ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Compartimentação geomorfológica das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai)

Maicol Rafael Bade¹, Anderson Sandro Da Rocha², José Edézio Da Cunha³, Maria Teresa de Nóbrega⁴

¹Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) - maicolbade@yahoo.com.br, ²Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Doutorando pelo Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá (UEM) - andersonsdr@gmail.com, ³Professor do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) - edeziocunha@hotmail.com, ⁴Professora da Pós-Graduação em Geografia na Universidade Estadual de Maringá (UEM) - mtnobrega@oul.com.br.

Artigo recebido em 13/04/2016 e aceito em 03/08/2016

RESUMO

Estudos envolvendo a compartimentação da paisagem, associados ao uso das geotecnologias, têm apresentado boa aplicabilidade nas ciências geográficas porque permitem discussões socioambientais consideradas importantes para a melhor gestão territorial. Com o objetivo de identificar e caracterizar as unidades e subunidades morfoesculturais das bacias hidrográficas do Paraná III, localizadas na fronteira do Brasil com o Paraguai, foram elaboradas cartas de declividade, hipsometria, curvatura vertical e do relevo sombreado e de unidades do modelado. A análise dos dados permitiu identificar e caracterizar quatro unidades e três subunidades no território brasileiro e quatro unidades no território paraguaio. Este estudo de caso, além de confirmar a boa aplicabilidade da metodologia, com auxílio das geotecnologias no entendimento sistêmico da paisagem, possibilitou o levantamento de dados que subsidiaram o planejamento ambiental e territorial da área estudada.

Palavras-chave: Mapeamento geomorfológico, geotecnologias, bacia hidrográfica.

Geomorphological partitioning of Paraná III (Brazil/ Paraguay) hydrological basin

ABSTRACT

Studies involving landscape partitioning, associated to geotechnology use, have presented good applicability in geographical Science since they allow social environmental discussions that are important to a better territorial management. Aiming at identifying and characterizing the morph sculptural units and subunits of Parana III hydrological basin, located in the borderline between Brazil and Paraguay, slope charts, hypsometry and vertical curvature were elaborated from shaded relief and units of the shape. The data analysis allowed the identification and characterization of four units and three subunits on the Brazilian territory and four units on the Paraguayan territory. The present case study, besides confirming the good methodology applicability, with the aid of geotechnologies in the systemic understanding of the landscape, made possible the data collection that served as basis for environmental and territorial planning of the studied area.

Keywords: Geomorphological mapping, geotechnologies, hydrological basin.

Introdução

Nas últimas décadas, diversas pesquisas têm se utilizado da compartimentação geomorfológica como estudos de base. Uma das razões para esta afirmativa é que a partir da análise individualizada dos compartimentos se obtém a compreensão das ações e dos processos morfodinâmicos, ocasionados pela dinâmica climática atual e pela atuação do homem como agente modificador da paisagem.

Os avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas, como a utilização de dados derivados do Sensoriamento Remoto, imagens de radar e imagens ópticas (SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* e ASTER – *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), têm permitido a obtenção de dados e informações de melhor resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal, que ajudam no

mapeamento, na medição e no estudo de uma variedade de fenômenos geográficos e ambientais.

Visando aprimorar esta temática, estipulou-se para este artigo o objetivo de identificar e caracterizar as unidades e subunidades morfoesculturais das bacias hidrográficas do Paraná III, localizadas na fronteira do Brasil com o Paraguai.

Os resultados obtidos, pautados na classificação taxonômica do relevo, proposta por Ross (1992), juntamente com os trabalhos realizados no campo, permitiram identificar e caracterizar quatro unidades (São Francisco - 1.1.2, Foz do Iguaçu - 1.1.3, Marechal Cândido Rondon 1.1.4 e Guaíra - 1.1.5) e três subunidades (Toledo - 1.1.1A, Santa Tereza do Oeste - 1.1.1B e Nova Santa Rosa - 1.1.1C), no território brasileiro, e quatro unidades (Santa Fé Del Paraná - 1.2.1, Nueva Esperanza - 1.2.2, Corpus Christi - 1.2.3 e Salto Del Guairá - 1.2.4), no território paraguaio.

Esta pesquisa, com recorte espacial de limites fronteiriços com as regiões Oeste do Estado do Paraná (Brasil) e Leste dos departamentos de Canindeyú e Alto Paraná (Paraguai), além de confirmar a boa aplicabilidade metodológica com auxílio das geotecnologias no entendimento sistêmico da paisagem, possibilitou o levantamento de dados que subsidiam o planejamento ambiental e territorial da área estudada.

