na diferenciação das áreas permitindo a compartimentação da SMNSR.

As leituras e interpretações do uso do solo e das classes de solos, em escala regional, aliadas à análise e interação com os planos de informação e as

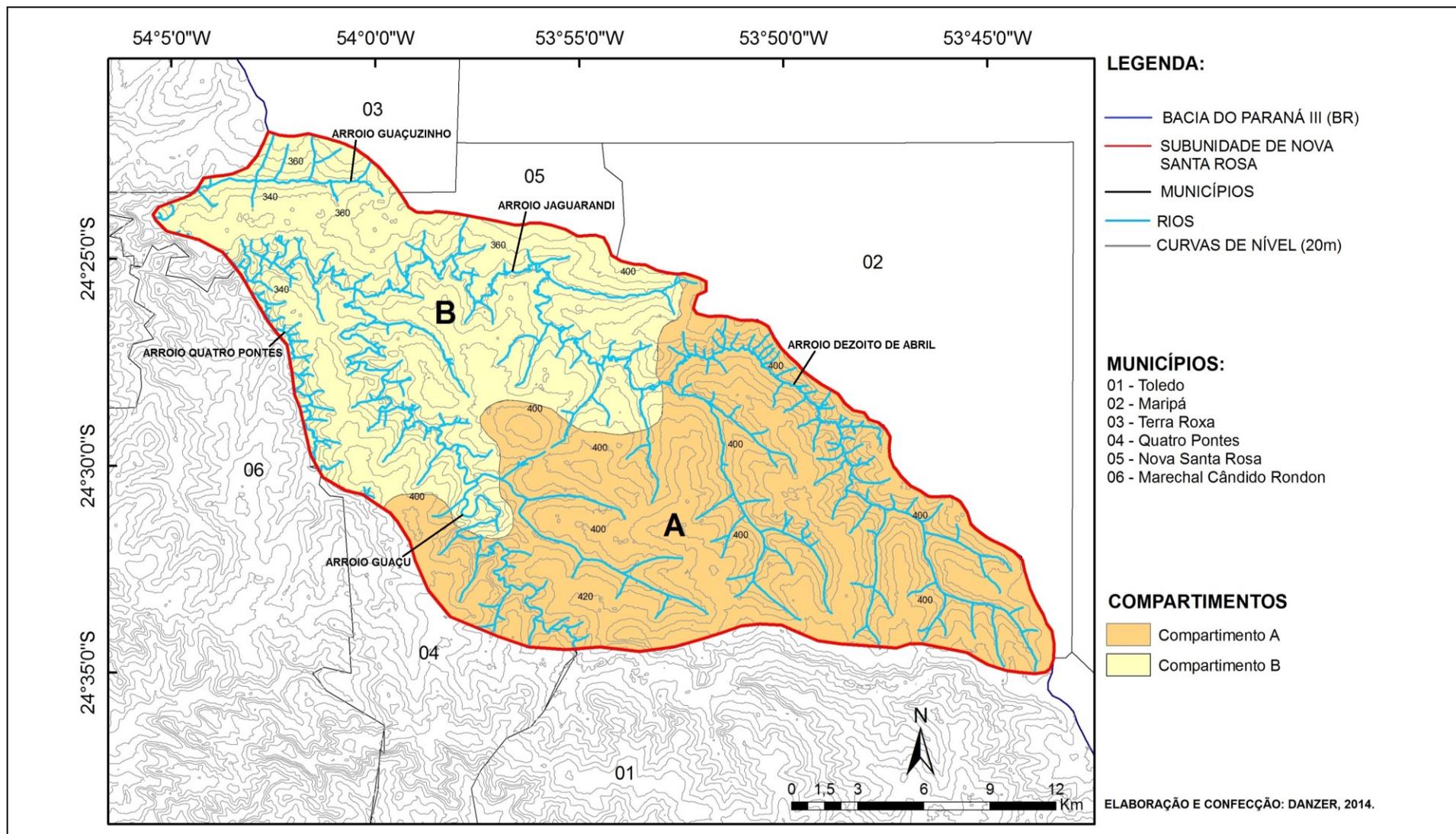


FIGURA 09. Carta de compartimentação da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.

aferições em campo, também, foram fundamentais para a confecção da carta de compartimentação da SMNSR (Figura 09). A delimitação dos compartimentos foi realizada manualmente por meio do *software* Global Mapper v.12.00, sem nenhuma reprodução automática.

Na Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa a litologia apresenta-se com estrutura fissurada e disposta em forma de derrames basálticos. Esses derrames apresentam estratos que se diferenciam quando observadas as ações dos processos físicos e químicos provocadas pelo intemperismo. Os dois compartimentos estratigráficos identificados na subunidade apresentam-se em, aproximadamente, 38 km de extensão no sentido SE-NW com amplitude topográfica de 240 metros de altitude (Figura 12).

Os principais cursos fluviais estão representados pelos Arroios Guaçu, Jaguarandi, Dezoito de Abril, Guaçuzinho e seus afluentes (córregos e sangas) (Figura 11). Esses cursos d'água formam a rede de drenagem que diseca o relevo em um padrão dendrítico. Esse padrão marca a presença de vales, em sua maioria, encaixados e com a calha em "V" abertos, frequentemente, assimétricos.

A morfologia atual dos principais cursos fluviais reflete a preferência dos caminhos percorridos sobre a estrutura geológica. Os canais fluviais acompanham as fraturas características dos derrames vulcânicos nessa região.

A mudança de direção dos cursos fluviais é uma característica observada no médio-baixo curso do Arroio Guaçu, trecho que percorre a subunidade. Nesse segmento o rio apresenta feições meândricas associadas à estrutura fraturada dos derrames basálticos. Tais características também são registradas ao longo dos cursos fluviais dos Arroios Jaguarandi e Dezoito de Abril. Assim, as estruturas fraturadas dos derrames basálticos influenciam diretamente nos processos de evolução do relevo e na própria morfologia dos cursos d'água presentes na SMNSR. A litologia e a rede de drenagem, sob influência dos agentes climáticos regionais, definem a dinâmica do relevo, das vertentes e dos solos.

As altitudes na SMNSR variam entre 260 e 500m (Figura 10), sendo que as maiores cotas dominam os setores de montante do compartimento A. Já as altitudes mais baixas caracterizam os setores de jusante da SMNSR, compreendendo a área do compartimento B. Na subunidade, as maiores altitudes ocorrem nos interflúvios do compartimento A (Figura 12).

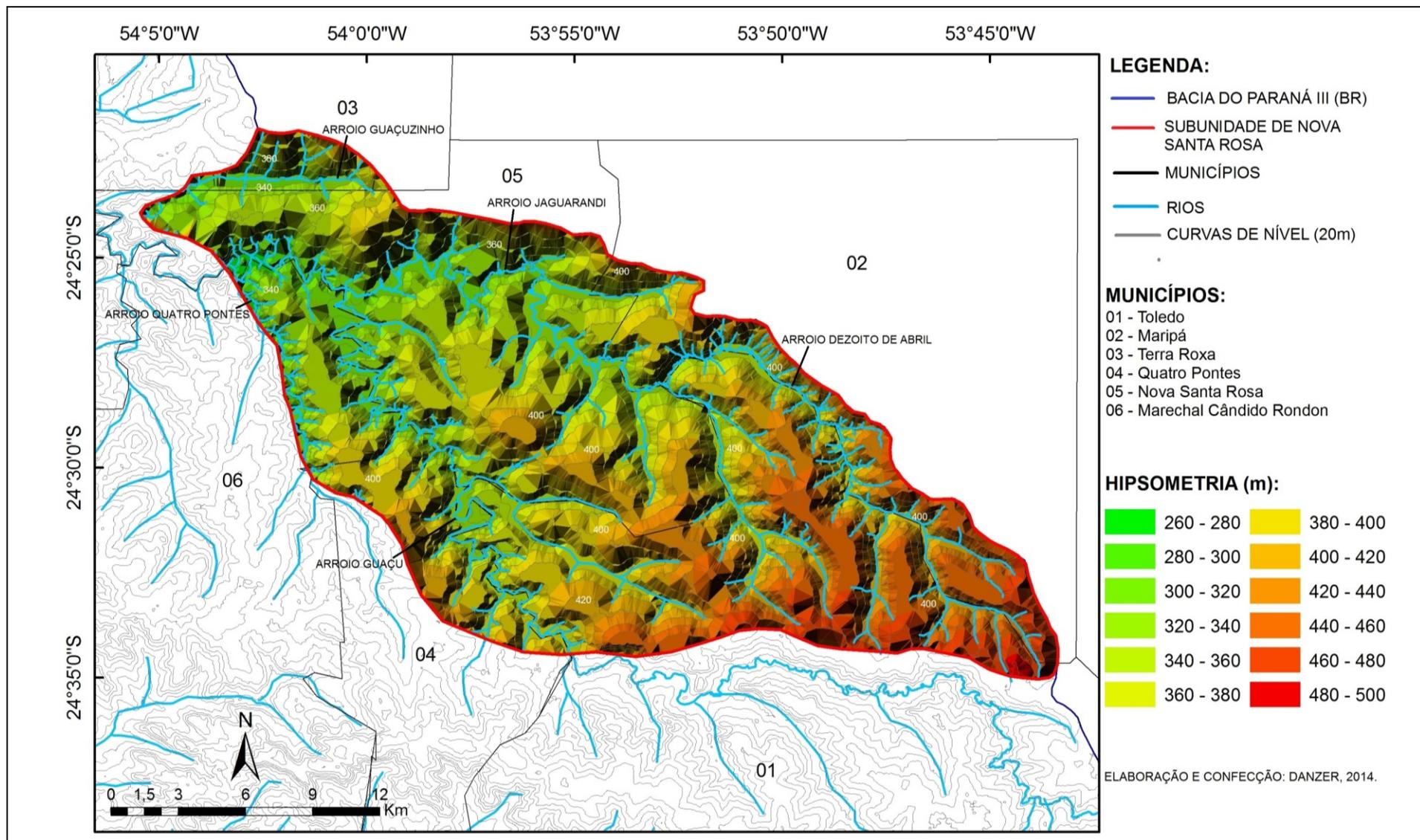


FIGURA 10. Carta de hipsometria da Subunidade Morfoestrutural de Nova Santa Rosa.

