

**MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO QUATRO PONTES – PR**

**GEOENVIRONMENTAL MAPPING THE COURSE HIGH OF THE STREAM
BASIN QUATRO PONTES – PR**

Bruno Aparecido da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

E-mail: bruno88166553@hotmail.com

Michele Danzer

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

E-mail: michelgeo09@hotmail.com

Vanda Moreira Martin

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

E-mail: mmvanda@hotmail.com

Ericson Hideki Hayakawa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

E-mail: ericson_geo@yahoo.com.br

RESUMO: A caracterização geoambiental da paisagem é fundamental para o conhecimento dos tipos de solos e sua distribuição na bacia hidrográfica. As geotecnologias têm auxiliado na elaboração de cartas temáticas, tornando-se importantes ferramentas norteadoras para o planejamento do uso e ocupação do solo. O objetivo desta pesquisa foi mapear as classes de solos, no alto curso do córrego Quatro Pontes, localizado no município homônimo, região Oeste do Paraná. A caracterização pautou-se na obtenção de dados utilizando-se os modelos digitais de elevação (MDE) provenientes do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), imagens do satélite Landsat-8/OLI e Carta Topográfica. Os dados foram manipulados em Sistema de Informação Geográfica: SPRING 5.2 e QGIS 2.4. Posteriormente, foram geradas as cartas temáticas de hipsometria, declividade e de uso e cobertura do solo. A análise conjunta desses documentos permitiu a identificação dos limites de transição entre as classes dos LATOSSOLOS, NITOSSOLOS, CAMBISSOLOS, NEOSSOLOS e GLEISSOLOS na escala da bacia hidrográfica e vertente. Após incursões e aferição em campo, considerando as variáveis de declividade, topografia e as formas e tipos das vertentes, obteve-se o mapa de solos na escala aproximada de 1:50.000.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Solo-relevo; Vertente.

ABSTRACT: The geoenvironmental characterization of the landscape is critical to the understanding of soil types and their distribution in the watershed. The Geotechnologies has assisted in the preparation of thematic maps, making it important guiding tools for the planning of land use and occupation. The objective of this research was to map soil classes in the upper reaches of the stream Quatro Pontes, located in the homonymous municipality, western Paraná. The characterization was based on the collection of data using the digital elevation models (DEM) from the SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), Landsat-8 satellite / OLI and Charter Topographic. The data were to manipulated in Geographic Information System: SPRING QGIS 5.2 and 2.4. Subsequently, the thematic maps were generated from hypsometry, slope and land use and land cover. The analysis of these documents allowed the identification of the transition boundaries between the classes of Ferralsols, Nitisols, Cambisols, Entisols and Gleysols the scale of the river and watershed. After raids and scouting in the field, considering the variables slope, topography and the forms and types of strands, obtained the soil map the approximate scale of 1: 50,000.

Key words: Geoprocessing; soil-relief; slope.

INTRODUÇÃO

A apropriação do solo pelo ser humano deve considerar as características geoambientais da paisagem. Para tanto, é preciso realizar estudos que objetivem analisar tais características, de forma integrada, na paisagem. A bacia hidrográfica é a unidade de paisagem mais adequada para esse tipo de abordagem. Contudo, os recursos cartográficos disponíveis não atendem ao detalhamento necessário dos atributos que se pretende analisar. Na tentativa de avançar na análise do espaço geográfico local, a ciência geográfica tem utilizado de uma série de ferramentas e técnicas, as Geotecnologias. Os exemplos mais comuns são o Sensoriamento Remoto (SR), o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e o Geoprocessamento, dentre outros.

O conhecimento sobre a distribuição espacial dos solos contempla a questão da compreensão da paisagem e tem fundamentado vários estudos ambientais na região Oeste do Paraná. Dentre os vários trabalhos que abordam a relação solo-relevo destacam-se Magalhães (2013), Silva (2014), Danzer (2015), entre outros.

Assim, o conhecimento sobre os tipos de solos e sua distribuição espacial na paisagem adquire importância, à medida que considera a sua ocupação como fator preponderante na transformação da paisagem. Portanto, entendendo o mapeamento de solos como base para o planejamento ambiental e de uso ocupação da terra, esta

pesquisa objetiva realizar o mapeamento de solos no alto curso do córrego Quatro Pontes, com o auxílio das geotecnologias no levantamento, caracterização e organização dos dados da rede de drenagem, hipsométricos, declividade, uso e cobertura da terra, e das classes de solos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O córrego Quatro Pontes, afluente do rio Guaçu, localiza-se entre os municípios de Quatro Pontes e Marechal Cândido Rondon, na região Oeste do Estado do Paraná. Em função da extensão da bacia, a pesquisa abordou apenas o alto curso da mesma, que abrange uma área de 34,24 km² (Figura 1). A área de estudo está sobre o domínio geológico da Formação Serra Geral de idade cretácea (NARDY et al., 2002), correspondente ao grande derrame Mesozóico de rochas eruptivas básicas (SANTOS et al., 2006).

O clima atuante sobre a área de estudo é do tipo Cfa, que corresponde ao clima temperado chuvoso, sem a ocorrência de estação seca e moderadamente quente, com temperatura média no verão, superior a 22°C e média no inverno inferior a 18°C (AYOADE, 2010). As altas precipitações (>1500mm/ano) influencia a rede hidrográfica regional, caracterizada por canais fluviais perenes, os quais compõem a Bacia do Paraná III-Brasil (BP III-BR).

