

Unidades Hidrogeomofológicas e Mapeamento do Relevo: Uma Proposta de Classificação Geomórfica para a Bacia Hidrográfica do Ivaí - PR

Fernando Ricardo dos Santos - Geógrafo, Mestrando em Geografia na área de Concentração de Análise Ambiental na Universidade Estadual de Maringá, Paraná, UEM. frsantos1@hotmail.com

Edison Fortes - Doutor em Geografia, Professor do departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, UEM. edison-fortes@hotmail.com.br

RESUMO - A Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí é uma das maiores do Estado do Paraná. Está sob algumas das regiões mais importantes do estado em relação à agropecuária. Este trabalho pretende apresentar uma compartimentação do relevo da região baseado em critérios morfográficos. A Bacia do Rio Ivaí foi dividida em Alto, Médio e Baixo Curso seguindo parâmetros de densidade de drenagem e subdividida em unidades geomórficas menores associadas a diferenças na rugosidade da superfície. Sendo um rio de planalto, o Rio Ivaí apresenta uma grande variedade de formas resultantes de processos pretéritos e atuais, principalmente marcado pela sucessão de climas secos no Mesozóico e Terciário para climas tropicais no Quaternário. Apresenta um relevo acidentado no Alto Curso, decorrente das litologias sedimentares paleozóicas e diques de diabásio no mesozóico. Contém muitas formas associadas a relevos testemunhos, relacionados aos processos de recuo paralelo de encostas que construíram a Serra Geral. O médio curso é domínio de regiões planas associadas à bacia sedimentar, resultando em solos profundos e férteis pela decomposição das rochas basálticas. A região do baixo curso é marcada pela presença de afluentes controlados por falhas e cujo padrão de drenagem é subdendríptico. Estas falhas estão associadas à ocorrência de rochas areníticas friáveis da Formação Caiuá que favorecem o desenvolvimento de um relevo suave, com declividades inferiores a 5%.

Palavras-Chave: Mapeamento Geomorfológico, Rio Ivaí, Geologia do Paraná

ABSTRACT - The Ivaí River Hydrographic Basin is one of the biggest of the State of Paraná. It is under some of the most important regions in relation with agriculture. This work pretend to show a compartimentation of the relief of the region based in morphografic criteria. The Ivaí River Basin was divided into High, Medium and Low Course, following drainage density parameters and subdivided in minor geomorphic unities following differences in the surface terrain texture. As a tableland river, the Ivaí River shows a large variety of relief sculptures, result of past and actual processes, mainly marked by the succession of dry climate types in the Mesozoic and Tertiary to tropical climate types in the Quaternary. Shows a varied relief in the high course, by the ocorrency of residual relief, where is found its spring. Contains lot of relief sculptures relational to residual relief, due to the processes of parallel slope retreat that built the Geral Mountain Range. The medium course is dominated by plane regions with plane sedimentary basin center, resulting in deep soils due to the decomposition of the rocks of the formation Serra Geral. The region of the low course is characterized by the presence of the Ivaí River plain, relatively small due to the size of the hydrographic basin. The region contains lot of tributaries controlled by geologic faults, showing a subdendritical standard of the rivers. Those faults are occurring by the showing of the Formation Caiuá, whose has a lot of discontinuities.

Key-words: Geomorphologic Mapping, Ivaí River, Paraná Geology.

1. Introdução

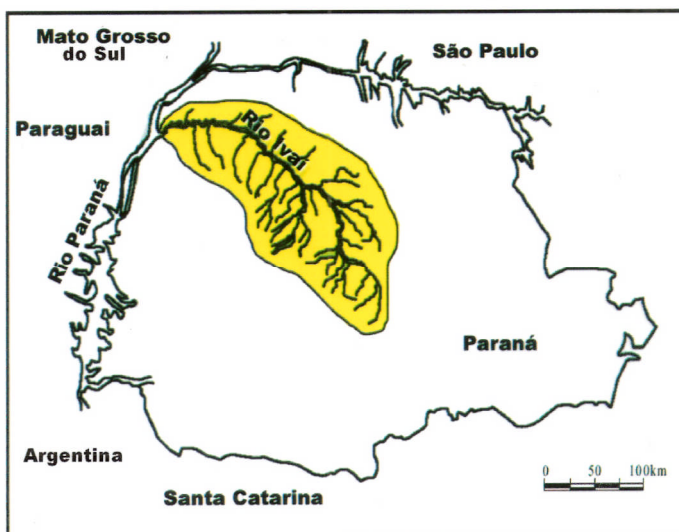
O presente estudo foi realizado com o objetivo de apresentar uma proposta de compartimentação do relevo da bacia hidrográfica do Rio Ivaí, nos seus aspectos hidrográficos e geomórficos. Os compartimentos são definidos com base em pelo menos dois