Localização e caracterização da área de estudo

As bacias hidrográficas do Paraná III (Figura 01) encontram-se situadas na fronteira entre o Brasil e o Paraguai, nas regiões Oeste do estado do Paraná, Leste do departamento de Canindeyú e Nordeste do departamento de Alto Paraná. Do lado brasileiro, possui uma área total de 8.707 km², cerca de 4% da área do estado do Paraná, e uma população estimada em 642.684 habitantes (IBGE, 2004), aproximadamente 6% do total do estado. Do lado paraguaio, possui uma extensão de 10.461 km² e uma população estimada de 181.244 habitantes, distribuídos nos distritos (DGEEC, 2002).

Estas bacias hidrográficas possuem, em sua extensão territorial, uma área total de 19.168 km², delineadas, ao Norte, pela Área de Proteção Ambiental (APA) Federal das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná e pelo Parque Nacional de Ilha Grande e, ao Sul, pelo limite do Parque Nacional do Iguaçu.

Nas unidades hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai) predominam as rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral (Grupo São Bento), que deram origem a uma cobertura pedológica formada por solos muito argilosos como os Latossolos e Nitossolos Vermelhos (Oxisols), Argissolos Vermelhos (Alfissols/Ultisols), além de Neossolos Litólicos (Entisols), classificados no Brasil pela EMBRAPA (2013) e no Paraguai Oriental por Gorostiaga *et al.* (1995).

No extremo Norte da área ocorre o Arenito Caiuá, com solos de textura arenosa, como os Argissolos na classificação brasileira e os Ultisol e Alfisol na classificação americana (Gorostiaga *et al.*, 1995).

O arenito Caiuá estende-se, em grande parte, até o limite esquerdo do leito do rio Pirity (leste do Paraguai), e em alguns pontos isolados, compreendendo parte dos departamentos de Alto Paraná e Canindeyú no Paraguai.

Predomina na região, o clima Cfa, subtropical, úmido, mesotérmico com precipitações médias anuais entre 1.600 e 1.700 mm (IAPAR, 1994). Existe tendência de concentração das chuvas durante os meses de verão, mas sem uma estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22°C e a dos meses mais frios é inferior a 18°C.

Os principais afluentes do rio Paraná em território brasileiro são os rios São Francisco, com nascente em Cascavel, o Guaçu, que nasce em Toledo, o São Francisco Falso, que nasce em Céu Azul, e o Ocoí, que nasce em Matelândia (SEMA, 2010). Já os principais afluentes em território Paraguaio são os rios Pirity, Gasory, Itambey e Limoy (Gorostiaga *et al.*, 1995).

Figura 01. Localização das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai).

Métodos e técnicas

Para atingir os objetivos propostos foram realizadas as seguintes etapas: a) trabalhos de campo com acompanhamento de documentos cartográficos, GPS e câmeras para a tomada de fotos, que permitiram o reconhecimento das principais unidades tectônicas e morfoesculturais;

b) elaboração de cartas de declividade, hipsometria, curvatura vertical e relevo sombreado com contribuições das cartas de geologia, solos, hidrografia (Figura 02 e 03), já existentes; c) elaboração de carta dos compartimentos morfoesculturais, diferenciados

pelas semelhanças topográficas e de rugosidade do terreno.

Figura 02. Esboço geológico das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai). Organização e confecção: Bade e Baller (2013). Fonte: Orué (1996); Farinã (2009); MINEROPAR (2006).

Figura 03. Carta de solos das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai). Organização e confecção: Bade e Rocha (2013). Fonte: Gorostiaga (1995); EMBRAPA (2013).

Para a compartimentação do relevo, foi utilizada a metodologia de Ross (1992), baseado nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, desenvolvidos pelos russos Guerasimov e Mecerjakov (1968).

A escala adotada nesta pesquisa (1:250.000) permitiu a compartimentação do modelado até o 3º táxon da metodologia abordada. Conforme Ross e Moroz (1997, p. 45) os demais táxons (4º, 5º e 6º) exigem escalas de representação de maior detalhe.

Os dados para a delimitação das bacias hidrográficas, tanto em território brasileiro como em território paraguaio, foram obtidos pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2013), em formato *GeoTiff* (SRTM, resolução de 30m). As informações sobre a cobertura pedológica e a hidrografia foram obtidas pelo site do Instituto de Terras, Cartografias e Geociências – ITCG (2013), em formato *shape file* na escala de 1: 250.000, e os dados referentes a geologia, pela MINEROPAR (2006), em formato *shape file*, disponíveis na escala de 1:250.000.