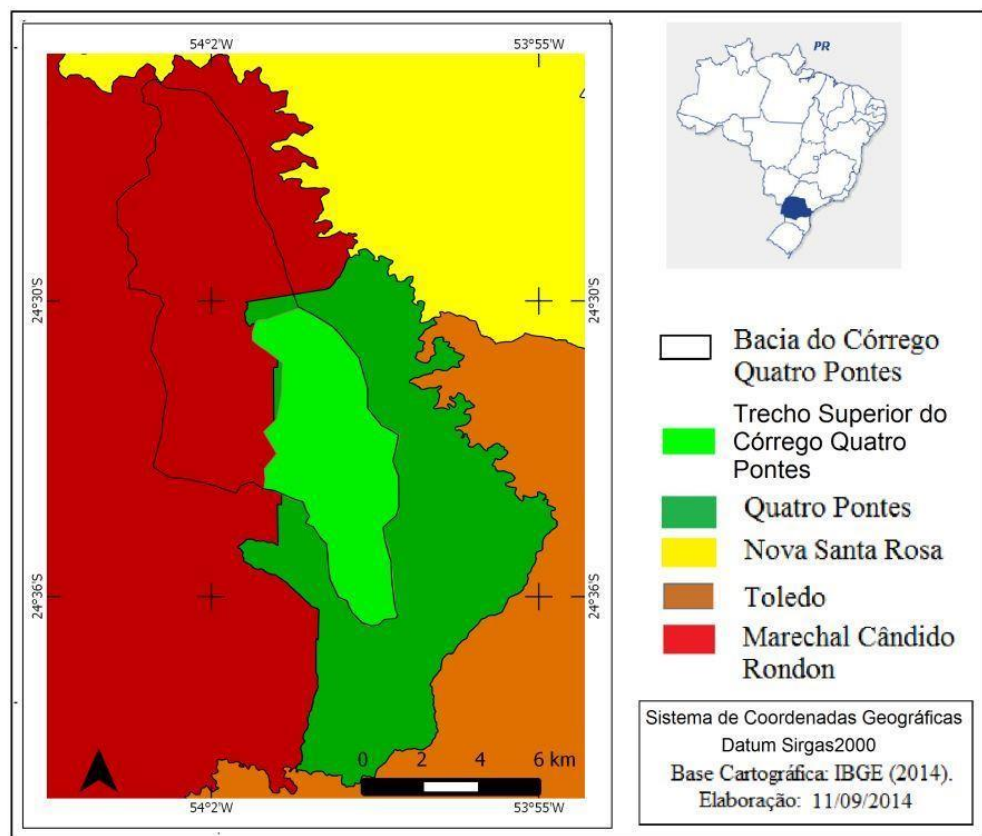


Figura 1: Localização da área de estudo.

Fonte: Silva (2014).

Os principais rios que compõem a BP III-BR são classificados como rios consequentes e drenam em sentido oeste, desaguando diretamente no Reservatório do lago de Itaipu (Figura 2). A BP III-BR subdivide-se em 13 principais bacias: Tatuí, Chororó, São Francisco Verdadeiro, São Francisco Falso Braço Norte, São Francisco Falso Braço Sul, São Vicente, Ocoí, Pinto, Passo-Cuê, Gabiroba, Dois Irmãos e Matias Almada e Guaçu, que tem como afluente o córrego Quatro Pontes (PARANÁ, 2013).