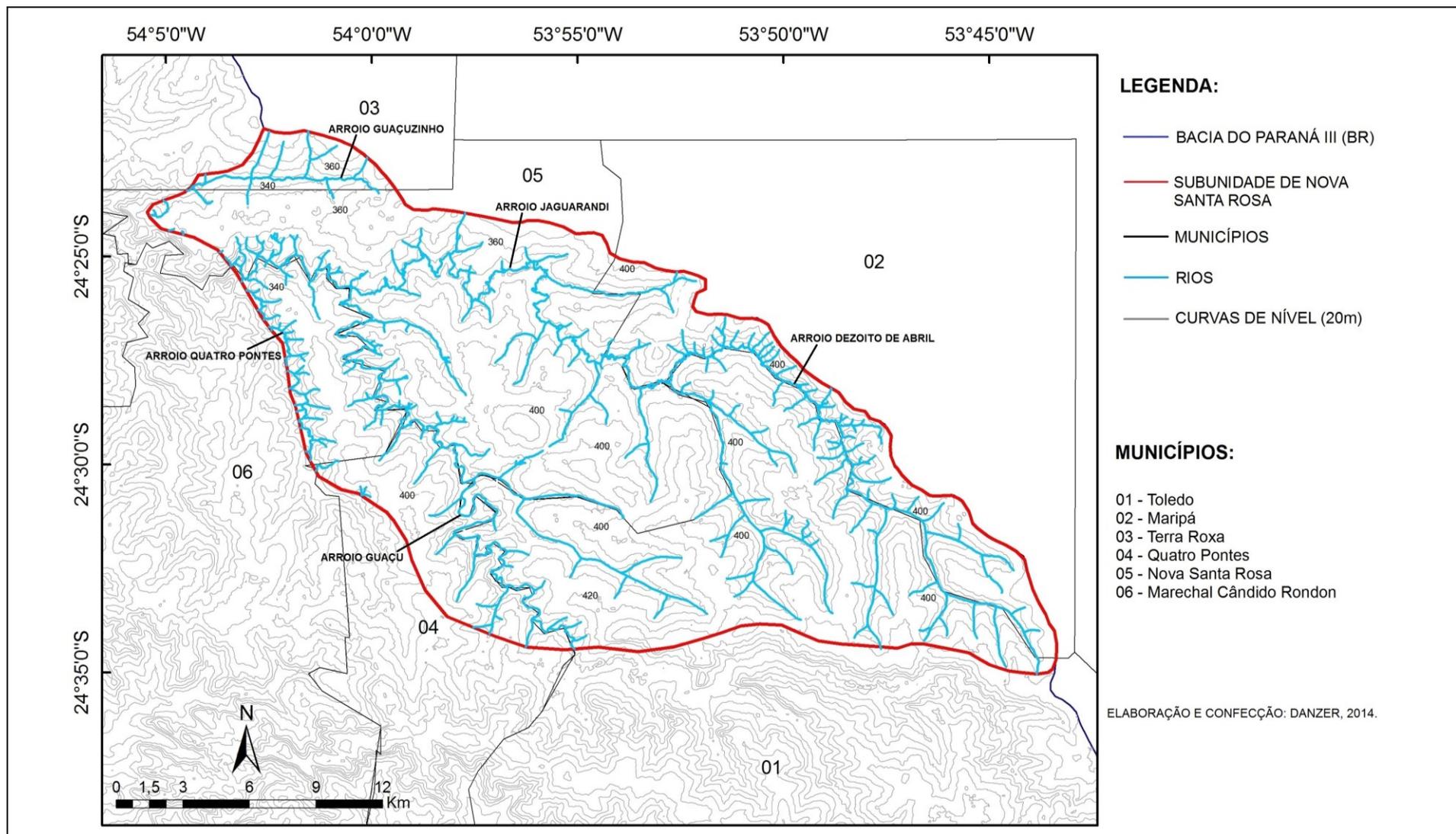


FIGURA 11. Carta de hidrografia e curvas de nível da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.

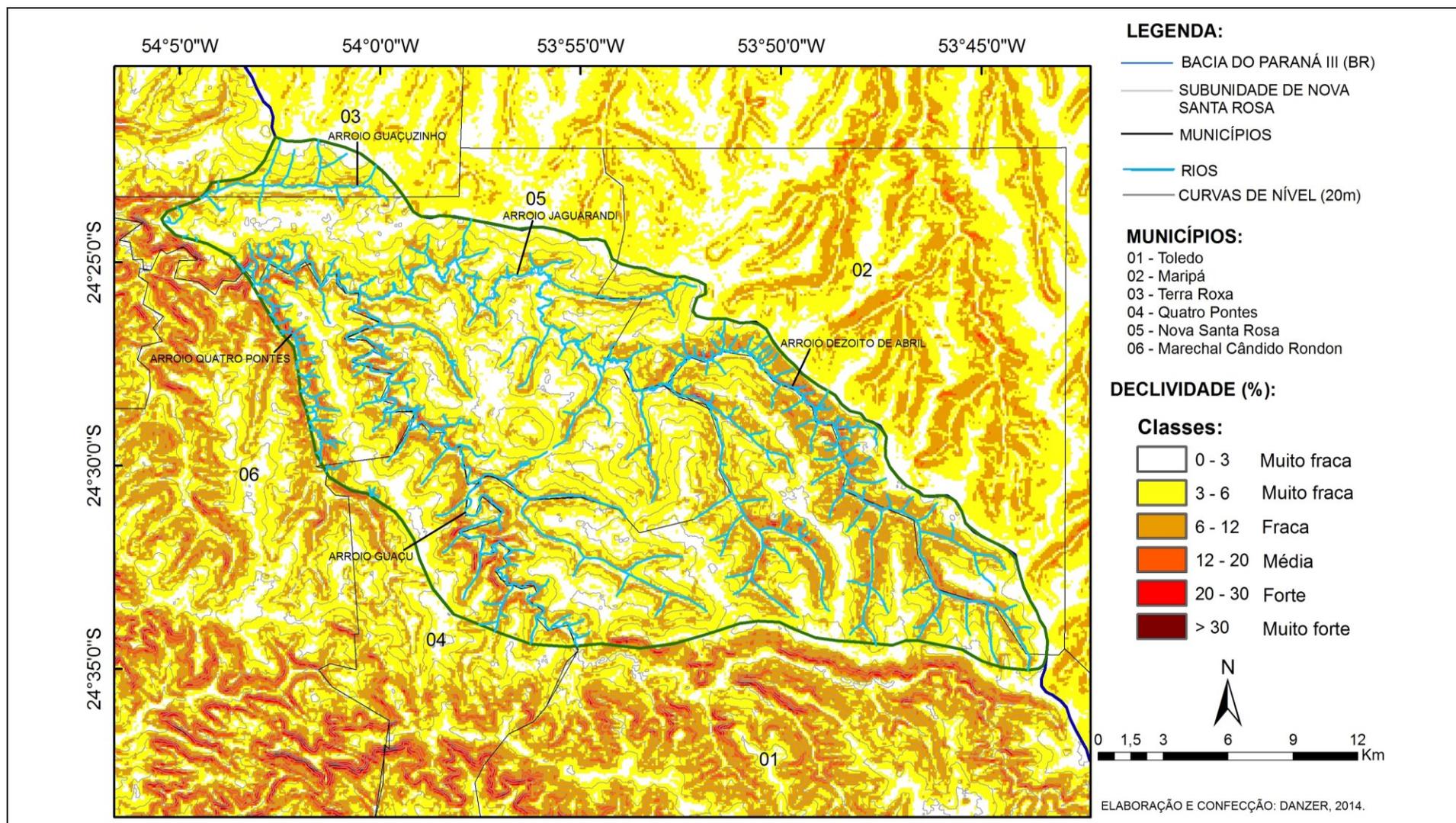


FIGURA 12. Carta de declividade da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.

O conjunto das vertentes apresenta declividades com padrões de ocorrência entre 0 e >30% (Figura 14). Na área da SMNSR predominam as classes de declividade entre 0 e 6%. O relevo é plano a suave ondulado, formado por colinas com vertentes longas e convexo-retilíneas.

Regionalmente o relevo pode apresentar, também, formas tabulares escalonadas. A média vertente é caracterizada por declividades acentuadas nos setores com rupturas abruptas, porém, em geral os declives não ultrapassam 20%. Os declives entre 12 e >30% são registrados nos setores em que o relevo é dissecado e nos fundos de vale, predominantemente (Figura 14).

A SMNSR apresenta diferentes tipos de solos formados a partir dos estratos rochosos. Esses solos, em sua maioria férteis, garantem distintas formas de uso e ocupação (Figura 13). Assim, a agricultura mecanizada domina os solos da subunidade, associada ao relevo suave ondulado a ondulado, com declividades inferiores a 20%. A maior parte dos cultivos está representada pelas culturas temporárias da soja, milho, trigo, aveia e mandioca nas áreas em que dominam os solos profundos e bem drenados originados das rochas magmáticas básicas. As áreas de floresta são restritas e, geralmente, encontram-se dispersas, sobretudo em áreas de solos rasos ou associadas aos fundos de vale. Além da reduzida cobertura primária florestal e das culturas, as pastagens, embora pouco representativas na subunidade, garantem a manutenção do rebanho para a subsistência ou atividade comercial.