Os dados para a delimitação dos distritos e departamentos em território paraguaio foram vetorizados e georreferenciados a partir de informações encontradas no site da Secretaria del Ambiente do Paraguai (SEAM, 2011), no *link* GEOPORTAL – Mapas Temáticos *On Line*. As informações sobre as principais classes de solos da região Oriental do Paraguai foram obtidas na escala de 1:500.000 (Gorostiaga *et al.*, 1995) que posteriormente foram georreferenciadas, vetorizadas e compatibilizadas na escala de 1:250.000. No que diz respeito à geologia, foram utilizadas as informações do Esboço Geológico do Paraguai Oriental, elaborado por Orué (1996) e Fariña (2009), em escala não definida. O esboço também foi georreferenciado e vetorizado em escala compatível de 1:250.000.

Para a elaboração das cartas temáticas intermediárias (declividade, hipsometria, curvatura vertical e relevo sombreado), foram utilizados os dados da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Estes dados foram refinados da resolução espacial original de 3 arco-segundos (~90m) para 1 arco-segundo (~30m), e encontram-se disponibilizados no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais no projeto TOPODATA (INPE, 2013). O *software* utilizado para a confecção das cartas (declividade, hipsometria e curvatura vertical) foi o ArcGis 9.3® na sua extensão ArcMap. Para a confecção da

carta de relevo sombreado utilizou-se o *software* Envi 5.0®. Para a delimitação das unidades e subunidades do modelado, o *software* Global Mapper 13®.

Os dados SRTM, abrangendo as bacias hidrográficas, foram organizados em mosaico e contemplaram as seguintes cartas: 23s555, 23s54, 24s555, 24s54, 25s555 e 25s54 (formato TIFF), ambas em escala compatível de 1:250.000.

A imagem SRTM possibilitou a criação do modelo digital de elevação (DEM) que serviu para a obtenção de informações tridimensionais da área de estudo (latitude, longitude e altitude) e confecção das cartas de declividade, hipsométrica, curvatura vertical e do relevo sombreado.

A carta com a delimitação das unidades e subunidades morfoesculturais das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai) foi vetorizada manualmente, através de polígonos, no *software* Global Mapper v. 13.00®, desenvolvido pela Blue Marble Geographics.

A análise e interpretação dos dados obtidos nas cartas de declividade, hipsometria, curvatura vertical e relevo sombreado, somadas às informações básicas de geologia, pedologia e hidrografia, confirmadas no campo, possibilitaram a confecção da carta final com as unidades de paisagens das bacias hidrográficas da Paraná III (Brasil/Paraguai).

Resultados e discussão

Pautado na classificação proposta por Ross (1992) e nos trabalhos de Santos *et al.* (2006) e Oka-Fiori *et al.* (2006), compreende-se que nas bacias hidrográficas do Paraná III – (Brasil/Paraguai), no primeiro nível taxonômico, encontra-se a unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, representada neste trabalho como a unidade de maior nível de grandeza. No segundo nível, estão as duas grandes unidades morfoesculturais, denominadas de Terceiro Planalto Paranaense e Planalto Serra Geral do Paraguai Oriental.

Os dados de hipsometria, declividade, relevo sombreado, curvatura vertical (Figura 04), geologia, solos, hidrografia, posicionamento global (GPS) e caminhamentos a campo, permitiram o conhecimento de oito unidades e três subunidades morfoesculturais nas bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai), representadas, pelo terceiro nível taxonômico (Quadro 01 e Figura 05).

Figura 04 - Cartas temáticas das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai)

Quadro 01. Síntese das principais características geomorfológicas das unidades e subunidades morfoesculturais das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai). Elaborado pelos autores.