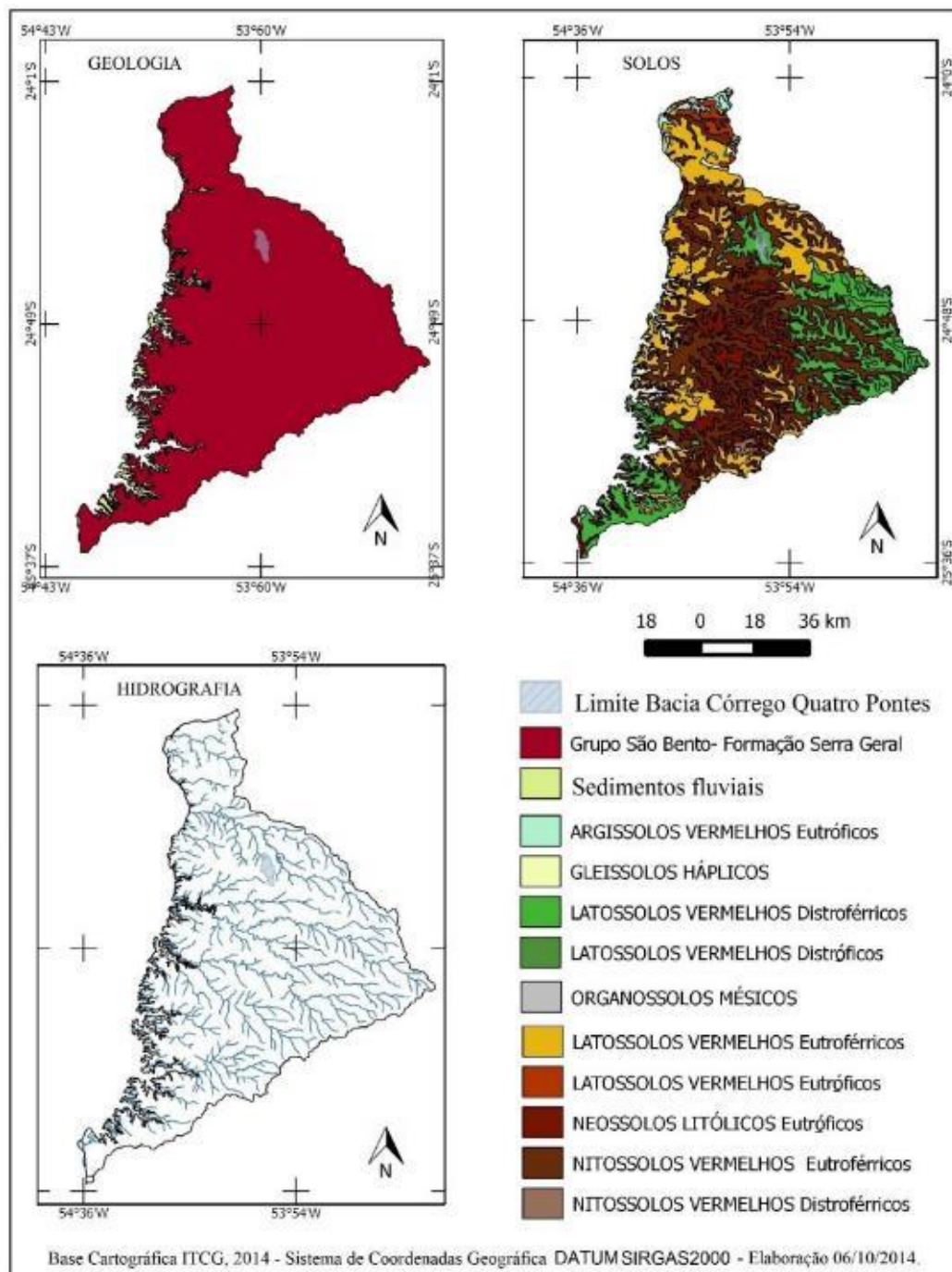


Figura 2: Atributos físicos da Bacia Hidrográfica do Paraná III.
Fonte: Silva (2014).

O relevo da BP III-BR é caracterizado por Bade (2014), e engloba cinco (05) Unidades morfoesculturais, sendo as Unidades de Cascavel, que subdivide-se em duas (02) Subunidades, de Nova Santa Rosa e Santa Tereza do Oeste, Foz do Iguaçu, Guaíra, São Francisco e de Marechal Cândido Rondon,. A área de estudo encontra-se na Unidade de Marechal Cândido Rondon (Figura 3).

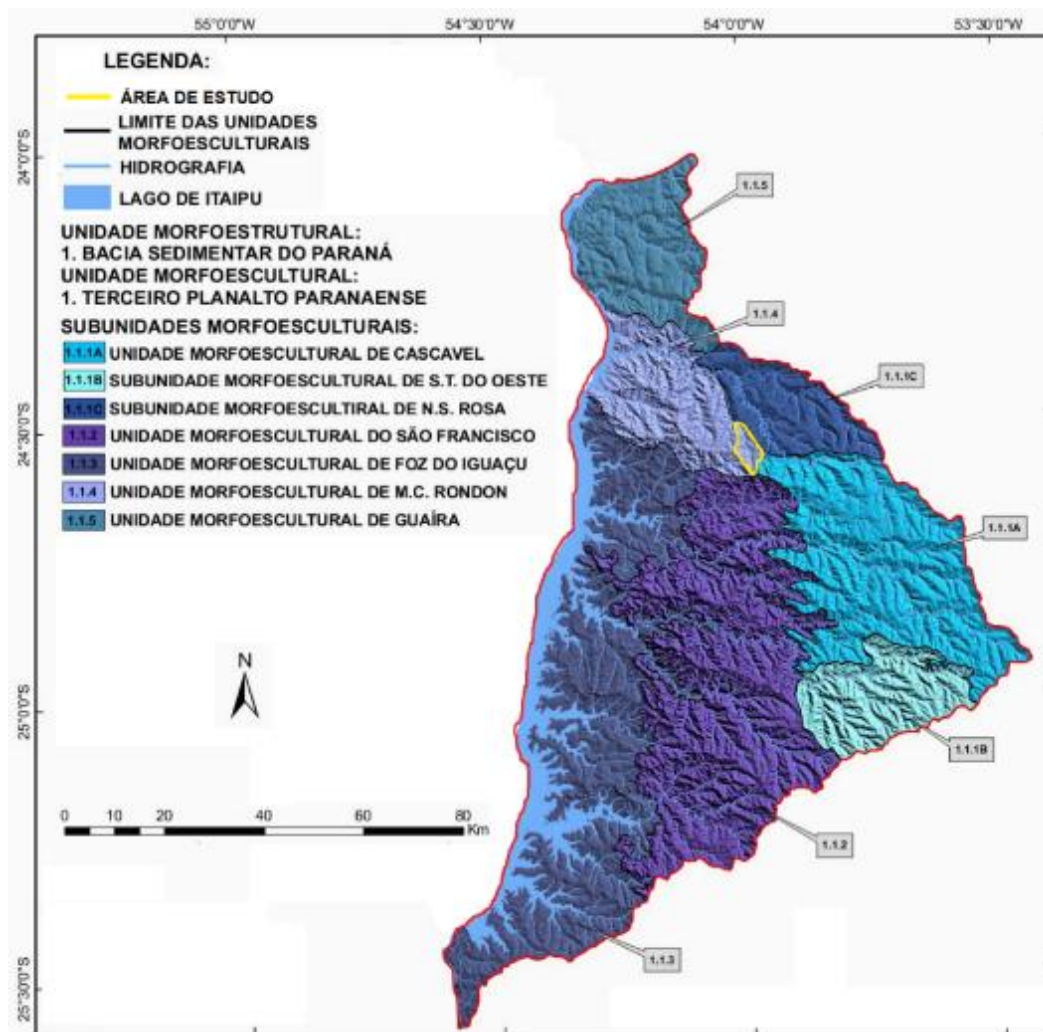


Figura 3 - Subunidades morfoesculturais da Bacia do Paraná III.
Fonte: Adaptado de Bade (2014).