fatores: A escala de trabalho e a forma do relevo em questão. Os fatos geomorfológicos têm como conceito a "forma", trazido por Casseti, 2007. A "forma" do relevo seria o modo como a morfoestrutura se manifesta no espaço, de modo a expressar a dinâmica da morfogênese no terreno. Deste modo, a geomorfologia interessa à geografia, ao passo que ajuda a entender o funcionamento da paisagem e de como sua evolução afetou ou vai afetar a apropriação deste meio.

Os estudos técnicos na região do vale do Ivaí foram desenvolvidos com os trabalhos de Biazin (2005), sobre o Ivaí em sua confluência com o Rio Paraná; Terezan (2005) sobre o leito maior do rio Ivaí em sua planície e Destefani (2005) sobre o regime hidrológico do canal principal. O estudo de Baldo (2006) versa sobre a dinâmica atmosférica na área, principalmente em relação à pluviosidade. O trabalho de Guiraud (1995) apresenta um estudo sobre os macronutrientes nos solos da área.

2. Localização e caracterização da área de estudo

A Bacia do Rio Ivaí está localizada no Estado do Paraná, Sul do Brasil, ocupando uma área de 35.845 km² entre as latitudes 23°10'14" e 25°36'11" S e longitudes 53°43'27" e 50°0'43" W (Figura 1). O canal principal nasce da confluência dos rios dos Patos e São João, e seu quilômetro zero está localizado a 45 km ao norte do município de Teresa



Cristina. O curso principal se estende por aproximadamente 685 km até sua

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Ivaí no Estado do Paraná. Adaptado de Guiraud, 1995.

confluência com o Rio Paraná. A área total é de 35.845km², correspondente a 26% do território paranaense. Constitui-se dessa forma como a segunda maior bacia hidrográfica do estado.

A vazão média do rio Ivaí, registrada pela Estação do Novo Porto Taquara (próximo à confluência com o rio Paraná) é de 660,82 m³/s. A vazão mínima e a máxima registradas foram de 201,6 m³/s e 4968 m³/s respectivamente (Biazin, 2005).

No seu curso de SE para NW, o rio Ivaí drena uma série de unidades de paisagens vinculada aos terrenos da Bacia Sedimentar do Paraná. O mergulho para oeste, das camadas da bacia sedimentar permitiu o desenvolvimento de relevos de "Cuestas" associadas a Serra Geral, localmente denominada de Serra da Boa Esperança.

A bacia do Rio Ivaí compreende 105 municípios paranaenses, onde destacam-se Maringá, Sarandi, Campo Mourão, Umuarama e Paranaíba. A região do vale do Ivaí compreendia 1.990.000 habitantes em 2000, correspondentes a 21 % da população do total do Paraná. Destas pessoas, 78% vivem na cidade (Baldo, 2006). Estas características fazem da região do vale do Ivaí uma das mais importantes do Paraná, com fácil acesso e recortado por algumas das principais rodovias, como a BR-376 ligando Nova Londrina à Ponta Grossa e a BR-369, de Apucarana à Londrina.

3. Metodologia

A base cartográfica editada pelo IBGE permitiu a extração de dados de topografia que foi utilizada para calcular modelos numéricos de terreno e elaborar as cartas de declividade e hipsometria, utilizadas como dados complementares para definir as unidades de relevo. Estes dados foram extraídos das cartas topográficas SF-22-Y-A, SF-22-Y-C, SF-22-Y-D, SG-22-V-B, SG-22-V-D, SG-22-X-A e SG-22-X-C; feitas pelo IBGE e digitalizadas pela MINEROP AR. Todos os produtos estavam originalmente na escala de 1:250.000.