O sistema pedológico característico da SMNSR está representado basicamente por duas classes de solos: a dos Latossolos Vermelhos (LV) e a dos Nitossolos Vermelhos (NV) (Figura 14). Os LV ocorrem, preferencialmente, nos setores de relevo plano com interflúvios longos nos segmentos de topo e alta vertente em que predominam as declividades entre 0 e 8%. Os NV ocupam os segmentos de média e baixa vertente, relevo ondulado ou acompanhando as rupturas e declividades entre 8 e 20%. Os Cambissolos (CX), os Neossolos Regolíticos (RR) e os Neossolos Litólicos (RL) também integram, associados ou não, o sistema pedológico da subunidade. As associações ocorrem em áreas com declividades acentuadas (12 - >30%) e condicionadas à forma e ao comprimento das vertentes. A classe dos Gleissolos (G) ocorre nos setores de fundo de vale, normalmente, associados às declividades médias (<12%) das áreas próximas aos

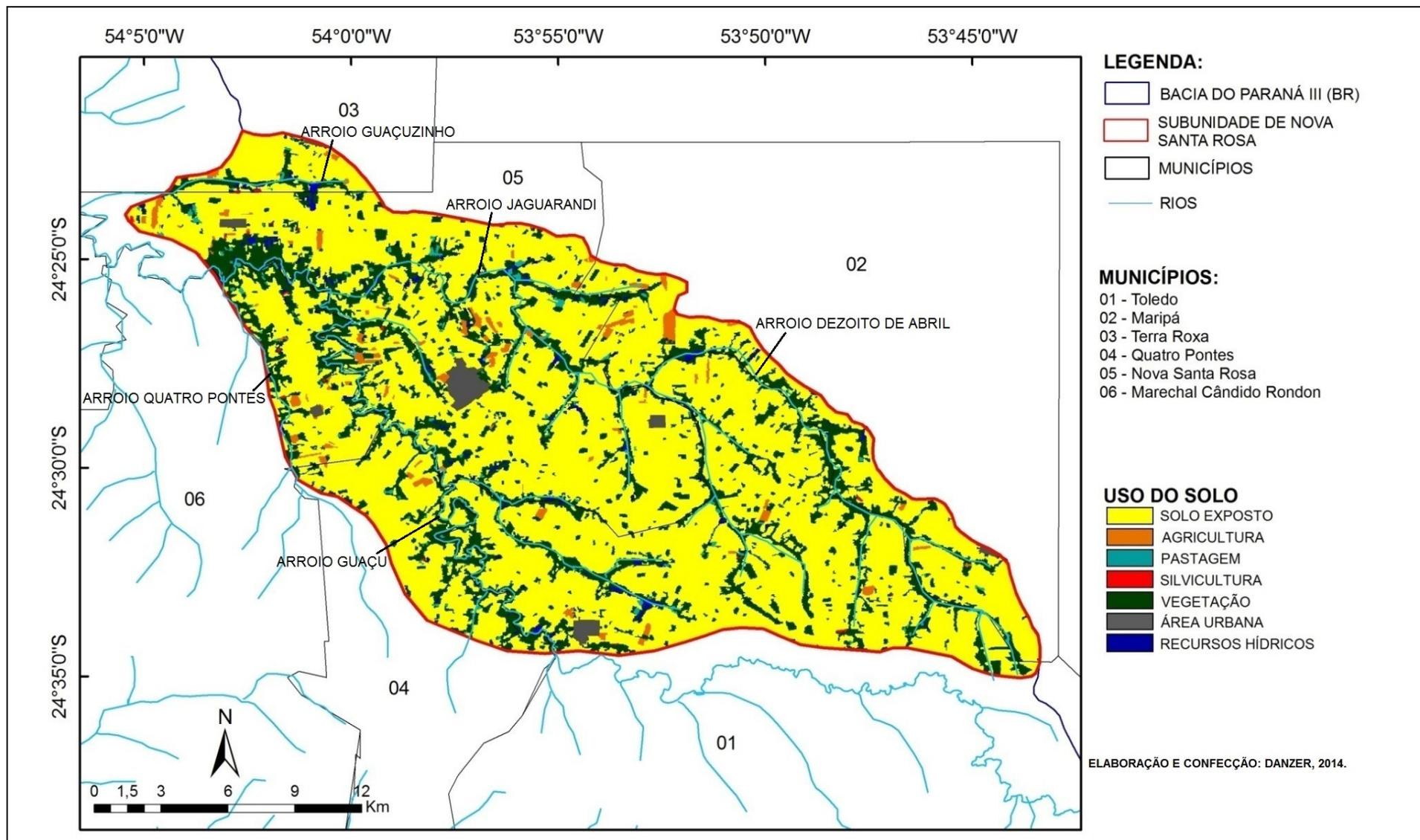


FIGURA 13. Carta de uso do solo da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.

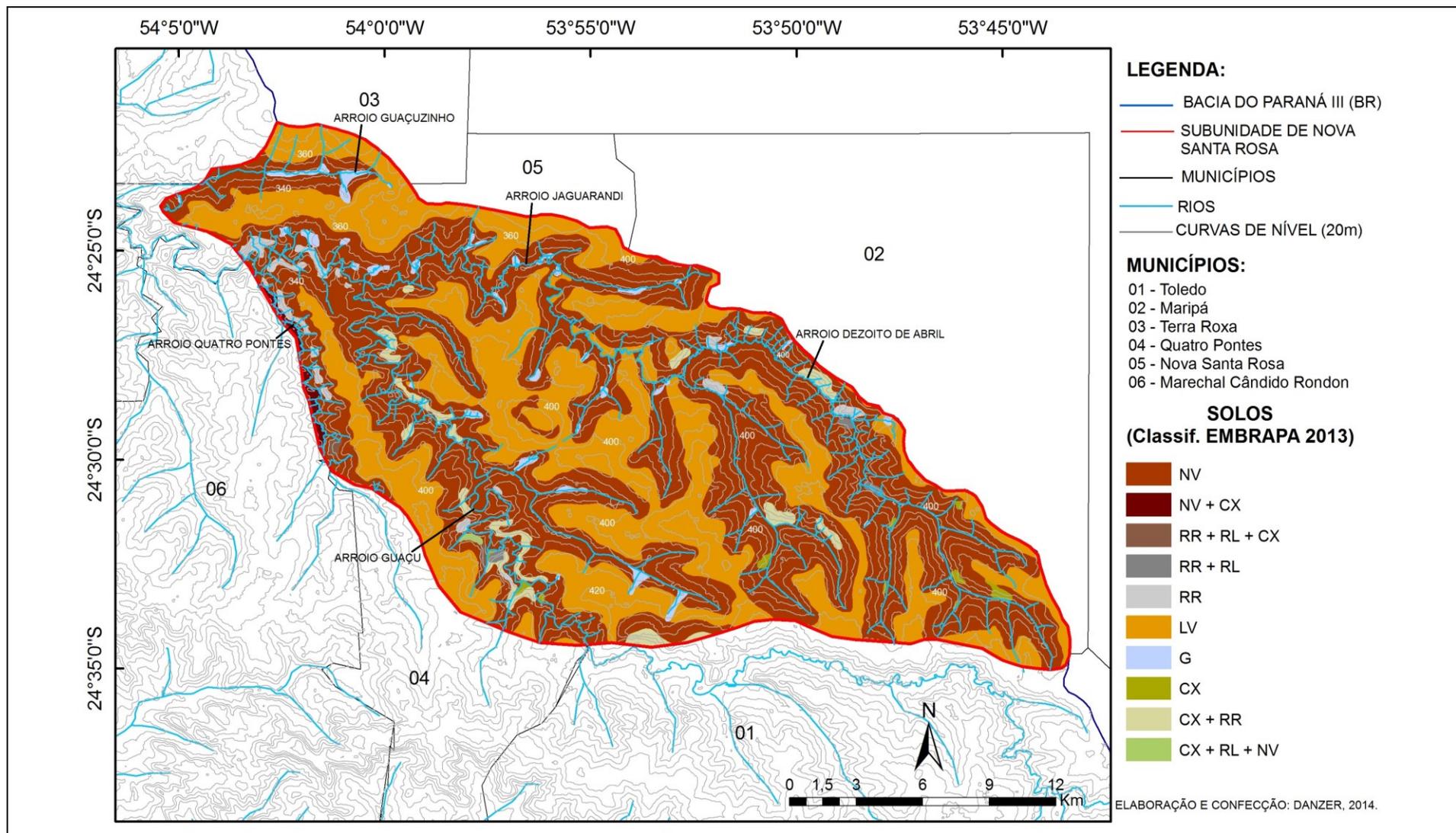


FIGURA 14. Carta de solos da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa. NV - Nitossolo Vermelho; CX - Cambissolo; RR - Neossolo Regolítico; RL - Neossolo Litólico; LV - Latossolo Vermelho e G – Gleissolo.

canais fluviais e nas áreas deprimidas de topos planos e cabeceiras de drenagem (Figura 14).

Destacam-se também os setores de transição lateral do LV para o NV e do NV para o LV na vertente e na paisagem. Esses setores de transição integram os sistemas pedológicos NV–LV e LV–NV, estendendo-se para a jusante ou montante das vertentes, de acordo com a forma e o comprimento das mesmas.

4.2 A DESCRIÇÃO TAXONÔMICA DOS TIPOS E FORMAS DO RELEVO E DAS VERTENTES NA SMNSR

O relevo se apresenta na paisagem como o reflexo da modelagem da superfície terrestre e resulta de diversos acontecimentos de ordem geológica e geomorfológica, em constante dinamismo e transformação.