1º TAXON	2º TAXON	3º TAXON		FORMAS DE RELEVO			ALTITUDE (metros)	CLASSES DE DECLIVIDADE (km2 e %)						
UNIDADE MORFOESTRUTURAL	PRIMEIRA UNIDADE MORFOESTRUTURAL	SEGUNDA UNIDADE E SUB-UNIDADES MORFOESTRUTURAIS		DISSECAÇÃO	VERTENTES (área em km2 e %)			0-3%	3-6%	6-12%	12-20%	20-30%	> 30%	
					CONCAVO	RETILÍNEO	CONVEXO							
BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ 1	TERCEIRO PLANALTO PARANAENSE 1	1.1.1 - UNIDADE MORFOESTRUTURAL DO PLATO DE CALCAREIL	1.1.1A - SUB-UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE TOLEDO	média	178,32 (12,74%)	1104,06 (78,85%)	117,80 (8,41%)	400 - 800	293,42 (26,96%)	392,13 (28,61%)	615,70 (43,97%)	88,74 (8,34%)	9,58 (8,68%)	0,81 (0,04%)
			1.1.1B - SUB-UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE SANTA TEREZA DO OESTE	média/ forte	127,48 (23,18%)	313,41 (56,99%)	109,96 (19,83%)	500 - 800	99,95 (18,17%)	63,42 (11,53%)	218,78 (39,78%)	131,68 (23,94%)	33,33 (8,86%)	2,79 (0,51%)
			1.1.1C - SUB-UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE NOVA SANTA ROSA	fraca	49,58 (11,12%)	366,03 (82,68%)	30,32 (6,86%)	300 - 400	127,41 (28,57%)	164,50 (36,89%)	135,52 (30,39%)	16,80 (3,77%)	1,66 (8,37%)	0,04 (0,01%)
		1.1.2 - UNIDADE MORFOESTRUTURAL DO SÃO FRANCISCO	forte	734,60 (32,68%)	887,78 (39,49%)	625,47 (27,82%)	220 - 700	351,53 (15,64%)	164 (7,36%)	753,20 (33,51%)	563,85 (25,05%)	303,61 (13,50%)	112,48 (9%)	
		1.1.3 - UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE FOZ DO IGUAÇU	fraca	428,56 (15,94%)	1911,33 (71,68%)	349,12 (12,38%)	100 - 400	1081,18 (40,21%)	912,17 (33,92%)	575,43 (21,40%)	103,11 (3,83%)	13,11 (0,49%)	3,92 (0,15%)	
		1.1.4 - UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON	fraca/ média	126,43 (18,96%)	442,18 (66,39%)	98,36 (14,73%)	220 - 500	151,43 (22,70%)	153,09 (22,95%)	269,47 (40,49%)	76,12 (11,41%)	15,41 (2,31%)	1,44 (0,22%)	
		1.1.5 - UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE GUAIRA	fraca	62,07 (8,78%)	613,15 (86,79%)	32,82 (4,53%)	200 - 400	234,7 (33,19%)	299,84 (42,40%)	161,55 (22,84%)	9,88 (1,40%)	0,86 (0,12%)	0,39 (0,05%)	
	PLANALTO SERRA GERAL DO PARAGUAI ORIENTAL 2	1.2.1 - UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE CORPUS CHRISTI	fraca	397,18 (9,36%)	3643,55 (85,34%)	228,75 (5,36%)	300 - 500	2063,66 (48,34%)	1362,47 (32,38%)	747,27 (17,50%)	73,66 (1,72%)	2,30 (0,05%)	0,12 (0,00%)	
		1.2.2 - UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE SALTO DEL GUAIRA	fraca/ média	163,68 (12,35%)	1084,94 (81,97%)	76,55 (5,78%)	220 - 400	375,40 (28,33%)	493,59 (37,25%)	368,49 (27,81%)	86,22 (6,51%)	1,29 (0,10%)	0,18 (0,01%)	
		1.2.3 - UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE NUEVA ESPERANZA	média	213,42 (14,20%)	1129,59 (75,15%)	160,82 (10,65%)	220 - 500	491,48 (26,71%)	488,21 (32,48%)	495,52 (32,97%)	95,63 (6,36%)	19,23 (1,28%)	2,95 (0,20%)	
		1.2.4 - UNIDADE MORFOESTRUTURAL DE SANTA FE DEL PARANÁ	fraca	447,58 (13,31%)	2588,34 (76,96%)	327,45 (9,74%)	220 - 400	1642,31 (48,83%)	1056,42 (31,41%)	553,65 (16,46%)	104,29 (3,10%)	6,02 (0,18%)	0,67 (0,01%)

Figura 05. Compartimentação das Unidades e Subunidades Morfoesculturais das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai).

A unidade do Platô de Cascavel contempla as subunidades de Toledo (1a), Santa Tereza do Oeste (1b) e Nova Santa Rosa (1c). Essas subunidades apresentam condições semelhantes em relação à posição hipsométrica, com gradientes altimétricos que variam entre 400 e 775 metros, contemplando a maior parte das nascentes da margem esquerda da bacia.

Na subunidade de Toledo (1.1.1A), com área total de 1400,18 km², as vertentes se caracterizam, em maior parte, como retilíneas, ou seja, somam 1104,04 km², num total de 78,85%. Essa configuração do relevo é evidenciada pelas vertentes com topos planos a suavemente ondulados e leve concavidade nos setores de fundos de vale (Foto 01).

Foto 01. Subunidade Morfoescultural de Toledo (1.1.1A). Município de Cascavel, Estado do Paraná, Brasil, margens da rodovia PR-317 (24° 44' 59.8194" S e 54° 47' 51.9" W). Fonte: Acervo do autor (26/02/2013).

As altitudes encontram-se entre as cotas de 450 e 600 metros. Já as declividades predominantes estão nas classes de 3% a 12% (relevo suave ondulado a ondulado), com destaque para a classe de 6% a 12%, que somam uma área total de 615,70 km² (43,97% da unidade). Predominam solos Latossolos nos setores entre 0% e 6% de declividade e Nitossolos nos setores entre 6% e 12% de declividade. A

subunidade possui dissecação média e o uso do solo é caracterizado pelas atividades agrícolas (culturas de soja e milho).