A unidade morfoescultural de Marechal Cândido Rondon apresenta altitudes que variam entre as cotas de 220 a 500 metros, com dissecação fraca a média. Os setores onde predominam as classes de declividade entre 3% a 6%, e 6% a 12%, caracterizam-se com formas de vertentes retilíneas e convexas nos interflúvios, retilíneas nas médias vertentes e côncavas nos compartimentos de fundo de vales. Nas zonas da unidade em que predominam declividades 12% a 20%, e 20% a 30%, ocorrem formas predominantemente convexas e côncavas (BADE, 2014).

A formação dos solos na BP III-BR está associada à alteração dos basaltos da Formação Serra Geral, ao tipo climático quente e úmido e à geomorfologia local. Deste modo, são diversos os sistemas pedológicos existentes, e que apresentam diferentes graus de evolução como os LATOSSOLOS VERMELHOS, NITOSSOLOS

VERMELHOS, NEOSSOLOS REGOLÍTIOS, ORGANOSSOLOS HÁPLICOS e GLEISSOLOS HÁPLICOS (PARANÁ, 2013).

A pesquisa desenvolveu-se a partir do levantamento de materiais cartográficos para a obtenção dos dados morfométricos e das cartas temáticas de hipsometria, declividade, uso e cobertura da terra e solos (Quadro 1). A manipulação dos arquivos foi conduzida a partir dos softwares livres Qgis 2.4 e Spring 5.3.

Quadro 1: Relação dos materiais levantados nos respectivos sites.

Materiais	Fonte
Carta Topográfica (1:50.000), base geológica, hidrográfica, pedológica e geomorfológica.	Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG)
Imagem SRTM e Landsat-8 (bandas 4, 5 e 6)	Earth Explorer
Limites municipais, estadual e nacional.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

- **Morfometria da rede de drenagem:** os dados referentes à morfometria foram obtidos a partir da Carta Topográfica manipulada no *software* livre Qgis 2.4. Criaram-se os arquivos vetoriais com seus respectivos atributos alfanuméricos para exportação em formato “*shapefile*” para um banco de dados geográfico. A partir do conhecimento das medidas dos canais fluviais, bem como da área da bacia, realizou-se a caracterização da morfometria da rede de drenagem, seguindo equações estabelecidas por Horton (1945): $Dh=Lt/A$; $F=A/L2$; $Dr=N/A$.

- **Hipsometria e Declividade** - as informações referentes à topografia e declividade foram gerados, a partir dos dados de SRTM, com a importação e manipulação pelo *software* Spring 5.3. Para gerar o mapa hipsométrico, criou-se em “Modelo de Dados” a categoria temática denominada “Hipsometria”. Em seguida em “Classes Temáticas”, estabeleceram-se as cotas altimétricas de 320 a 520 com intervalo de 30 metros. Na sequência, acionando as opções “MNT” e “Fatiamento” realizou-se o tratamento e associação dos dados para a elaboração do mapa hipsométrico.

O mapa de declividade foi confeccionado a partir da criação da categoria “Grade-declividade” em “Modelos de Dados”. Posteriormente, ao selecionar a opção “MNT” e acionar a opção “Declividade”, realizou-se o tratamento dos dados. Em

seguida, em “Modelo de Dados”, criou-se a categoria temática “Declividade” e estabeleceram-se as classes de declividade em porcentagem, seguindo a metodologia proposta por Ross (1994). Após o tratamento dos dados, na opção “Fatiamento”, associaram-se as classes de declividade à categoria temática criada anteriormente, gerando a carta temática de declividade.

- **Uso e cobertura da terra** - o mapa de uso e ocupação da terra foi gerado a partir de imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI com resolução espacial de 30 metros. A imagem manipulada, da órbita/ponto 224/077, corresponde às faixas espectrais 4 (vermelho), 5 (infravermelho próximo), e 6 (infravermelho médio). Na opção “Imagem”, acionou-se o comando “Segmentação” para realizar a segmentação das imagens. Tal processo ocorreu a partir do método “Crescimento de Regiões” e “Índice de Similaridade” 3 e área (pixels) 5, de forma exploratória. Em seguida, realizou-se a classificação não supervisionada das imagens, que se caracteriza por ter como parâmetro atributos estatísticos de média, matriz de covariância e, também pela área, utilizando o classificador Iseog e limiar de aceitação 99% (INPE, 2014). Obteve-se o mapeamento das classes temáticas pré-estabelecidas em “Modelos de Dados”, associando-as a Cultura temporária, Vegetação, Água, Pastagem e Área urbana.

- **Mapa de Solos** - A primeira etapa do levantamento dos solos considerou a influência geológica, a altitude (topografia), a localização, a declividade, as formas das vertentes, o relevo e o tipo de uso e ocupação da terra. A segunda etapa compreendeu a integração, a análise e a interpretação dos mapas de declividade, de hipsometria, dos perfis topográficos, do uso e ocupação da terra e das imagens de satélite para o mapeamento dos solos. A última etapa do mapeamento englobou incursões em campo, com observações dos setores médio e baixo da bacia e, posteriormente, a observação no setor alto da bacia.