O entendimento da relação solo-relevo na Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa implicou na elaboração de perfis topográficos representativos dos tipos e formas do relevo e das vertentes nos compartimentos. Os perfis foram traçados a partir de interpretações prévias das imagens aéreas, documentos cartográficos e das cartas básicas e temáticas. Eles permitiram observar, de forma integrada, os atributos morfológicos do relevo e das vertentes, além do comprimento, da declividade, amplitude topográfica e da relação com a distribuição espacial das classes de solos.

A identificação e o mapeamento das Unidades Morfoesculturais realizados por Bade (2014), possibilitaram definir as Unidades Geomorfológicas na Bacia do Paraná III – BR. O levantamento dos tipos e formas de relevo (4º táxon) e das vertentes (5º táxon) na SMNSR e a correlação com os demais aspectos naturais contribuem para o planejamento territorial e possibilitam estabelecer os devidos usos e suas restrições.

Os tipos e formas de relevo (4º táxon) na SMNSR estão representados, de modo geral, por colinas amplas, de aspecto suave ondulado e amplitudes topográficas inferiores a 100m, resultantes da interação entre a estrutura geológica e o ambiente climático e demais elementos que comandam os processos geomorfogenéticos na região. As colinas apresentam topos amplos e

arredondados, retilíneos a convexos, com vertentes longas e de declividade fraca que propiciam a formação de solos bem desenvolvidos e bem drenados.

Para a análise do 5º táxon utilizou-se o modelado representado pelos perfis topográficos levantados na SMNSR (Figuras 15a e 15b). Em geral, os perfis permitiram verificar que as vertentes descritas possuem formas, predominantemente, convexas a retilínea-convexa. As colinas e os topos amplos, de declividade muito fraca a média (0-12%) são os elementos que condicionam a morfologia das vertentes na subunidade. As declividades entre 3 e 12% caracterizam as rupturas de declive, as alterações dos fluxos e das formas dos segmentos ao longo das vertentes.

A estrutura geológica e a litologia influenciam diretamente na morfologia e tipologia das vertentes e, submetidas ao intemperismo diferencial, os patamares escalonados ficam bem marcados nas vertentes longas, retilíneas ou ligeiramente convexas. Os segmentos retilíneos foram identificados nos setores de média-baixa vertente, em declividades entre 12 e 30%, acompanhando a estrutura dos derrames de *Trapp*.

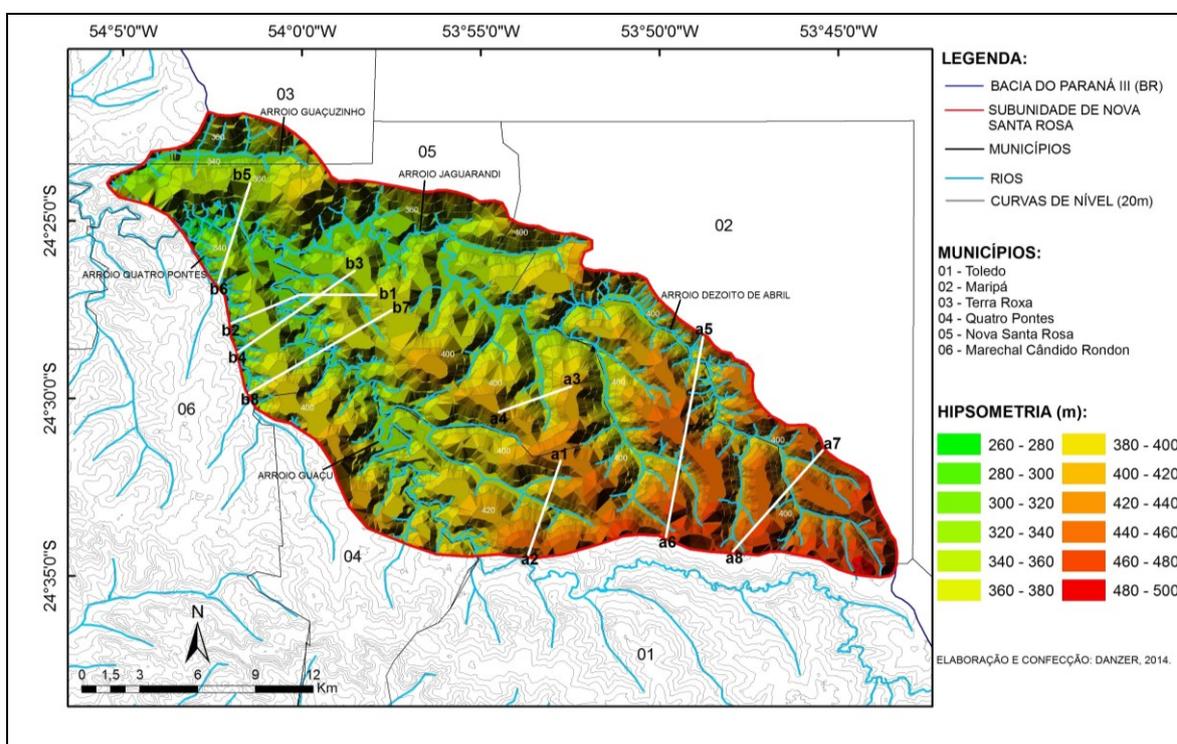
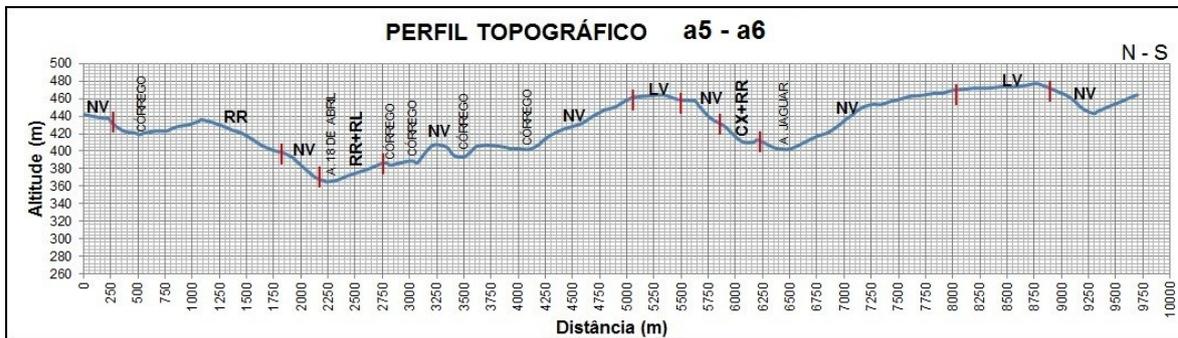
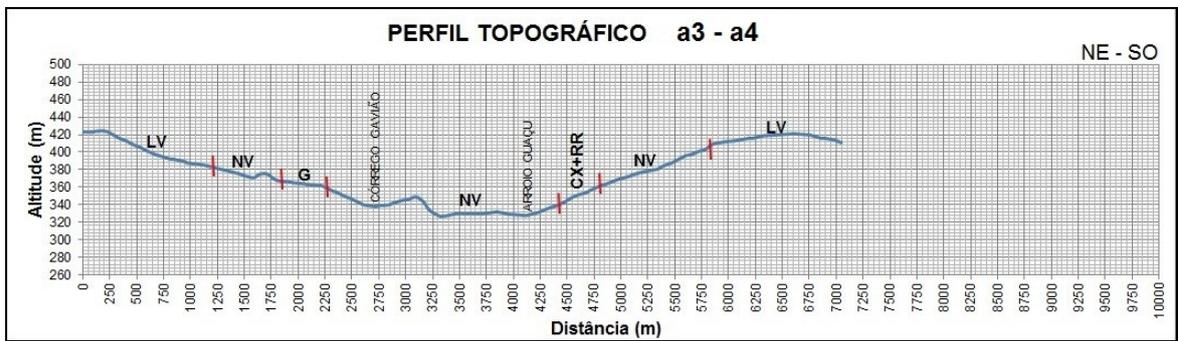
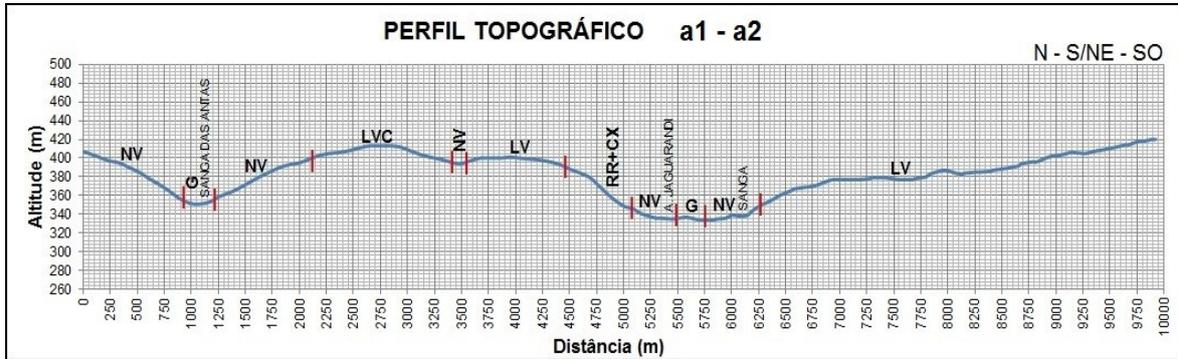
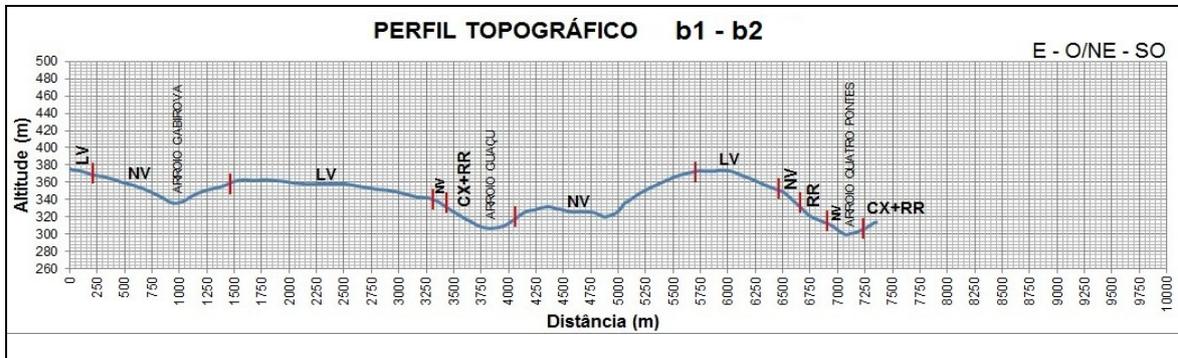


FIGURA 15a. Localização dos perfis topográficos nos compartimentos A e B da SMNSR.