O mapeamento das unidades se deu pelas imagens SRTM reprocessadas pela EMBRAPA (Miranda, 2007), na escala de 1:250 000. As imagens foram inseridas no software SPRING (Câmara, 2006) que serviu para a vetorização dos conjuntos geomórficos.

Os dados foram complementados a partir de compilação do mapa geológico elaborado por Maack (1953), que associado ao mapa da rede de drenagem obtido na etapa interpretação das imagens de radar, possibilitou a identificação do primeiro nível de compartimentação da bacia, representado pelo sistema hidrogeomorfológico. A identificação de conjuntos de relevos, visualizado pelas diferenças na rugosidade da imagem de radar, permitiu a

identificação do segundo nível de compartimentação da bacia, representada pelas unidades geomórficas.

Os trabalhos de campo permitiram o georreferenciamento das imagens, bem como o registro fotográfico, observação e descrição de afloramentos.

4. Esboço geológico da bacia do Rio Ivaí

A Bacia do Rio Ivaí está localizada no contexto da Bacia Sedimentar do Paraná. Esta é formada por rochas ígneas e metamórficas do pré-cambriano e constituem a base litoestrutural do relevo do Primeiro Planalto e da Serra do Mar, formadas pelo escudo pré-cambriano. A Bacia Sedimentar do Paraná corresponde a uma ampla depressão de origem tectônica, preenchida por rochas do Fanerozóico que representam o embasamento do Segundo e Terceiro Planalto. Está localizada no centro-sul da América do sul e abrange uma área de mais de um milhão e meio de quilômetros quadrados. Estas rochas apresentam distribuição que abrange os territórios do Paraguai, Argentina e Uruguai, além dos estados brasileiros de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná.

As rochas mais antigas da bacia sedimentar do Paraná são datadas do Período Devoniano, na Era Paleozóica, e a seqüência termina com arenitos do Grupo Bauru da Era Mesozóica. Zalán (1990) apresenta uma coluna crono e litoestratigráfica bem como os eventos tectônicos e o nível do mar associados (figura 2). A distribuição espacial das mesmas é apresentada na figura 3.

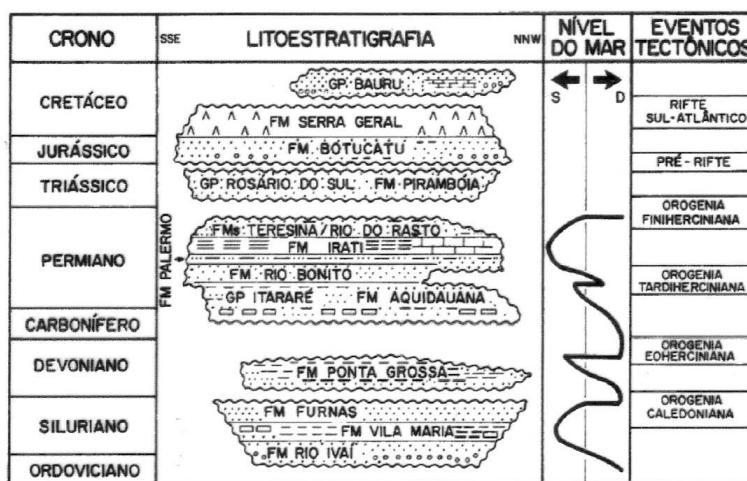


Figura 2 - Coluna Geológica da bacia do Paraná num perfil hipotético SSE-NNW. A cronoestratigrafia é acompanhada de uma estimativa do nível do mar na época e os eventos tectônicos mais importantes que influenciaram na sedimentação da seqüência. Fonte: Zalán, 1990