A identificação da distribuição espacial dos solos na paisagem considerou a declividade, a forma e o comprimento das vertentes, o uso e a ocupação da terra, fundamentada nas cartas temáticas. Ao todo foram observados 19 pontos ao longo da bacia (Figura 4), registrando-se as coordenadas geográficas, altitudes e imagens da paisagem e dos solos para auxiliar na análise e interpretação da relação solo-relevo.

A confecção e a edição final do mapa de solos foram realizadas no *software* Qgis 2.4. Com base na declividade, na distribuição das curvas de nível, nas imagens de satélite e nos perfis topográficos criaram-se polígonos referentes às classes de solos, com suas respectivas cores e nomes: LATOSSOLOS VERMELHOS, NITOSSOLOS

VERMELHOS, CAMBISSOLOS, GLEISSOLOS e NEOSSOLOS (LITÓLICOS e REGOLÍTICOS).

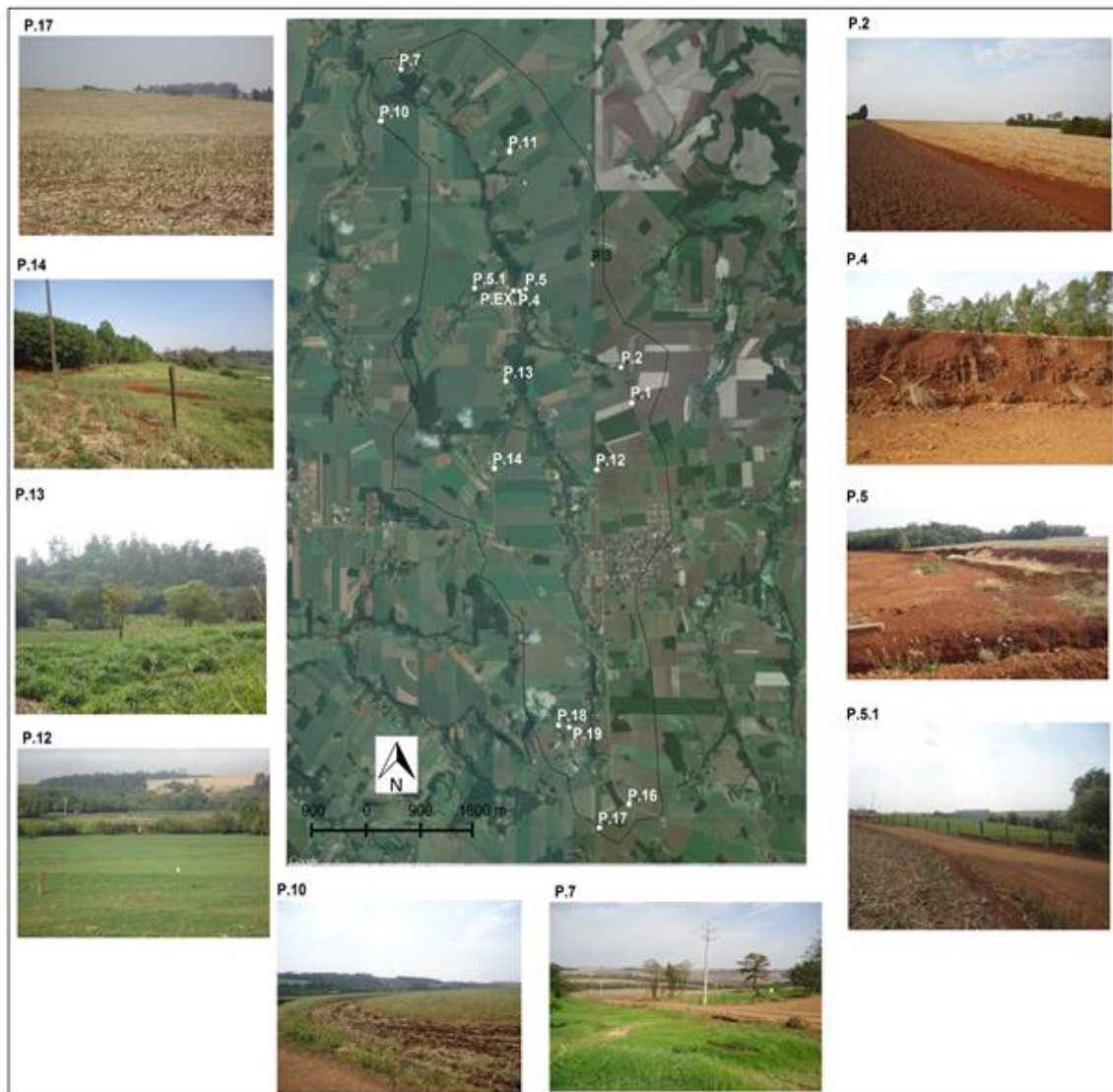


Figura 4: Pontos de observação da distribuição dos solos na paisagem.

Fonte: Silva (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados engloba a análise das características morfométricas da bacia, forma, densidade de drenagem e de rios, ordem dos canais fluviais e mapa da rede de drenagem. Os dados de hipsometria, declividade, uso e ocupação da terra representados a partir dos mapas temáticos fundamentam o mapeamento de solos na bacia do córrego Quatro Pontes.