Compartimento morfoescultural A



Compartimento morfoescultural B



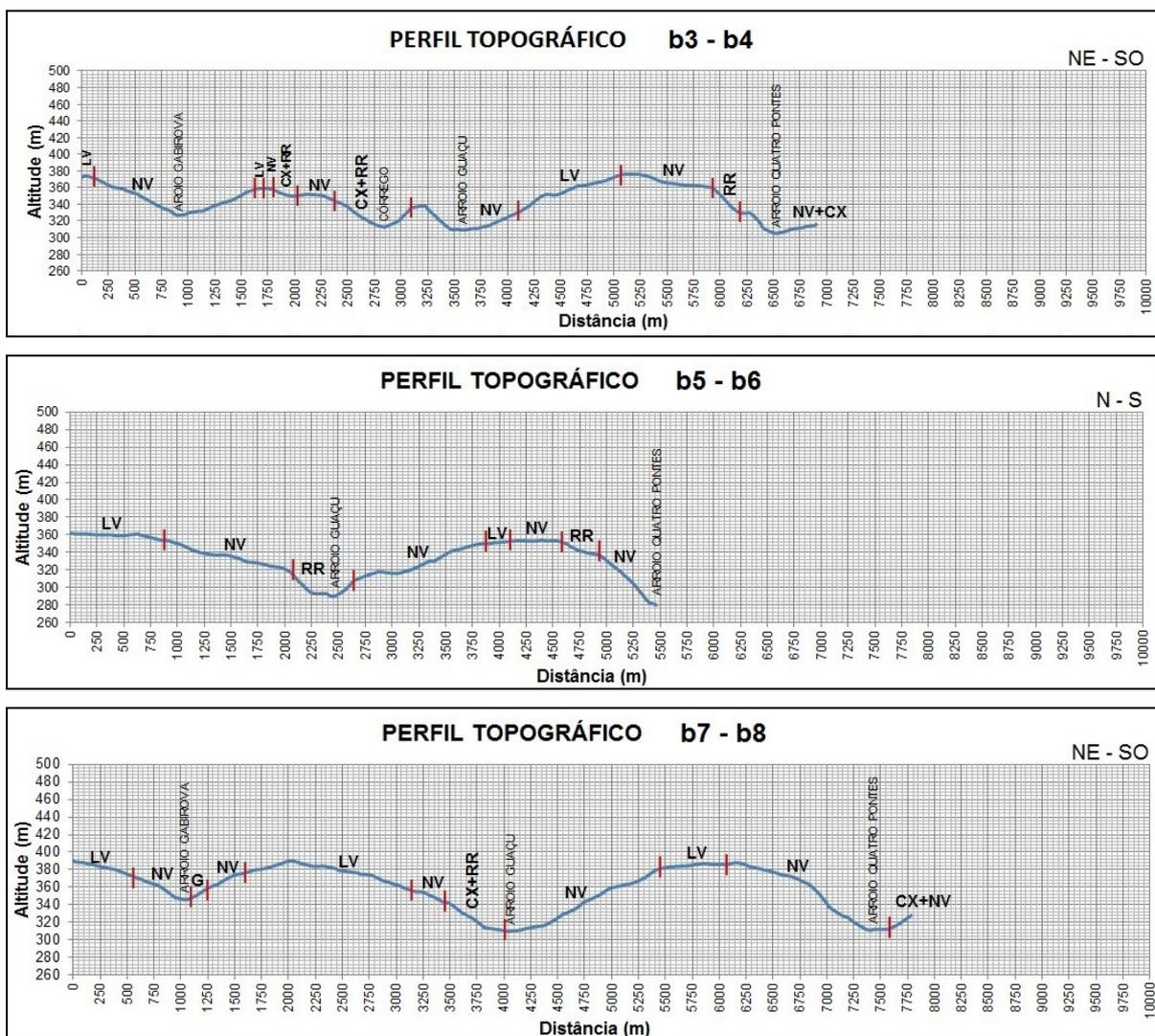


FIGURA 15b. Perfis topográficos dos compartimentos morfoesculturais A e B.

4.3 O COMPARTIMENTO MORFOESCURTURAL A

A unidade de paisagem representada pelo compartimento morfoescultural A ocupa 55% da Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa (Figura 09). As declividades de 0 a 6% se restringem aos topos amplos e alongados, planos a suave ondulados, com altitudes entre 400 e 500m (Figura 16). O compartimento é drenado pelo Arroio Dezoito de Abril, pelo médio curso do Arroio Guaçu e pelo alto curso do Arroio Jaguarandi e seus afluentes. As declividades de 6 a 20% manifestam-se nos setores de média a baixa vertente, enquanto aquelas

superiores a 30% localizam-se, sobretudo, a montante do compartimento e nas proximidades dos canais fluviais (Figuras 12 e 14).

As altitudes superiores a 400m dominam a paisagem nesse compartimento (Figura 12). Nos setores altos, de montante (SE), as declividades mais acentuadas (20 - >30%) associam-se, preferencialmente, aos segmentos de fundos de vale e interflúvios curtos com rupturas de declives abruptas e convexas (Figura 14), caracterizando o relevo ondulado a forte ondulado.



FIGURA 16. Padrão de ocorrência do sistema pedológico no compartimento A. Nos segmentos de alta e média vertente, com topos planos e alongados, bem drenados e declividades fracas, destacam-se os solos profundos (Latosolos e Nitossolos Vermelhos). A partir da ruptura de declive, no segmento inferior e convexo da vertente, os solos rasos (Neossolos Litólicos e Regolíticos) apresentam-se em associação até o canal.

A declividade e o padrão dendrítico da rede de drenagem refletem a forte influência sobre os tipos de formas de relevo, das vertentes e sobre o sistema pedológico (Figuras 11 e 12). Essa influência é marcada pelo domínio dos Latossolos Vermelhos na alta e média vertente, com extensões maiores de 1000 metros e formas convexadas das colinas com seus declives muito fracos (até 6%) e relevo plano a suave ondulado (Figura 16). Em geral, as altitudes de ocorrência dessa classe de solo variam entre 360 e 440m (Perfil a1 - a2) nesse compartimento. Ocasionalmente podem ser encontrados em segmentos de média vertente quando estas apresentam grandes extensões, baixas declividades, rupturas suaves e convexas (Perfil a1 - a2). O cultivo agrícola temporário e

mecanizado (soja-milho) indica o domínio de ocorrência dos Latossolos Vermelhos (Figura 16).

A classe dos Nitossolos Vermelhos ocupa, geralmente, as áreas entre 320 e 420m de altitude (Perfil a3 – a4) em relevo suave ondulado a ondulado, com declives muito fracos a fracos (até 12%). De montante para jusante, a transição LV-NV, em geral, é marcada pela cota de 390m, enquanto a transição para os solos rasos (RR, RL, CX ou G) não acompanha uma cota específica, seguindo a morfologia (forma, comprimento e declividade da ruptura) da vertente.

Nesse compartimento, as altitudes entre 340 e 360m marcam a ocorrência dos NV nos setores de fundo de vale (Perfil a1 – a2). Os NV se distribuem pelos setores médios e baixos das vertentes com mais de 1000 metros de extensão e nos setores altos, médios e baixos das vertentes com menos de 1000 metros (Perfil a5 – a6). Em ambos os casos, a ocorrência está relacionada aos tipos de formas de relevo em colinas suavizadas e às formas convexo-retilíneas e/ou retilíneas das vertentes, sob o uso agrícola temporário e cujos topos são arredondados para ambos os casos.

Os solos rasos, como os Neossolos Regolíticos, os Neossolos Litólicos e os Cambissolos localizam-se em setores de declividade média a muito forte (12- >30%), relevo ondulado à forte ondulado (Figura 12) sob o uso de pastagens e vegetação nativa ou cultivada. Ocupam os segmentos de média e baixa vertente, sobretudo, os locais com formas convexas e rupturas de declives mais acentuadas e curtas (<500m) (Perfil a5 - a6), acompanhando os canais fluviais. Quanto mais curta e acentuada for a ruptura de declive (<300m e >20%), maior o domínio dos RR e RL em associação com os CX (Figura 17).

De maneira geral, em todos os segmentos da vertente as ordens de solos mapeadas apresentam um padrão de distribuição espacial acompanhando, especificamente, determinados intervalos de classes de declividade, de acordo com aqueles definidos para a confecção da carta de declividade.