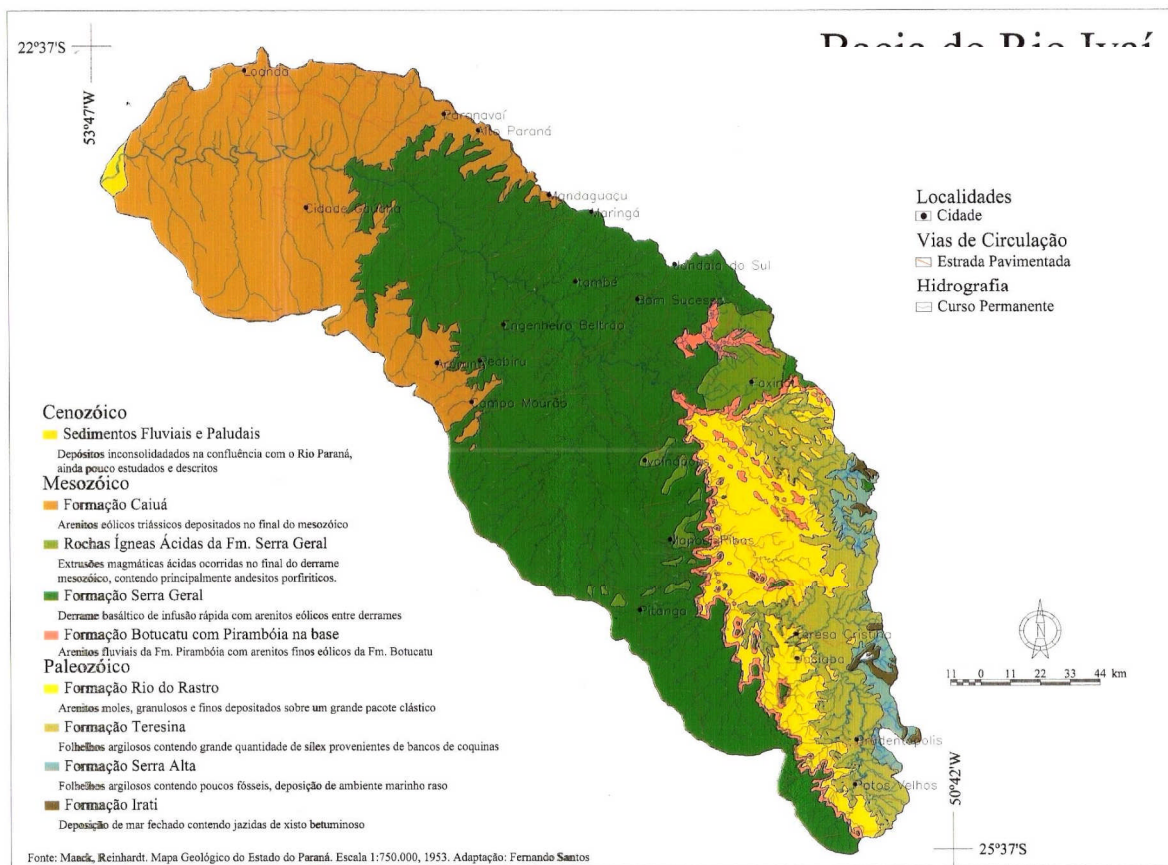


Figura 3 – Geologia da bacia do Rio Ivaí

5. A bacia hidrográfica do Rio Ivaí no contexto do relevo paranaense

As características litoestruturais, paleoclimáticas e tectônicas tiveram importante papel na estruturação do relevo do Estado do Paraná. Maack (1969) foi o primeiro autor a perceber tais relações e a propor uma compartimentação do território paranaense, baseada em dados morfoestruturais (figura 4).

O Segundo Planalto corresponde a uma superfície que se prolonga desde o norte do Estado de São Paulo até o sul do Estado de Santa Catarina. Ross (1996) denominou essa superfície de Depressão Periférica da Borda Leste da Bacia do Paraná e o IBGE (1977) de Patamares da Bacia do Paraná. O limite se dá com a Serra de São Luiz do Purunã a leste o degrau em Front de Cuesta da Serra Geral, a oeste o relevo predominante são colinas convexas modeladas sobre as rochas paleozóicas da Bacia Sedimentar do Paraná. São comuns feições residuais como planaltos e morros testemunhos, que evidenciam longas fases erosivas, marcadas por recuo paralelo de encosta em clima semi-árido. A grande quantidade de diques de diabásio,

que atravessa o Segundo Planalto no sentido NW -SE, fornece à paisagem uma quantidade significativa de morros tabuliformes, longos e interrompidos por vales estreitos e profundos.

O Terceiro Planalto corresponde ao maior compartimento de relevo do Estado do Paraná. Seus limites ocorrem entre a escarpa de *Cuesta* da Serra Geral a leste e a calha do rio Paraná a oeste, na divisa com o Mato Grosso do Sul. As litologias características desse compartimento são os basaltos da Formação Serra Geral e os arenitos da Formação Caiuá. Estes servem de substrato para o relevo suave ondulado, com amplas vertentes convexas e espessos mantos de alteração.