Morfometria

Os índices morfométricos estão sistematizados no quadro 2. A rede hidrográfica da área de estudo é composta por doze canais de 1ª ordem, um canal de 2ª ordem e um canal de 3ª ordem (HORTON, 1945). O fator de forma indica que a susceptibilidade da bacia à inundações é inexpressiva, pois quanto mais próximo a 1 (um) for o valor obtido, menor é a vulnerabilidade. Esse dado está relacionado à topografia e às formas do relevo na bacia (suave ondulado), à amplitude altimétrica e à morfologia das vertentes.

Embora a bacia esteja localizada numa região com precipitação bem distribuída durante o ano, a densidade da rede de drenagem é de 0,78 km/km², influenciada pelas formas das vertentes, atributos pedológicos e tipo de cobertura (uso do solo). Os índices de densidade de drenagem e de rios são importantes fatores na constituição do modelado das vertentes e atuam na evolução dos solos.

Quadro 2: Índices morfométricos do alto curso do córrego Quatro Pontes.

Variáveis / Índices	
Área (km ²)	34,240
Perímetro (km)	30,971
Fator de forma	2,91
Densidade de rios (rios/km ²)	0,43
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,78
Canal principal (km)	12,936
Ordem da bacia	3ª
Distância em linha reta (km)	11,745

Fonte: Silva (2014).

Hipsometria

A topografia de uma bacia interfere na dinâmica da água, temperatura do local e em algumas propriedades dos solos. A maior cota altimétrica (510 metros) encontra-se no setor sul da bacia (Figura 5). As cotas intermediárias, 400 a 420 metros, são encontrados no setor central da bacia. Na confluência do canal principal com o córrego Guará encontram-se as isolinhas de 330 e 320 metros, representando o setor mais baixo

da bacia. Assim, a amplitude topográfica, da montante à jusante do canal principal, apresenta 180 metros de desnível em um trecho de 11 km de extensão. Tal característica topográfica influencia na velocidade de saída da água no sistema drenagem, refletindo na dinâmica e evolução dos sistemas vertente e solo.

Declividade

A declividade atua diretamente na evolução dos solos, pois influencia na direção e velocidade dos fluxos superficiais e subsuperficiais. Os setores com declividades de até 6%, relevo plano a suave ondulado representam 61% da área e distribuem-se nos interflúvios (topos) à leste e oeste da bacia (Figura 05). As áreas com classes de declividade entre 6% e 12%, e relevo suave ondulado a ondulado representam 34% da bacia (Quadro 03). Essa classe caracteriza os setores de média vertente e fundos de vale, além dos topos curtos a sudoeste, sul e sudeste do trecho superior da bacia do córrego Quatro Pontes.

Quadro 04: Quantificação das classes de Declividade.

Declividade (%)	Área da Declividade (%)
0-6	61
6-12	34
>12	5

Os setores que apresentam declividades média, forte e muito forte (12 a 30%, compreendem 5% da área) estão distribuídos ao longo da bacia, principalmente ao norte e sul, associados aos segmentos médios baixos das vertentes nas proximidades da confluência com o córrego Guará. No setor norte essas classes de declividades dominam os segmentos médios altos das vertentes, acompanhando a dinâmica do entalhamento do canal do rio principal em direção ao nível de base local (Arroio Guaçu), mostrando a influência do entalhamento do canal fluvial na vertente.

Assim a distribuição das classes de declividade na bacia reflete o arranjo espacial dos solos, influenciando as áreas de ocorrência de solos rasos e profundos, assim como as zonas de transição entre as principais classes de solos. Associado a isso, o uso e ocupação do solo será norteado pela declividade encontrada na bacia.

Uso e Cobertura da Terra

As classes de uso e cobertura da terra (Figura 5), mapeadas no trecho superior da bacia do córrego Quatro Pontes são: Cultura temporária, Vegetação, Água, Pastagem e Área urbana (Quadro 4). A cultura temporária, caracterizada pelo cultivo da soja, milho e trigo, é a base econômica do município. Essa classe coincide com a distribuição dos LATOSSOLOS VERMELHOS E NITOSSOLOS VERMELHOS. A Vegetação, Água e Pastagem associam-se aos solos rasos.

Quadro 4: Quantificação das classes de Uso e cobertura da terra.

Classes de Uso e Cobertura da Terra	Área km ²	%	Solos	Área km ²
Cultura temporária	22,59	66	Latossolos	18
Vegetação	7,19	21	Nitossolos	9,1
Água	2,73	8	Neossolos	3,05
Pastagem	0,17	0,5	Cambissolos	2,23
Área urbana	1,54	4,5	Gleissolos	1,35

Solos

As classes de solos mapeadas são representadas pelos LATOSSOLOS VERMELHOS (18,5 km²). Estes ocupam aos setores de alta vertente, com topos alongados e declividade até 6%. Os NITOSSOLOS VERMELHOS (9,1 km²) dominam os segmentos convexados, médios e médio-baixos das vertentes. Esses solos associam-se às declividades inferiores a 12% na vertente. A transição da classe dos LATOSSOLOS VERMELHOS para NITOSSOLOS VERMELHOS acompanha as isolinhas de 380 metros (vertente direita da bacia), e 400 metros (vertente esquerda da bacia).

Os NEOSSOLOS ocupam 3,05 km² na bacia. Sua distribuição espacial está associada às declividades acima de 12%. Essa classe é mais representativa à jusante e ao norte da bacia, onde destaca-se uma faixa contínua de, aproximadamente, 4 km de comprimento na vertente direita. Ao sul da bacia, onde a declividade ultrapassa 20%, são encontradas manchas de NEOSSOLOS (Figura 6). Estes ambientes favorecem o escoamento rápido da água na superfície e subsuperfície, em função das declividades médias a fortes, associado ao comprimento e forma da vertente, retardando os processos

pedogenéticos. Conforme destaca Lepsch (2002), a declividade interage na dinâmica da água a partir da sua dispersão, concentração e velocidade de arrastamento, dependendo da característica de cada vertente.