A altitude pouco afeta as áreas de ocorrência dos solos mais profundos no compartimento A. O relevo suave ondulado com topos planos e rupturas suaves comanda a formação e evolução dos LV e NV (Perfil a1 – a2), enquanto que a organização espacial dos solos rasos (RR e RL) sofre influência direta da declividade, forma e comprimento das rampas e rupturas de declive. Os solos

rasos ocorrem entre 340 e 400m de altitude, indistintamente, destacando-se nos setores de médio curso do Arroio Dezoito de Abril e alto curso dos afluentes do Arroio Jaguarandi (Figura 14). Setores estes, marcados pela maior densidade de drenagem, relevo dissecado e vales entalhados. A ocorrência de chuvas intensas e rápidas provoca, nesse compartimento, erosão laminar e em sulcos, facilmente identificadas nas áreas de transição dos LV para os NV (Figura 18).

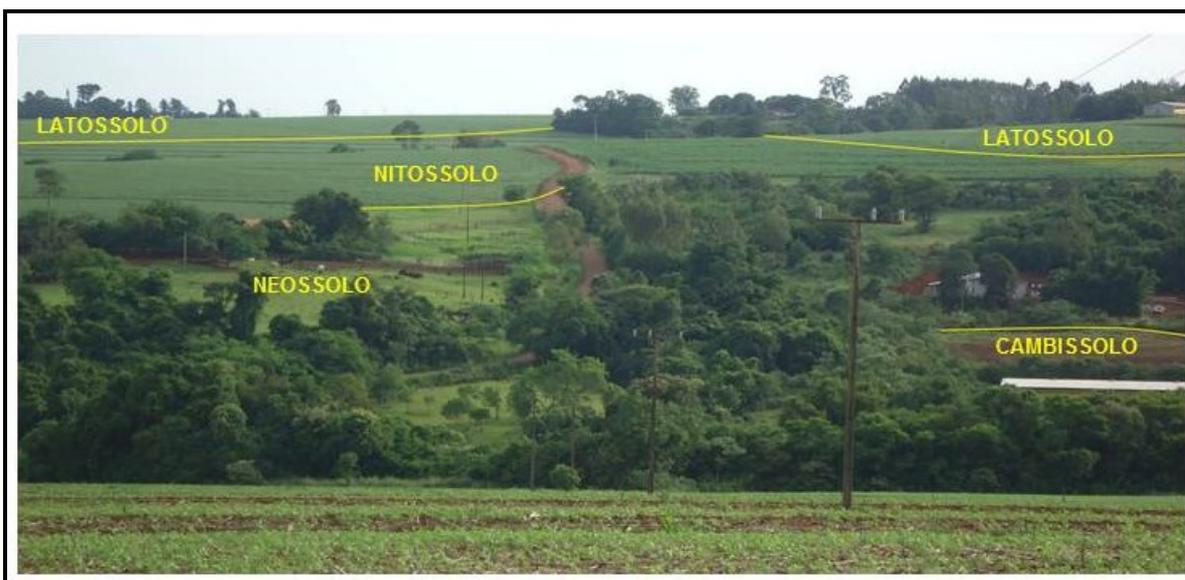


FIGURA 17. Padrão de ocorrência dos solos no compartimento A. Latossolo Vermelho nos segmentos altos das vertentes (0 - 6% de declividade). Nitossolo Vermelho nos segmentos médios das vertentes (até 12% de declividade). Cambissolo Háplico: nos segmentos inferiores das vertentes (declividade entre 12 e 20%). Neossolos Litólicos e Regolíticos nas rupturas de declive convexas dos segmentos inferiores das vertentes (Declividade >12%).



FIGURA 18. Erosão em sulcos nos segmentos de vertente sob domínio dos Latossolos e Nitossolos Vermelhos. A erosão estende-se em direção ao canal fluvial em situação de relevo suave ondulado sob cultivo agrícola mecanizado de plantio direto.

A classe dos Gleissolos ocupa os setores de relevo suave ondulado na baixa vertente e/ou fundos de vale, com extensão menor ou igual a 500m (Perfil a1 – a2) e declives fracos (<12%). Esses solos podem ocorrer em altitudes de 340m e, frequentemente, estão ocupados com pastagens, piscicultura e/ou mata secundária.

4.4 O COMPARTIMENTO MORFOESCULTURAL B

A unidade de paisagem representada pelo compartimento morfoescultural B localiza-se no setor oeste-sudoeste da SMNSR e ocupa 45% de sua área total (Figura 09). É drenada pelos baixos cursos dos Arroios Guaçu e seus afluentes Arroios Quatro Pontes e Jaguarandi, apresentando, de jusante para montante, amplitude topográfica de 140m (260 a 400m) (Figuras 10).

Nesse compartimento, assim como no anterior, os interflúvios apresentam topos alongados a montante, característicos de relevo plano à suave ondulado, com vertentes longas, retilíneas a convexas e declividades fracas (0-6%). Nos segmentos de média vertente as declividades são fracas a moderadas (6-12%) associadas às rupturas de maior convexidade. As formas onduladas à forte onduladas, mais íngremes, restringem-se aos setores próximos ao fundo de vale, com declividades entre 12 e >30%, condicionadas à dinâmica dos cursos d'água e seus afluentes (Figuras 10 e 12). Localmente, ao longo dos principais cursos fluviais, foram observadas áreas aplainadas (planícies e depósitos aluvionares recentes).

Nos topos planos e longos (0 - 3%) dos interflúvios entre 340 e 400m dominam os Latossolos Vermelhos. Essa classe de solos ocorre nos segmentos altos e médios das vertentes com extensão maior que 1000m. Sua ocorrência está associada ao cultivo temporário mecanizado (soja/milho), estabelecendo um padrão de uso e ocupação do solo, que se destaca na paisagem agrícola da região Oeste do Paraná.

Nos setores de jusante, em torno da cota de 360m de altitude (Perfil b1-b2), ocorre a transição lateral dos LV para os NV (Figura 19). Os limites e a transição entre as referidas classes de solos não são precisos. A passagem

lateral de uma classe para a outra está condicionada ao tipo, forma, declividade da vertente, além do comprimento das rupturas de declive.

Nos setores com declives muito fracos a fracos (até 12%) e altitudes entre 300 e 380m ocorre a classe dos Nitossolos Vermelhos. Essa classe de solo é encontrada nos segmentos de vertentes com rupturas de declive convexas ou retilíneas sob domínio das culturas temporárias em situações distintas: a) nos setores altos, médios e baixos das vertentes em que o comprimento não ultrapassa os 1000m de extensão (Perfil b3 – b4) e b) nos setores médios e baixos das vertentes com mais de 1000m (Perfil b5 - b6).

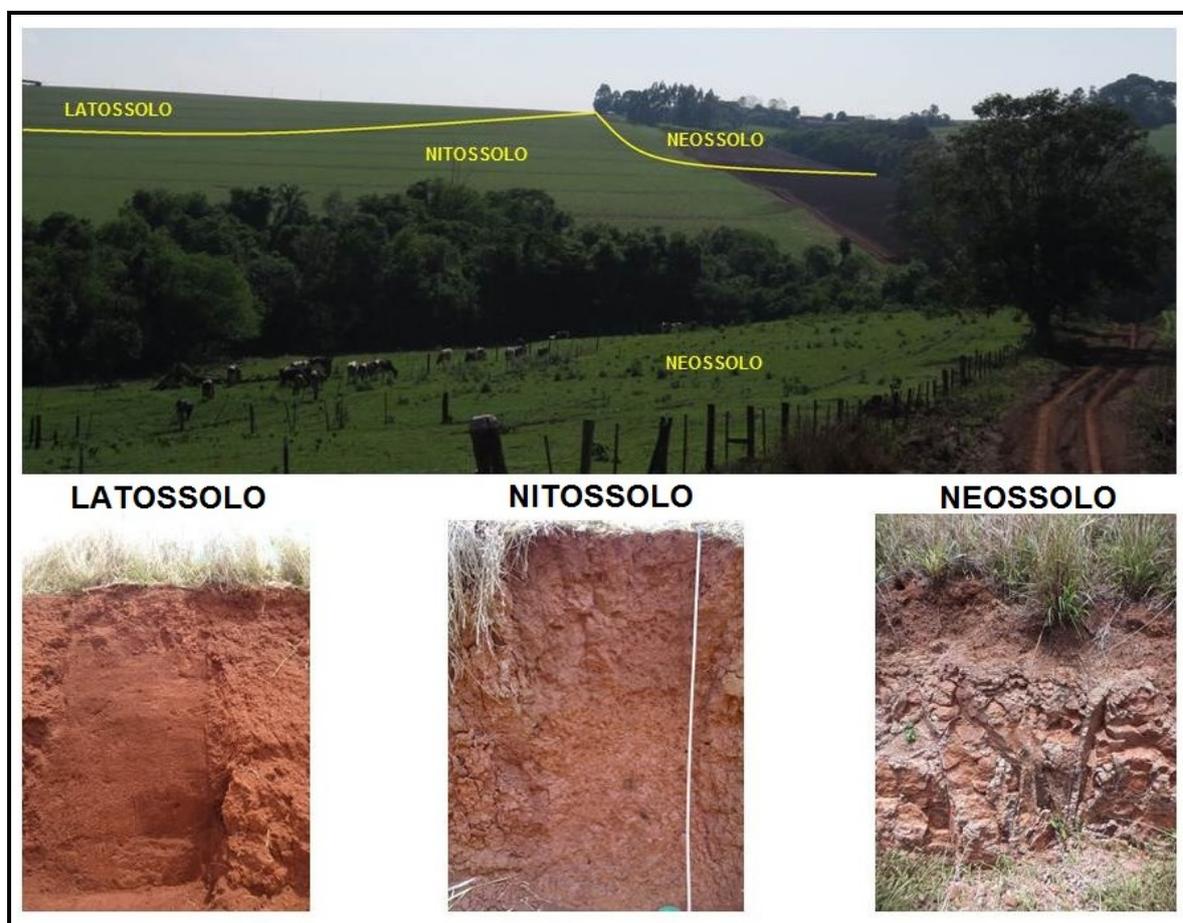


FIGURA 19. Principais setores de ocorrência dos Latossolos e Nitossolos Vermelhos e a presença de solo raso no segmento de ruptura de declive e fundo de vale. Destaque para os perfis das classes de solos com maior representatividade na Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa.