Na subunidade de Santa Tereza do Oeste (1.1.1B), ocorrem declividades mais acentuadas, entre 6 e 20% (relevo ondulado). Juntas, essas duas classes somam 350,46 km², num total de 63,72% (Foto 02).

Foto 02. Subunidade Morfoescultural de Santa Tereza do Oeste (1.1.1B). Município de Céu Azul, Estado do Paraná, Brasil, proximidades da rodovia BR-277 (25° 3' 3.384" S e 53° 42' 53.5314" W). Fonte: Acervo do autor (14/11/2013).

O predomínio da dissecação média, nesta subunidade de Santa Tereza do Oeste, evidencia elevadas cotas altimétricas, entre 500 e 800 metros.

Nesta subunidade são comuns pequenas áreas de Neossolos Litólicos, geralmente entre as classes de 12% e 30% de declividade. Também são comuns os Latossolos, entre as declividades de 0% a 6% e os Nitossolos, entre 6% e 12% de declividade.

De modo geral, as vertentes apresentam-se convexas nos interflúvios, totalizando 109,06 km² (19,83%); retilíneas nos setores de média vertente (313,41 km², 56,99%) e côncavas nos fundos de vale (127,48 km², 23,18%).

A subunidade de Nova Santa Rosa (1.1.1C), embora apresente semelhantes condições pedológicas com a subunidade de Toledo 1.1.1A (Latossolos nas declividades entre 0% e 6% e Nitossolos entre 6% e 12), exibe porcentagens de declividades mais fracas, em especial, entre as classes de 0% e 6% (relevo plano a suave ondulado), com maior área pertencente à classe de 3% a 6%, num total de 164,50 km² (36,89% da subunidade).

Nesta subunidade, predominam cotas altimétricas de 350 a 450 metros. Apresentam vertentes longas e retilíneas, com área total de 366,03 km², equivalente a 82,08% (Foto 03).

Foto 03. Subunidade Morfoescultural de Nova Santa Rosa (1.1.1C). Município de Nova Santa Rosa, Estado do Paraná, Brasil, margens da rodovia PR-491 (24° 27' 15.5880" S e 53° 56' 23.4600" W). Fonte: Acervo do autor (18/12/2014).

No curso intermediário da área de estudo, em território brasileiro, localiza-se a unidade morfoescultural do São Francisco (1.1.2), com área total de 2247,85 km² e cotas altimétricas que variam entre 300 e 700 metros, o que significa dizer que contempla o setor de maior dissecação do relevo das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai) (ou seja, dissecação forte). Esta

unidade apresenta vertentes complexas de formas convexo-côncavas fortemente entalhadas, com o predomínio de formas convexas nas áreas de topo, retilíneas nas médias vertentes e côncavas nos fundos de vale. Juntas, as vertentes com formas convexo-côncavas somam uma área de 1360,07 km², representando um total de 60,5% da unidade (Foto 04).

Foto 04. Unidade Morfoescultural do São Francisco (1.1.2). Município de São Pedro do Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil, margens da rodovia PR-317 (24° 47' 9.1314" S e 54° 01' 45.264" W). Fonte: Acervo do autor (26/02/2013).

As classes de declividades entre 6% e 12% (relevo suave ondulado) e 12% e 20% (relevo ondulado) juntas somam uma área total de 1316,25 km² (58,56% da unidade). Cabe destacar, ainda, as classes entre 20% a 30% e >30% (relevo forte ondulado), que somam 416,06 km² e contemplam um total de 18,5%.

Aqui, predominam os Neossolos nos setores de média vertente, com declividades entre 12% e 30%, intercalados com os Nitossolos em setores de topo e fundos de vale, com declividades entre 6% e 12%.

A unidade morfoescultural de Foz do Iguaçu (1.1.3) abrange o setor rebaixado localizado à margem esquerda do rio Paraná (Brasil). Esta unidade contempla 2688,92 km² da área e compreende altitudes que variam entre 100

e 300 metros, podendo chegar até a 400 metros em alguns pontos isolados.

Esta unidade possui a menor dissecação da área de estudo em território brasileiro (dissecação fraca). Predominam vertentes retilíneas com um total de 1911,33 km² (71,08% da unidade mapeada). Prevaecem as declividades entre 0% e 6% (relevo plano a suave ondulado), num total de 1993,35 km², ou seja, 74,13% da área (Foto 05).