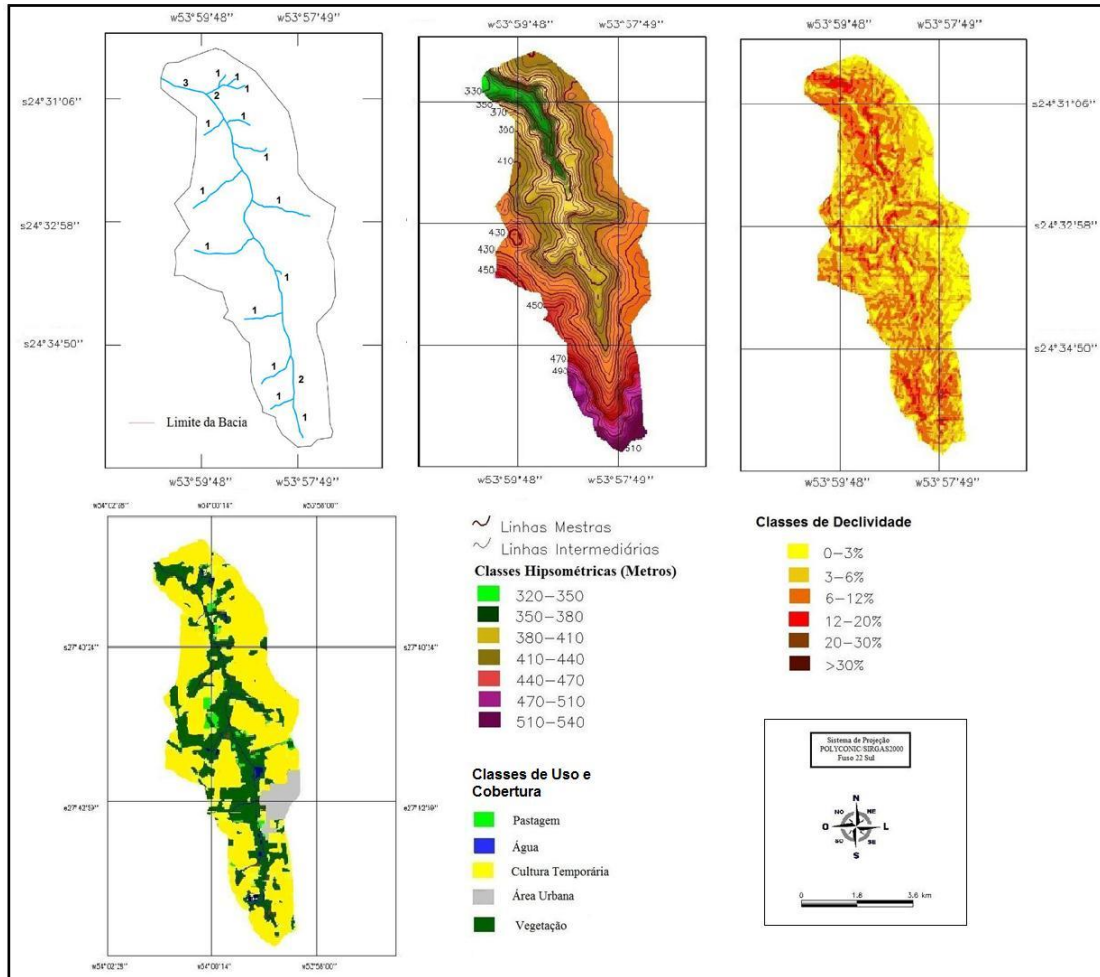


Figura 5: Cartas temáticas da área de estudo.

Fonte: Silva (2014).

Os CAMBISSOLOS representam uma área de 2,23 km² da bacia e são encontrados em setores com declividades fortes (>12%) associadas às rupturas de declive acentuadas e aos ambientes próximos aos fundos de vale. Os GLEISSOLOS ocupam 1,35 km² de área e predominam no setor central da bacia, em áreas com declividade fraca (<3%) associada aos fundos de vale.