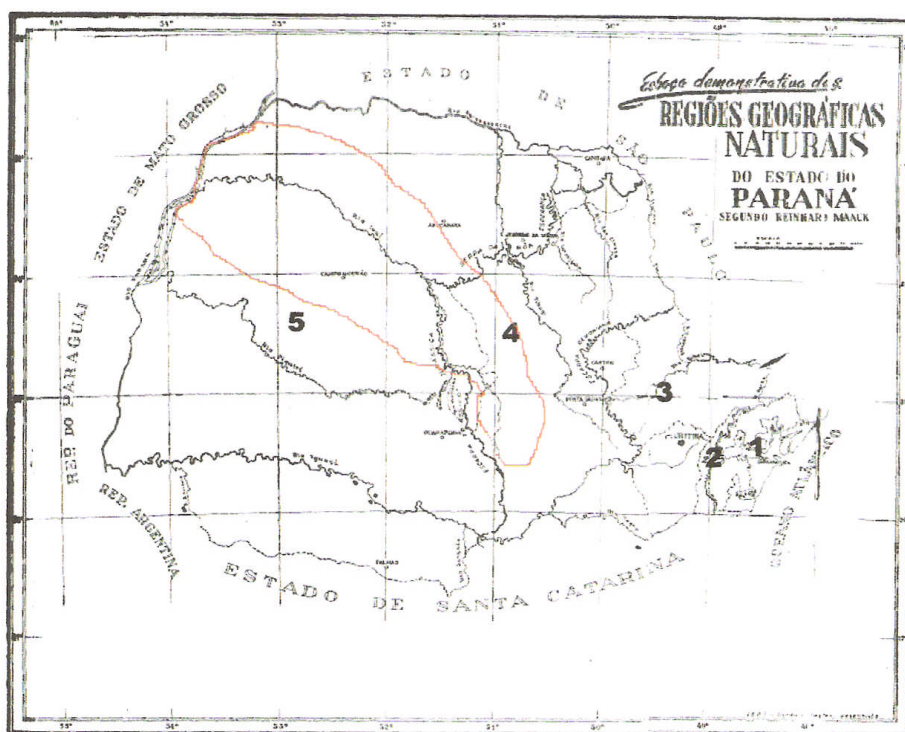


Figura 4 - Relevo do Estado do Paraná segundo Reinhard Maack. As unidades definidas pelo autor são: 1. Litoral; 2. Serra do Mar; 3. Primeiro Planalto; 4. Segundo Planalto 5. Terceiro Planalto. A linha vermelha marca o limite da bacia hidrográfica do Rio Ivaí. Adaptado de Maack, 1968.

5.1 Mapeamento geomorfológico

A disposição alongada da bacia do Ivaí, de direção NW -SE, possibilita que os seus rios constituintes drenem extensas faixas de rochas paleozóicas e mesozóicas da Bacia Sedimentar do Paraná. Os aspectos litoestruturais da bacia, representados pela disposição e inclinação das camadas da bacia sedimentar, bem como os diferentes graus de resistência das rochas, possibilitam a diferenciação de três compartimentos geomórficos, definidos como sistemas

hidrogeomorfológicos, que são o Alto, Médio e Baixo Curso (Figura 5). A partir dos sistemas hidrogeomorfológicos foram identificadas unidades geomórficas, representados por sub-compartimentos de relevo (Tabela I).