A unidade de Foz do Iguaçu possui Latossolos nas áreas de topo, onde as declividades variam de 0% a 6%. Já a classe dos Nitossolos recobre os setores de média e baixa vertente, onde as declividades variam entre 6% e 12%. Cabe informar que essas duas classes de solos são derivadas do basalto da Formação Serra Geral.

Foto 05. Unidade Morfoescultural de Foz do Iguaçu (1.1.3). Município de Santa Helena, Estado do Paraná, Brasil, margens da rodovia PR-317 (24° 48' 2.628" S e 54° 12' 17.9274" W). Fonte: Acervo do autor (26/02/2013).

Com 666,96 km² de extensão, a unidade morfoescultural de Marechal Cândido Rondon (1.1.4) expressa altitudes que variam de 220 a 500 metros. As menores cotas altimétricas encontram-se no setor noroeste e as maiores na direção sudeste.

Prevalecem, nesta unidade morfoescultural, as classes de declividades entre 3% e 12% (relevo suave ondulado a ondulado), num total de 422,56 km², o equivalente a 63,35%.

Sobre a litologia basáltica (Formação Serra Geral), a unidade apresenta uma associação de diferentes formas de vertentes que vão de relevo suave ondulado a ondulado, chegando, em alguns setores, a forte ondulado. Predominam vertentes retilíneas/convexas nos interflúvios, retilíneas nas médias vertentes e côncavas nos setores de fundo de vales (Foto 06).

Foto 06. Unidade Morfoescultural de Marechal Cândido Rondon (1.1.4). Município de Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná, Brasil, margens da rodovia BR-467 (24° 34' 8.148" S e 54° 00' 25.5234" W). Fonte: Acervo do autor (26/02/2013).

Como já evidenciado em outras unidades morfoesculturais, em áreas de forte declive (12% a 30%), ocorrem formas predominantemente convexo/côncavas com presença de solos Neossolos e Nitossolos. Estas duas formas de vertentes (convexo/côncavas) representam uma área equivalente a 224,79 km² (33,71% da unidade morfoescultural). Nesses setores, evidenciam-se rupturas de declives que, em alguns casos, ultrapassam declividades de 30%.

Nos setores mais aplainados, entre 0% e 6% de declividade, verificam-se solos Latossolos e vertentes retilíneas, totalizando 442,18 km² (66,30% da unidade).

A unidade morfoescultural de Guaíra (1.1.5) abrange o setor norte do território brasileiro e possui área total de 707,22 km². Localizada às margens do rio Paraná, esta unidade caracteriza-se como uma área de transição

geológica, zona de contato do basalto, ao Sul, com o arenito Caiuá, ao norte.

Esta unidade apresenta cotas que variam entre 200 e 400 metros de altitude, embora predominem as cotas de 250 a 350 metros.

Por estar situada em área de transição, verificam-se solos de textura argilosa sob litologia basáltica da Formação Serra Geral (Latossolos nos setores com declividades entre 0% e 6% e Nitossolos nos setores com declividades entre 6% e 12%) e textura arenosa a média sob litologia arenítica (Latossolos entre as classes de 0% e 6% e Argissolos em declividades entre 6% e 12%), correspondentes ao arenito Caiuá.

Com formas de relevo plana a suave ondulado e dissecação fraca, a unidade de Guaíra é caracterizada por declividades entre 0% e 6%, num total de 534,54 km², correspondendo a 75,59% da unidade (Foto 07).

Foto 07. Unidade Morfoescultural de Guaíra (1.1.5). Município de Guaíra, Estado do Paraná, Brasil, margens da rodovia BR-163 (24° 10' 6.8154" S e 54° 13' 19.524" W). Fonte: Acervo do autor (14/12/2013).

As formas aplainadas (retilíneas) de maior representatividade totalizam 613,15 km², o que equivale a 86,70% de sua área total. Somente nos setores de fundos de vale é que são encontradas vertentes côncavas, num total de 62,07 km² (8,78% desta unidade).

Em território paraguaio, o setor de platô é representado pela unidade morfoescultural de Corpus Christi (1.2.1). Com uma área total de 4269,48 km², esta unidade apresenta cotas altimétricas entre 200 e 400 metros, abrangendo todas as nascentes situadas no alto curso da área de estudo em território paraguaio. Cabe destacar

que, nos setores ao sul e noroeste, existem alguns poucos pontos de altitudes superiores a 400 metros.

Com superfície muito plana, exceto alguns poucos desníveis topográficos, as vertentes desta unidade destacam-se pelo domínio de formas retilíneas de dissecação fraca. Essas vertentes somam um total de 3643,55 km², contemplando 85,34% da área desta unidade. Somente 397,18 km² (9,30%) apresentam relevos côncavos e 228,75 km² (5,36%), relevos convexos (Foto 08).