Podem ser encontrados, também, em áreas bem drenadas do segmento de baixa vertente caracterizadas por rupturas longas, convexo-retilíneas e declividades fracas à médias, associados ou não a classe dos LV. O alto potencial agrícola, o uso e o manejo dos NV resultam em problemas de compactação e na consequente formação de estrutura em blocos prismáticos, angulares e subangulares, conforme observações em campo. Nas áreas em que o relevo apresenta rupturas de declives mais acentuadas, vertentes curtas e convexas, os NV apresentam limitações para o uso e ocupação e tornam-se mais susceptíveis a erosão hídrica (Figura 20).



FIGURA 20. Erosão em sulcos sob uso agrícola com destaque para a deposição de material transportado no último terraço do segmento inferior da vertente. Erosão desencadeada após evento chuvoso de alta intensidade (cerca de 90mm) em área rural sob uso e manejo agrícola e predomínio do Nitossolo Vermelho.

Os materiais pedogenizados e alóctones depositados nos segmentos de jusante das vertentes contribuem para a formação dos NV e LV nos fundos de vale (Perfil b3 - b4). Os referidos materiais têm sua origem relacionada, principalmente, às técnicas de uso e manejo do solo, adotadas ao longo de mais de seis décadas de ocupação agrícola.

Nesse compartimento, as fortes declividades da margem direita do Arroio Quatro Pontes e dos setores de fundo de vale do principal curso do Arroio Guaçu

marcam a presença dos solos rasos (CX, RL e RR). Essas classes de solo ocorrem nos segmentos das vertentes caracterizadas pela irregularidade da topografia e da declividade nas rupturas de declive curtas e abruptas dos setores médios e baixos das vertentes (Perfil b3-b4) (Figura 21). Quanto mais curtas e convexas são as vertentes, maior é a probabilidade de ocorrência dessas ordens de solos.

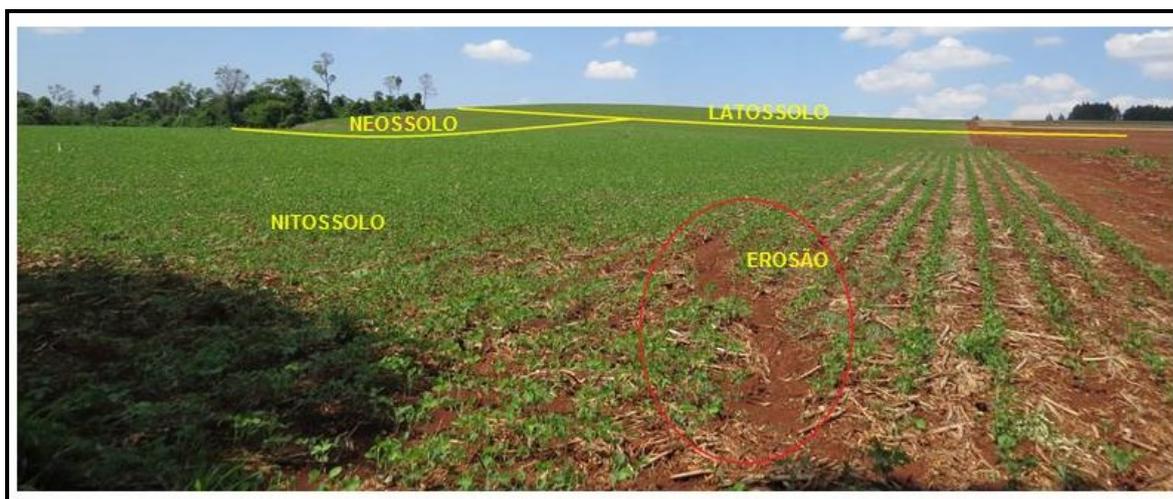


FIGURA 21. Ocorrência dos solos rasos em ruptura de declive na vertente e erosão em sulcos no trecho inferior da vertente. Erosão ocasionada pela forma inadequada de manejo da cultura de soja.

À jusante desse compartimento, o relevo é mais dissecado e as vertentes são mais curtas em relação ao compartimento A. Os Arroios Quatro Pontes, Guaçu e seus tributários contribuem para a formação do relevo ondulado. Os sistemas pedológicos são marcados pela presença dos solos rasos, pouco comuns na SMNSR em relação às classes dos LV e NV. A distribuição espacial e o domínio dos NV no sistema pedológico refletem a morfologia das vertentes. O sistema pedológico LV-NV-Associação RR, RL e CX domina esse compartimento.

Os Gleissolos são encontrados nos setores baixos das vertentes margeando os canais fluviais (várzeas, planície de inundação) e nas cabeceiras de drenagem. Esses setores da vertente, com formas côncavas ou retilíneas, declividade muito fraca (<6%) e altitudes entre 340 e 360m (Perfil b7-b8) fazem parte do relevo suave ondulado a ondulado, sob o uso de pastagem e piscicultura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização dos tipos e formas do relevo e das vertentes e a relação com os tipos de solo e sua distribuição espacial na Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa promoveram o entendimento da interação entre os elementos que atuam na dinâmica e evolução da morfoescultura da paisagem local e regional. Esse entendimento contou com o apoio imprescindível das geotecnologias permitindo considerar que:

- os dados contidos nos planos de informação, as cartas bases (geologia, hidrografia e curvas de nível) e temáticas (declividade, hipsometria, solos, uso do solo e subcompartimentação) elaboradas foram essenciais para a identificação, a interpretação e a síntese dos atributos que expressam a distribuição espacial dos solos na SMNSR e sua estreita relação com a declividade, a topografia, as formas, tipos e comprimento das vertentes;

- os dados da carta de declividade, quando comparados e aferidos com as condições reais em campo, permitiram fazer associações geomorfológicas e pedológicas precisas, elevando o grau de confiabilidade do mapa de solos na escala adotada (1:50.000). O uso das geotecnologias, portanto, otimizou o tempo e reduziu os custos do trabalho em campo, além de viabilizar generalizações e extrapolações dos dados geoambientais para unidades de paisagens similares na BPIII;

- a estrutura geológica foi determinante na formação do relevo suave ondulado a ondulado que caracteriza o modelado na SMNSR, na medida em que as estruturas falhadas facilitaram a instalação e evolução dos canais e do padrão dendrítico da rede de drenagem. Associada ao clima subtropical, a densidade de drenagem, que caracteriza esse padrão contribuiu para a dissecação do relevo, influenciando na tipologia das vertentes e, conseqüentemente, na dinâmica e evolução dos sistemas pedológicos dominados pelas classes do LV e NV;

- a distribuição espacial dos solos e os limites de transição entre eles estão diretamente relacionados às condições de declividade, comprimento, tipo e forma das vertentes, condicionadas pela dinâmica e evolução da densidade da rede de drenagem e relevo regional;

- nos setores de montante da SMNSR (compartimento A), as declividades em torno de 8% e as rupturas convexas das vertentes em torno da cota de 390m, caracterizam o limite da transição dos Latossolos Vermelhos para os Nitossolos Vermelhos. À jusante da subunidade (compartimento B) a transição se dá nos segmentos de vertentes com rupturas convexadas e em declives em torno de 8-12%, acompanhando as cotas de 360m. Os Nitossolos Vermelhos são encontrados nos segmentos médios e baixos das vertentes, transacionando para os Neossolos Regolíticos, Litólicos ou Cambissolos nas rupturas de declives >12% acentuadas ou fundos de vale, próximos aos canais fluviais.

REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. A. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**. Igeog - USP (18), São Paulo, 1969.

BADE, M. R. **Definição e caracterização das unidades de paisagem das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai)**. Marechal Cândido Rondon, 2014, 114p. Dissertação de Mestrado em Geografia.

BALLER, L. **Caracterização de perfis longitudinais dos rios nas bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil) e Alto Paraná (Paraguai)**. Marechal Cândido Rondon, 2014, 88p. Dissertação de Mestrado em Geografia.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p.1-27, 1971.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1996. 875p.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F.dos.; PASSOS, E.; SUGUIO, K. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994. 425p.

BOULET, R. **Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia**. In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Anais. Soc. Bras. de Ci. Solo, Campinas, 1988. p.79-90.

BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pedologie. I – Prise en compte l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les étude de toposéquences et leurs principaux apport à la connaissance des sols. **Cah. ORSTOM**. Paris, França. Série Pédologie. v. XIX, n. 4, 1982a, p. 309-322.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pedologie. II – Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des ouvertures pédologiques. **Cah. ORSTOM**. Paris, França. Série Pédologie. v. XIX, n. 4, 1982b, p. 323-340.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pedologie. III – Passage de la phase analytique à une cartographie générale synthétique. **Cah. ORSTOM**. Paris, França. Série Pédologie. v. XIX, n. 4, 1982c, p. 341-352.

BRIGUENTI, E. C. **O uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da Bacia do Ribeirão Anhumas, Campinas/SP**. 129f. Campinas. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. 2005.