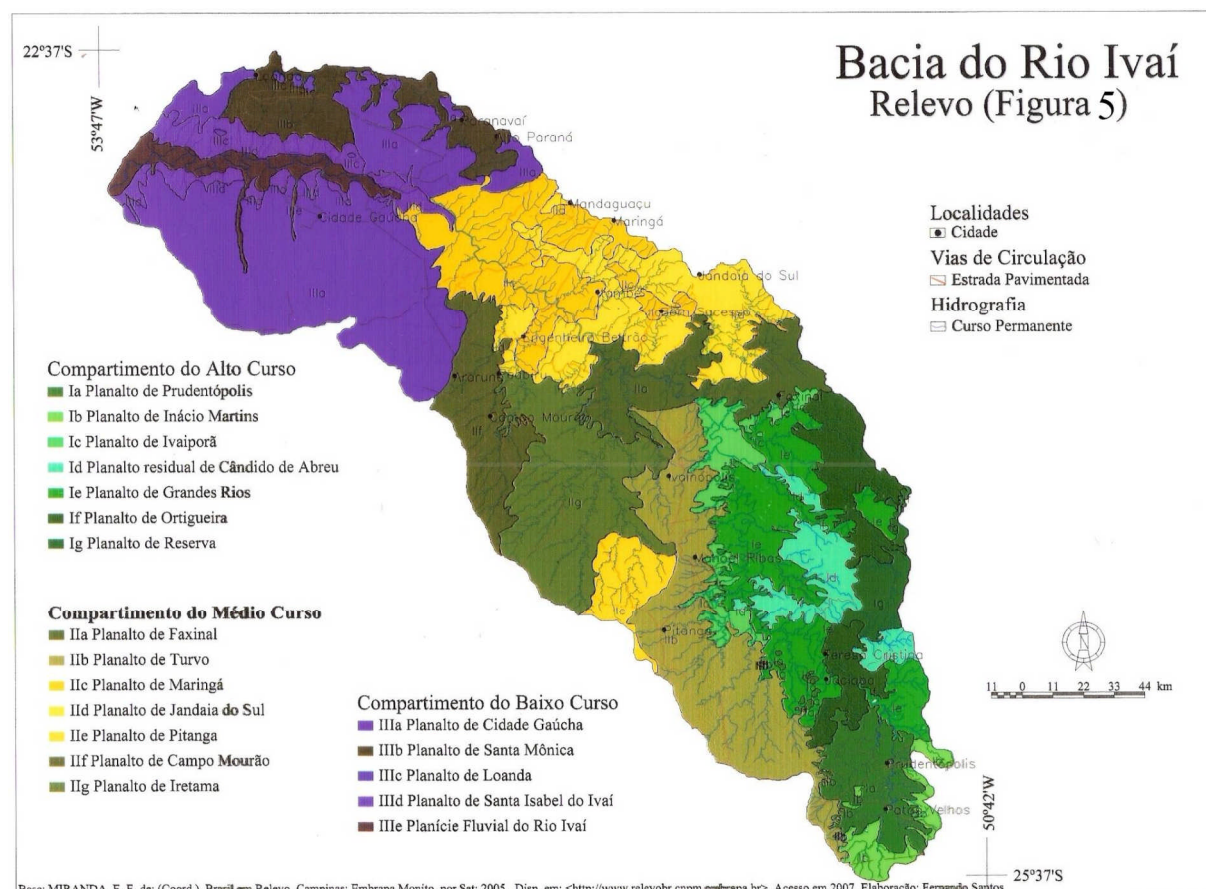


Figura 5 – Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Ivaí

5.1.1 Sistema Hidrogeomorfológico do Alto Curso

Abrange uma área de aproximadamente 10.000km², correspondentes às zonas das cabeceiras de drenagem do rio Ivaí e dos afluentes do alto curso (Figura 3 e 5). Neste compartimento o rio Ivaí apresenta um curso de cerca de 220 km de extensão, e drena unidades estratigráficas paleozóicas, representada pelo Grupo Passa Dois. Apenas localmente, ocorrem unidades mesozóicas das Formações Serra Geral, Botucatu e Pirambóia, todas pertencentes ao Grupo São Bento (Bittencourt, 1982). Ocorrem de maneiras restritas, junto à escarpa da Serra Geral.

As rochas arenosas e argilosas dessas unidades, associadas à densa rede de drenagem de caráter consequente, permite o desenvolvimento de um relevo bastante movimentado, cujas altitudes de até 1200m estão associadas ao limite do Segundo e Terceiro Planalto Paranaense

(Maack, 1968). Essa unidade geomorfológica apresenta como traço mais conspícuo a diversidade de formas de relevo, associadas principalmente aos escarpamentos erosivos e estruturais da Cuesta da Serra Geral, e que recebe localmente a designação de Serra da Esperança. Durante seu percurso o rio Ivaí atravessa em degraus formando inúmeros saltos e corredeiras, adquirindo um padrão muito irregular, com quedas abruptas e curvas com forte ângulo (Kuerten, 2005). São comuns nessa área escarpas formando "fronts" voltados para leste e norte, com cornijas sustentadas por arenitos da Formação Botucatu e basaltos da Formação Serra Geral.