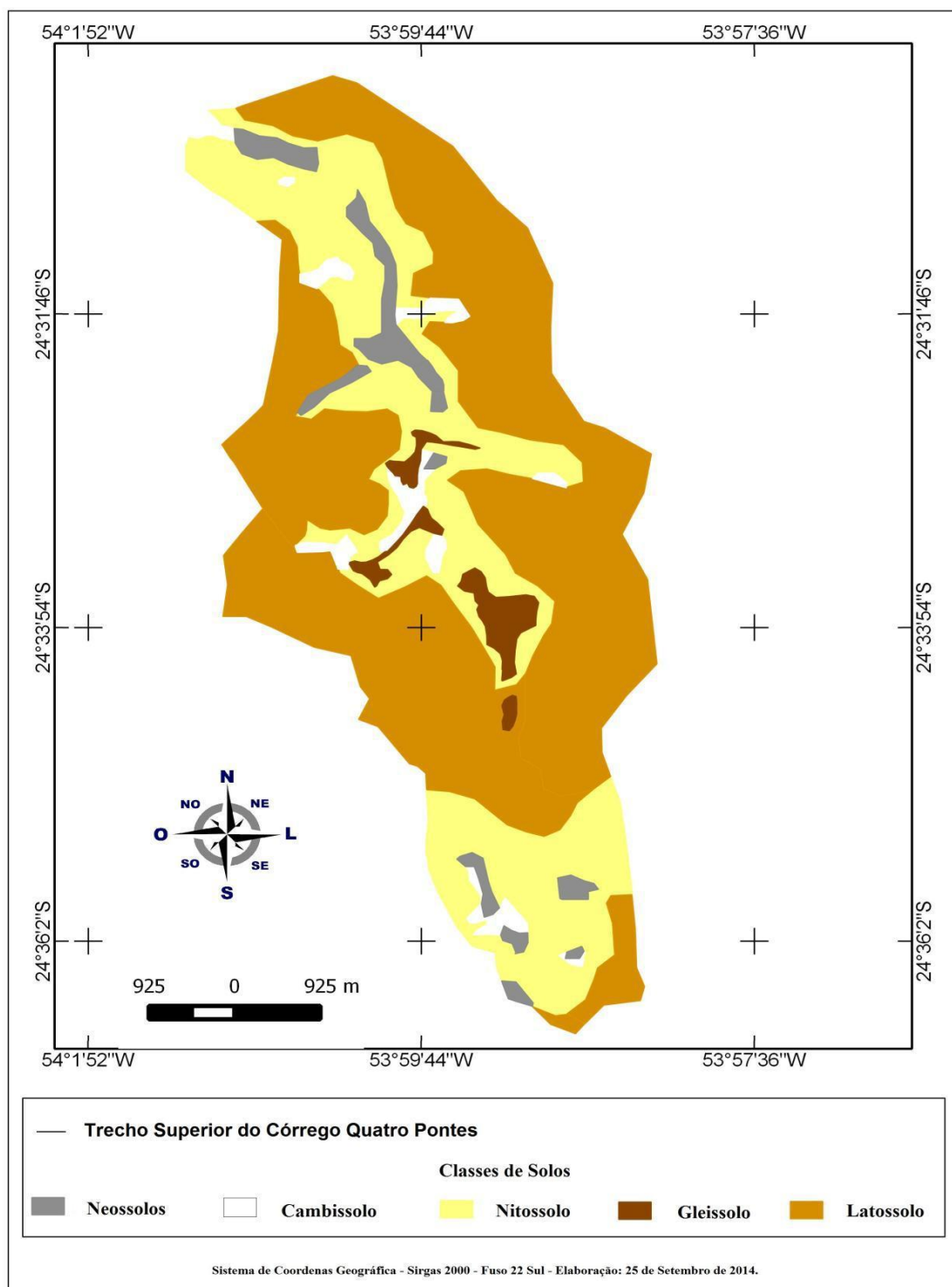


Figura 06: Mapa de solos da área de estudo.
Fonte: Silva (2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O entendimento das características da rede de drenagem, dos aspectos hipsométricos e de declividade possibilitou a compreensão da dinâmica da paisagem, a

partir da confecção dos mapas temáticos. A integração desses mapas fundamentou o mapeamento de solos na área de estudo na escala aproximada 1:50.000. Com isso, avançou-se em classes mapeadas se comparado ao levantamento de solos realizado pela Embrapa (1981), disponibilizado digitalmente pelo ITCG (1:250.000).

No trecho superior do córrego Quatro Pontes, as características geoambientais controlam o fluxo de água infiltrada e escoada na vertente. O relevo suave ondulado norteia a formação de solos profundos e bem evoluídos na bacia, influenciando no tipo de uso e ocupação da terra. Assim, a Cultura temporária, caracterizada pelo cultivo da soja, milho e trigo desenvolve-se nos setores em que predominam as classes do LATOSSOLOS VERMELHOS e NITOSSOLOS VERMELHOS. Enquanto que as classes de Pastagem, Vegetação e Água associam-se a ambientes com solos rasos.

A distribuição de solos bem estruturados representa 80% da área total da bacia. Deste modo, o manejo e conservação desses sistemas devem seguir estudos prévios para evitar a diminuição da capacidade produtiva desses solos. As demais classes mapeadas, com menor percentual de ocorrência, requerem atenção, uma vez que a fragilidade desses sistemas é mais acentuada, devido às características de solos mal drenados e mal estruturados.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 8ª ed. 2010. 332 p.

BADE, M.R. **Definição e caracterização das unidades de paisagem das Bacias Hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai)**. Programa de Pós-graduação em Geografia. UNIOESTE. Dissertação de Mestrado, 2014, 114p.

DANZER, M. Relação solo-relevo na subunidade morfoescultural de Nova Santa Rosa – PR. Dissertação de mestrado. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, 2015.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol Soe. Am. Bull.**, v.56, n.3, p.275-370, 1945.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sistema de Processamento de informações Georreferenciadas**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/>. Acesso em: 07/05/2014.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografias e Geociências. **Documento Cartográficos**. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8>. Acesso em: 10/06/2014.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

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.

NARDY, A.J.R. et al. Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral. **Revista Geociências**, 21 (2): 15-32. 2002.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias hidrográficas do Paraná: Série histórica.** 2. ed. Curitiba, 2013.

ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, nº 8, 1994.

SANTOS, L.J.C, OKA FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.; ROSS, J.L.S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 7: 3. 2006.

SILVA, B.A. **Caracterização geoambiental do trecho superior do córrego Quatro Pontes, município de Quatro Pontes – Paraná – Brasil.** Unioeste; p.68; 2014. (Trabalho de conclusão de curso).