BUI, E. N.; LOUGHEAD, A.; CORNER, R. **Extracting soil-landform rules from previous soil surveys**. Austr. J. Soil Res; 37:495-508, 1999.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S. Análise espacial e geoprocessamento. In: FUCKS, Suzana. D. et al. (Org.). **Análise espacial de dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004. 26p. ISBN: 85-7383-260-6.

CAMPOS, M. C. C. Relações solo-paisagem: conceitos, evoluções e aplicações. v. 8, n.3, **Rev. Ambiência**. Guarapuava, 2012. p.963-982. ISSN 1808-0251.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES J. J.; PEREIRA, Gener. T. **Influência das superfícies geomórficas na distribuição espacial dos atributos do solo em área sob cultivo de cana-de-açúcar**. Pesq. Agropec. Trop., v.40, n.2, Goiânia, 2010. p.133-141.

CAMPOS, Y. de O. **Gestão Ambiental: Complexidade Sistêmica em Bacia Hidrográfica**. Universidade Federal de Uberlândia – MG, 2010. 187 p. (Tese de Doutorado).

CAMPOS, M. C. C.; CARDOZO, N. P.; MARQUES, JUNIOR. J. Modelos de paisagem e sua utilização em levantamentos pedológicos. **Rev. de Biologia e Ciências da Terra**, vol. 6. num. 1. 2006. p.104-114. ISSN 1519-5228.

CANTÓN, Y.; SOLÉ-BENET, A.; LÁZARO, R. Soil-geomorphology relations in gypsiferous materials of the Tabernas Desert (Almería, SE Spain). **Geoderma**, Amsterdam, v. 115, n. 2, 2003. p.193-222.

CARNEIRO, C. D.R.; MIZUSAKI, A. M.P.; ALMEIDA, F. F.M.de. A determinação da idade das rochas. In: **Terra e Didática**, 1(1), p.6-35, 2005 <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>>.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>.

CASSETI, V **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 2ª ed., 1995. 147p.

CHAVES, F. T. **O uso do Geoprocessamento para o planejamento de corredores de biodiversidade na bacia hidrográfica do rio Caraíva em um modelo de gestão compartilhada**. Belo Horizonte, 2005. 42p. Monografia - Especialização.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª edição, São Paulo: Blucher, 1999. 236p.

EMBRAPA – **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3º Ed. rev. Ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

EMBRAPA – **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília, EMBRAPA. 1995. 116p.

EMBRAPA - **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. (Org.). LARACH, Jorge. O. I; CARDOSO, Alcides; CARVALHO, Américo. P. de.; HOCHMÜLER, Delcio. P.; FASOLO, Pedro. J.; RAÜEN, Moacyr. de. J. Curitiba. EMBRAPA - SNLCS/SUDESUL/IAPAR. 1984ab. (Tomo I e II).

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FLORENZANO, T. G. **Geotecnologias na Geografia aplicada: difusão de acesso**. Rev. do Departamento de Geografia. 17. p. 24-29, 2005.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo. Oficina de textos. 2002.

GOBIN, A.; CAMPLING, P.; FEYEN, J. **Soil-Landscape modelling to quantify spatial variability of soil texture**. Physics Chem. Earth, 26, p.41-45, 2001.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual técnico de geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

IBGE (Instituto Brasileiro Agrônômico do Paraná). **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 104p.

KOEPPEN, W. **Climatologia. Com um estúdio de los climas de La tierra**. México. FCE. 1948. p. 482-487.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Ed: Oficina de Textos, 2010.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3ª.ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 440p.

MAACK, R. Breves notícias sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. In: **Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal**. ISSN 1516-8913. Brasil, 2001, 169-288.

MAGALHÃES, V. L. **Gênese e evolução dos sistemas pedológicos em unidades de paisagem do município de Marechal Cândido Rondon - PR**. Maringá, 2013. 123p. Tese de Doutorado em Geografia.

MANOSSO, F. C. **O estudo da paisagem no município de Apucarana-PR: as relações entre a estrutura geoecológica e a organização do espaço**. Maringá, UEM, 2005. Dissertação de Mestrado.

MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, Antonio. J. T.; CUNHA, Sandra. B. da. (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p.23-50.

MARTINS, V. M. **Relação Solo-Relevo-Substrato Geológico na Planície Costeira de Bertioga (SP)**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2009, 274p. Tese de Doutorado.

MEIRELES, H. T.; MRQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, M. C. C.; PEREIRA, G. T. **Relação solo-paisagem em topossequência de origem basáltica**. Pesq. Agropec. Trop., v.42, n.2, Goiânia, 2012. p. 129-136. e-ISSN 1983-4063.

MENEZES, P. R.; ALMEIDA, T. da. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, 2012. 276p.

MERCERJAKOV, J. P.; Les concepts de morphostructure et de morphosculpture, un nouvel instrument de l'analyse géomorphologique. In: **Annales de Géographie**. 1968, t. 77, n°423. p.539-552.

MEZZOMO, M. M. Dinâmica da paisagem e a organização das pequenas propriedades rurais em Marechal Cândido Rondon - PR. **Geoambiente on-line**. n.11. Jataí - GO, 2008. ISSN 1679-9860.

MILANI, E. J.; MELO, José. H.G.de.; SOUZA, P. A.de.; FERNANDEZ, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. In: **B. Geoci. Petrobras**. Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.265-287, 2007.

MINEROPAR. Atlas Geológico do Estado do Paraná. Curitiba, 2001.

MONTEIRO, C. A. de. F. **Geossistemas**: a história de uma procura. Contexto, São Paulo, 2000.

NÓBREGA, M. T. de.; CUNHA, J. E. da. A paisagem, os solos e a susceptibilidade à erosão. In: **Revista Espaço Plural**, ano XII, n. 25, Marechal Cândido Rondon, 2012. p.63-72.

OLIVEIRA, A.; SOUZA, R. M. e. Contribuições do método geossistêmico aos estudos integrados da paisagem. **Geoambiente on-line**. n. 19. Jataí - GO, 2012. ISSN 1679-9860.

OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia Aplicada**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005.

PENCK, W. **Morphological analysis of landforms**. English translation, London: Macmillan, 1953.

PESSÔA, R. L. **ArcScene 9.2**: uma abordagem geral sobre a criação de animações tridimensionais. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/26825005/ArcScene-9-2-Uma-abordagem-sobre-criacao-de-animacoes-3D>>. Acesso em: 20 de novembro de 2014.

PRATES, V.; SOUZA, L. C. de. P.; OLIVEIRA JUNIOR, J. C. de. Índices para a representação da paisagem como apoio para levantamento pedológico em ambiente de geoprocessamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.4, Campina Grande, 2012. p.408-414.

QUEIROZ NETO, J. P. de. **O papel da pedogênese no modelado do relevo: busca de novos paradigmas**. VI Seminário Latino Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra. 2010. p.02-19.

QUEIROZ NETO, J. P. de. Análise estrutural da cobertura pedológica: uma experiência de ensino e pesquisa. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, 2002. p.77-90.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5. ed. rev. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322p.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia aplicada**. Rev. do Departamento de Geografia. 16. p.81-90, 2005.

ROSA, R. et al. Elaboração de uma base cartográfica e criação de um banco de dados georreferenciados da Bacia do Rio Araguari – MG. In: LIMA, S. do C.; SANTOS, R. J. (Org.) **Gestão Ambiental da bacia do Rio Araguari – rumo ao desenvolvimento sustentável**. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia / Instituto de Geografia; Brasília: CNPq, 2004, p. 69–87.

ROSS, J. L. S. Os fundamentos da Geografia da natureza. In: ROSS, Jurandyr. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. 4^a. ed. 1. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003. p.13-65.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia** n°8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

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

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Ed. Contexto, 1990. 85p.

SAMOUËLIAN, A.; CORNU, S. Modelling the formation and evolution of soils, towards an initial synthesis. **Geoderma**, 145: p. 401-409, 2008.

SANTOS, R. P. dos. **Introdução ao ArcGis: Conceitos e Comandos**. 2009.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T. da.; SILVA, J. M. F. da; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 7, n° 2, 2006. p. 03-12.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná.** Minerais do Paraná. UFPR. Curitiba, 2006. 63p.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C. de.; SANTOS, H. G. dos.; KER, J. C.; ANJOS, L. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**, 5ª Ed. Viçosa: SBCS, 2005. 100p.

SANTOS, S. M. dos.; PINA, M. de. F. de.; CARVALHO, M. S. Os sistemas de informações geográficas. In: SANTOS, Simone. M. dos.; PINA, Maria. de. F. de.; CARVALHO, Marília. S. (Org.) **Conceitos básicos de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde.** Brasília. Organização Panamericana da Saúde/Ministério da Saúde, 2000. p.13-40.

SOMMER, M. Influence of soil pattern on matter transport in and from terrestrial biogeosystems - A new concept for landscape pedology. **Geoderma**, 133, p.107-123, 2006.

SOUZA, M. A. de; RIBEIRO, R. J. da. C.; CARNEIRO, P. J. R. Aplicações do sensoriamento remoto e geoprocessamento. Estudo de caso: bacia do rio do Sono, To - Brasil. Anais. **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** INPE. Natal, p. 2241 - 2248, 2009.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais:** (passado + presente = futuro?). São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999.

THOMAZ, S. L.; Sinopse sobre a Geologia do Paraná. In: **Boletim de Geografia.** UEM, v.2, n.2, 1984.

VALERIANO, M. M. Visualização de imagens topográficas. In: **Anais/Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, 13., p.1377-1384, 2007.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. de. **Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas.** Tópicos em Ciência do Solo, 4:145-192, 2005.

WYSOCKI, D. A.; SCHOENEBERGER, P. J.; LAGARRY, H. E. Soil surveys: a window to the subsurface. **Geoderma**, v. 126, n. 2, Amsterdam, 2005. p.167-180.