Tabela I – Classificação do relevo da bacia hidrográfica do Rio Ivaí

Sistema	Sist. Hidrogeomorf.	Un. Geomórfica	Decl. (%)	Alt. (m)	
2º Planalto	Alto Curso	Ia	Planalto de Prudentópolis	0-1	780-350
		Ib	Planalto de Inácio Martins	1-15	780-1120
		Ic	Planalto de Ivaiporã	1-15 +	610-780
		Id	Plan. Res. de Când. de Abreu	1-15 +	610-1120
		Ie	Planalto de Grandes Rios	0-5	440-610
		If	Planalto de Ortigueira	0-15	440-700
		Ig	Planalto de Reserva	8-15	600-1000
3º Planalto	Médio Curso	IIa	Planalto de Faxinal	0-5	270-1000
		IIb	Planalto de Turvo	0-1	440-1200
		IIc	Planalto de Maringá	0-1	250-500
		IId	Plan. de Jandaia do Sul	0-5	280-780
		IIe	Planalto de Pitanga	1-5	440-950
		IIf	Plan. de Campo Mourão	1-5	400-800
		IIg	Planalto de Iretama	1-15	270-800
	Baixo Curso	IIIa	Planalto de Cidade Gaúcha	1-5	280-610
		IIIb	Planalto de Santa Mônica	1-5	270-600
		IIIc	Planalto de Loanda	0-1	270-610
		IIId	Plan. de Santa Isabel do Ivaí	1-5	220-440
		IIIe	Planície Fluvial do Rio Ivaí	0-1	100-270

Os diques de diabásio, da Formação Serra Geral, são feições comuns na parte norte dessa unidade geomorfológica. São facilmente identificáveis por imagem de radar. Os diques formam relevos alongados de direção NW –SE, e são responsáveis pelas maiores declividades da bacia (Tabela I). Outras feições comuns são os morros testemunhos e os relevos residuais, que evidenciam o recuo da escarpa no Terciário (Ab'Saber, 1969).

O relevo na referida bacia hidrográfica começa numa área de depressão periférica construída numa área de desnudação influenciada pelo Arco de Ponta Grossa. A confluência com o Rio Alonso, um dos principais afluentes do Ivaí, resulta num vale epigênico que corta a escarpa por erosão antecedente. Este acidente limita a região do Alto Curso.

5.1.2 Sistema Hidrogeomorfológico do Médio Curso

Corresponde ao compartimento de relevo com maior extensão dentro da bacia, com cerca de 16.200km², sendo drenado pelo rio Ivaí num trecho de aproximadamente 380 km (Figura 5). Nessa parte da bacia o rio passa a correr de forma aproximadamente perpendicular ao mergulho das rochas. A unidade litoestratigráfica predominante é representada pela Formação Serra Geral, constituída pelas litologias tipo basalto e diabásio, todas do mesozóico. A maior impermeabilidade dos terrenos, quando comparada com a das outras unidades geomorfológicas, permite o desenvolvimento de uma rede de drenagem mais densa, que facilita a distinção entre os compartimentos mapeados.

O padrão de drenagem é o dendrítico e o subdendrítico. O intenso processo de alteração supérgena dos basaltos permite o desenvolvimento de mantos de alteração espessos que promove o desenvolvimento de relevos colinosos, com predomínio de vertentes convexas e retilíneas, onde se desenvolvem solos argilosos e férteis como o Latossolo Vermelho Eutroférico e o Nitossolo Vermelho Eutroférico. Enxames de diques de diabásio atravessam a área na parte nordeste, tomando a cobertura pedológica mais rasa, com freqüentes afloramentos rochosos. A região do reverso da cuesta da Serra Geral apresenta as maiores altitudes da bacia (Tabela I).

Este sistema, juntamente com o do baixo curso, constitui em reverso de Cuesta, cujo front, encontra-se na Serra Geral e limita o sistema do médio e alto curso. O terreno constitui-se de uma superfície suavemente inclinada, que mergulha para oeste. Esse compartimento do relevo apresenta assimetria na sua parte norte, comparado com a parte sul. A primeira possui distância, do canal do rio Ivaí até o divisor de águas, de cerca de 30 a 50 km, e na parte sul cerca de 40 a 80 km.