Foto 08. Unidade Morfoescultural Corpus Christi (1.2.1). Distrito de Catuete, departamento de Canindeyú, Paraguai, margens da Rota Nacional 10 (24° 19' 48.504" S e 54° 49' 29.3834" W). Fonte: Acervo do autor (27/02/2013).

Predominam as classes de declividades de 0% a 6% (relevo com formas plana a suave ondulada), em uma área total de 3446,13 km², o que representa 80,72% da unidade.

São predominantes os solos do tipo Latossolos (Oxisol) nas declividades entre 0% a 6%. O modelado do relevo e as condições geoambientais exibem características semelhantes ao longo de toda a extensão desta unidade morfoescultural.

O setor norte da área de estudo, em território paraguaio, é representado pela unidade morfoescultural de Salto del Guairá (1.2.2).

Com uma área total de 1325,17 km², esta unidade apresenta características particulares devido às condições geológicas e pedológicas. Esta unidade abrange uma zona de transição da formação basáltica com a arenítica, com ocorrência predominante de solos de textura média a arenosa e areno-argilosa em solos do tipo Argissolos (Alfisol/Ultisol) e Latossolos.

Nesta unidade, as vertentes predominantemente retilíneas somam um total de 1084,94 km² (cerca de 81,87% da unidade). Apresentam dissecação de fraca a média, com cotas altimétricas que variam entre 220 e 400 metros (Foto 09).

Foto 09. Unidade Morfoescultural de Salto del Guairá (1.2.2). Distrito de Salto del Guairá, departamento de Canindeyú, Paraguai, margens da Rota Nacional 10 (24° 5'52.05" S e 54°26'16.69" W). Fonte: Acervo do autor (27/02/2013).

As declividades estão entre as classes de 0% e 6% (formas de relevo plana a suave ondulada) e somam 868,99 km², o que corresponde a 65,58% da área. Cabe destacar ainda as classes de declividade entre 6% e 12% (formas de relevo ondulada a suave ondulada), em 368,49 km², o equivalente a 27,81% de extensão desta unidade morfoescultural.

Embora apresente uma topografia plana, evidenciando fracas declividades e vertentes predominantemente retilíneas, devido à litologia (arenito Caiuá) e solos predominantemente arenosos, a unidade morfoescultural de Salto del Guairá representa o setor de maior fragilidade e suscetibilidade aos processos erosivos.

Devido a essas características, é necessário alertar para os cuidados que esta

unidade de paisagem precisa ter, principalmente em relação ao seu uso e manejo, tanto no sentido de minimizar a ocorrência de processos erosivos, quanto de revitalização das áreas já degradadas.

Com uma área total de 1503,02 km², a unidade de Nueva Esperanza (1.2.3) exhibe setores com vertentes mais inclinadas em relação a outras unidades morfoesculturais, localizadas na área de estudo em território paraguaio.

Com cotas altimétricas predominando entre 250 e 350 metros, esta unidade apresenta declividades entre 3% e 12% (formas de relevo suave ondulada a ondulada) num total de 983,73 km², o que representa 65,45% da área total (Foto 10).

Foto 10. Unidade Morfoescultural de Nueva Esperanza (1.2.3). Distrito de Francisco Caballero Alvarez, departamento de Canindeyú, Paraguai (24°23'49.22" S e 54°31'28.40" W). Fonte: Panoramio (Google Earth Pro). Acesso em 09/01/2014.

Apresentando dissecação média, as vertentes encontram-se distribuídas, em sua maioria, em formato retilíneo (área total de 1129,59 km², ou seja, 75,15%), côncavo (213,42 km² de área, ou seja, 14,20%) e, em menor quantidade, vertentes com formas convexas, somando uma área total de 160,02 km² (10,65% da unidade morfoescultural).

Cabe destacar que esta unidade apresenta, em algumas localidades, declividades entre 12% e 20%, podendo chegar a 30% (relevo ondulado a forte ondulado). Juntas, essas duas classes somam

uma área total de 114,86 km², o equivalente a 7,64% da área. Nesses setores com maior declividade, verificam-se também, principalmente nas rupturas de declive, solos mais rasos, com destaque para os Neossolos, que só são encontrados nessa unidade morfoescultural em território paraguaio.

No setor sul da área de estudo em território paraguaio, destaca-se a unidade morfoescultural de Santa Fe del Paraná (1.2.4) que abrange grande parte do baixo curso da margem direita do rio Paraná (Foto 11).

Foto 11. Unidade Morfoescultural de Santa Fe del Paraná (1.2.4). Distrito de Santa Fe del Paraná, Paraguai (entre as coordenadas de 25°13'25.55" S e 54°42'22.15" W). Fonte: Panoramio (Google Earth Pro). Acesso em 09/01/2014.