5.1.3 Sistema Hidrogeomorfológico do Baixo Curso

No limite entre os municípios de Mirador e Guaporema, o rio Ivaí passa a correr sobre os arenitos mesozóicos da Formação Caiuá, caracterizando o início do Sistema Hidrogeomorfológico do Baixo Curso (Figura 3 e 5). Esse setor apresenta os relevos mais baixos da bacia hidrográfica, com altitudes que variam de 400 a 230m (Tabela I). Apresenta cerca de 8845 km² de área, sendo que o rio Ivaí percorre essa unidade de relevo numa distância de 180km. A característica friável desses arenitos, aliadas ao clima úmido e a proximidade com o nível de base regional (rio Paraná), permite o desenvolvimento de um

relevo com marcada monotonia, representada por colinas baixas, de topos arredondados e vertentes convexas e retilíneas. Neste sistema ocorrem corredeiras, sendo que nos últimos 50 km o curso principal apresenta condições favoráveis à navegação.

Segundo Santos et al (2005), no curso inferior do rio Ivaí, os alinhamentos tectônicos de direções NW e NE controlam o traçado meandriforme do rio Ivaí. Estes alinhamentos são reconhecidos nas direções de fratura dos afloramentos do arenito Caiuá nas margens do canal do rio. Essa unidade de relevo é caracterizada pela presença de planícies de inundação, que se desenvolvem simetricamente em relação ao canal, sendo que lateralmente ao canal ocorrem diques marginais contínuos, com até 5m acima do nível da planície, que são destacados pela vegetação. Estas formações vegetais foram bastante degradadas pela utilização agropastoril (Barros, 2005).

BIBLIOGRAFIA

1. Ab'Saber, A. N. A depressão periférica paulista: um setor das áreas de circundesnudação pós-cretácea na Bacia do Paraná. *Geomorfologia*, n.15, 1969, p. 1-15.
2. Almeida, F.M.A; Carneiro, C.D.R. Origem e evolução da Serra do Mar - *Revista Brasileira de Geociências*, 28 (2), 1968.
3. Baldo, Maria Cleide. Variabilidade Pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do Rio Ivaí - PR. Tese de doutorado, UNESP, Presidente Prudente, 2006.
4. Barros, Carolina Silva. Dinâmica sedimentar e hidrológica na confluência do Rio Ivaí com o Rio Paraná, Município de Icaraíma - PR. Dissertação de Mestrado. UEM, Maringá, 2005.
5. Biazin, Pollyana Croceta. Característica Sedimentar e hidrológica do Rio Ivaí em sua foz com o Rio Paraná, Icaraíma - PR. Dissertação de Mestrado. UEM. Maringá, 2005.
6. Brito, Ignacio Machado. Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil- Rio de Janeiro: Interciência, 1979.
7. Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J."SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling". *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
8. Guiraud, Deborah Maria Corrêa. Estudo da dinâmica dos macronutrientes (NPK) na bacia hidrográfica do Rio Ivaí, afluente do Rio Paraná. Maringá, UEM, 1995.
9. Kuerten, Sidney. Variação Longitudinal das características sedimentares e hidrológicas do Rio Ivaí-PR em seu curso inferior. Dissertação de Mestrado. UEM, Maringá,2005.
10. Maack, Reinhard. Geografia Física do Estado do Paraná, Curitiba, 1968.
11. Miranda, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em: 1 out. 2007
12. Serra Geral, in: São Paulo, UNESP, *Geociências*, vol1, n. 1/2, 2002.
13. Ross, Jurandir Luciano Sanches. Geografia do Brasil. São Paulo, Edusp, 1996.
14. Terezan, Ester L. Delimitação do leito maior do Rio Ivaí e estabelecimento de sua sazonalidade. Dissertação de Mestrado, Maringá, UEM, 2005.
15. Zalán, Pedro Victor; Wolff, Sven; Astolfi, Marco Antonio Mendonça et alli. Bacia do Paraná, in: Raja-Gabaglia, Guilherme Pederneiras e Milani, Edison José (org). Origem e evolucao de bacias sedimentares - Rio de Janeiro: Ed. Gavea: R. Redisch Prog.Visual Prod. Graf. e Editoracao: PETROBRAS, 1990.