Com uma área total de 3363,37 km², esta unidade apresenta variações altimétricas entre 220 e mais de 300 metros.

Apresentando dissecação fraca, esta unidade é composta por formas topográficas semelhantes às das unidades de Corpus Christi e Salto del Guairá. Caracteriza-se por vertentes predominantemente retilíneas, que somam um total de 2588,34 km², representando 76,96% da unidade morfoescultural.

As declividades predominam entre 0% e 6% (formas de relevo plana a suave ondulada), numa somatória de área de 2698,73 km² (80,24% da unidade). Nesta unidade, ocorrem os Latossolos (Oxisol) derivados dos derrames basálticos da Formação Serra Geral.

Considerações finais

A análise, interpretação e comparação dos dados obtidos nas cartas de hipsometria, declividade, curvatura vertical, relevo sombreado, solos, geologia e hidrografia além de permitirem a compreensão de organização, horizontal e vertical, desses elementos na paisagem, evidenciaram a estreita relação desses elementos com seus diferentes padrões de ocorrência em cada unidade e subunidade delimitada.

As oito unidades e três subunidades morfoesculturais identificadas na bacia hidrográfica do Paraná III (Brasil/Paraguai), que representam como área de estudo um conjunto de bacias hidrográficas em área de fronteira, somam um importante conjunto de dados e informações, tanto para o setor público, como para o setor privado, considerados indispensáveis e eficientes para a gestão territorial.

Cabe salientar ainda que a delimitação e a caracterização das principais unidades e subunidades morfoesculturais das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai), mapeadas nesta pesquisa, poderão subsidiar futuras pesquisas sobre a evolução espaço-temporal dos processos que formaram o relevo,

permitindo, assim, um melhor entendimento das paisagens, com destaque para suas fragilidades e potencialidades, particularmente aqueles desenvolvidos em escalas de maior detalhe.

Referências

- DGEEC 2002. Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. Población total por área urbana-rural y sexo, según departamento, distrito y edad, Asunción – Paraguay, CrossRef
- EMBRAPA 2013. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos / Serviço de Produção e Informação, 412p.
- Fariña, S. 2009. Uso sostenible del sistema aquífero Guaraní em la región oriental del Paraguay. Cooperación técnica entre: Secretaria del Ambiente SEAM (PY) e Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales BGR Haner (Alemanha).
- Gorostiaga, O. L. Erico, E. G.; Llamas, G. P. A.; Molinas, M. A. Franco, S. E. S.; García, S. S.; Ríos A. E. O., 1995. Mapa de Reconocimiento de Suelos de la Region Oriental - PY. Proyecto de Racionalizacion del uso de la Tierra.
- Gerasimov, I.P.; Mescherikov, J.A. 1968. Morphostructure. The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences. v. III, Fairbridge, R.W. ed., Dowden, Hutchinson & Koss Inc., Pennsylvania
- GOOGLE EARTH PRO, Panoramio Gallery: Explore the Earth on Google. Acesso em 09/01/2014.
- IAPAR. 1994. Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná. Curitiba: IAPAR, 49p.
- IBGE. 2013. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades, 2004. Contagem da População. Disponível

- em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 07/04/2013.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2013. Download dos dados SRTM. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em 03/05/2013.
- ITCG. 2013. Instituto de Terras, Cartografias e Geociências. Carta de Solos e Hidrografia disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>. Acesso em 10/06/2013.
- MINEROPAR. 2006. Atlas Geológico do Estado do Paraná. Escala: 1:250000. Curitiba– Universidade Federal do Paraná.
- MINEROPAR, 2006., Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná: escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000. Curitiba, 59p.
- Orué, D. 1996. Síntese da Geologia do Paraguai Oriental, com Ênfase para o magmatismo Alcalino Associado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. São Paulo, 163 p. (Dissertação de Mestrado).
- Ross, J. L. S. 1992. O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP 6, 17-29.
- Ross, J. L. S.; Moroz, I. C. 1997. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: DG-FFLCH-USP/IPT/Fapesp, 2v. Escala 1:500.000.
- SantoS, L. J. C. SantoS, L. J. C.; Oka-Fiori, C. Canali, N. E.; Pio Fiori, A.; Silveira, C. T.; Silva, J. M. F.; Ross, J. L. S. 2006. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. Revista Brasileira de Geomorfologia 7, 03-12.
- SEAM. 2011. Secretaria del Ambiente (PY - 2011). Departamentos e Distritos do Paraguai. Disponível em: http://maps.seam.gov.py:8399/Satelital_Map/s/. Acesso em 12/06/2013.
- SEMA. 2010. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Histórica. Disponível em: http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf. Acesso em 25/02/2012.