

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO PRELIMINAR DO ESTADO DO PARANÁ*

OKA-FIORI, C. 1

1 Universidade Federal do Paraná, Professora Doutora, chisato@ufpr.br

SANTOS, L. J. C. 2

2 Universidade Federal do Paraná, Professor Doutor, santos@ufpr.br

CANALI, N. E. 3

3 Universidade Federal do Paraná, Professor Doutor, naldy@brturbo.com.br

FIORI, A. P. 4

4 Universidade Federal do Paraná, Professor Doutor, fiori@ufpr.br

SILVEIRA, C. T. 5

5 Universidade Federal do Paraná, Doutorando em Geografia, claudinets@pop.com.br

BRISKI, S. J.

6 Universidade Tuiuti do Paraná, Professor Mestre, sandro.briski@utp.br

SILVA, J. M. F7

7 Universidade Federal do Paraná, Graduando, juliogeog@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi gerar o mapeamento geomorfológico preliminar do Estado do Paraná, na escala 1:600.000, em convênio com a Minerais do Paraná – MINEROPAR. Os procedimentos metodológicos utilizados fundamentaram-se no conceito de morfoestrutura e morfoescultura definidos nos trabalhos sobre classificação e taxonomia do relevo desenvolvidos por Ross (1992, 1996), metodologia de interpretação das imagens com base em Soares e Fiori (1976) e de mapeamento geomorfológico de Oka-Fiori (2002). Como suporte para a execução do mapeamento foram utilizadas cartas topográficas digitais (formato vetorial), escala 1:250.000 - DSG; imagem de radar SRTM – Shuttle Radar Topography Mission; o ArcView como software para processamento, tratamento e armazenamento das informações, além de mapas e cartas geológicas. Considerou-se como elementos básicos para a definição das unidades a similitude de formas de relevo relacionada às condicionantes de natureza estrutural e litológica. O método lógico de interpretação é definido pelo reconhecimento dos elementos texturais e estruturais do relevo na imagem que se organizam em zonas homólogas, ou padrões de relevo. A textura é a menor área distinguível na imagem (topos, encostas, vales e drenagem). O arranjo dos elementos texturais constitui a estrutura (orientação, volume, altimetria, dissecação). As zonas de repartição dos elementos texturais e sua organização definem as zonas homólogas que constituem as unidades morfoestruturais, formadas pela repetição dos mesmos elementos e mesma estrutura. O produto final do convênio será a confecção de 21 cartas, na escala de 1:250.000. O território paranaense apresenta variada gama de tipos morfoestruturais esculpidos nas formações sedimentares e cristalinas, caracterizado pelo predomínio de um conjunto de relevos de planaltos, que se elevam em altitudes de até mais de 1.000 metros sobre o nível do mar, decrescendo a altitudes inferiores a 300 metros na direção oeste. De leste para oeste, após a Planície Litorânea e a Serra do Mar, ocorre uma sucessão de três planaltos separados por dois conjuntos de escarpas: o Primeiro Planalto, o Segundo Planalto e o Terceiro Planalto (Oka-Fiori e Canali, 1987, in Atlas do Estado do Paraná, 1987). O mapeamento preliminar e os trabalhos de campo, para controle e verificação das formas e padrões de relevo mapeados já foram finalizados e permitiram a identificação de 49 compartimentos geomorfológicos. Atualmente realiza-se a interpretação das relações geologia/geomorfologia, a quantificação do gradiente altitudinal, das classes de declividade e dos padrões de dissecação de drenagem (vertical e horizontal).

Palavras-chaves: mapeamento, morfoestrutural, morfoescultural, estado do Paraná

* Projeto financiado pelo convênio UFPR / MINEROPAR

INTRODUÇÃO

A geomorfologia estrutural, ou estudo morfoestrutural da superfície terrestre, leva em consideração as influências do substrato geológico - litologia e estrutura geológica - e sua interação com os agentes externos da formação do relevo. Sabe-se que somente a estrutura geológica não permite explicar todas as formas de relevo chamadas estruturais. O comportamento de uma unidade morfoestrutural depende dos eventos tectônicos que o substrato geológico tenha sofrido, como também das relações entre a natureza das rochas e a ação de diferentes processos erosivos dos meios morfoclimáticos, resultando em unidades morfoesculturais.

O objetivo do projeto é gerar o mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná, na escala 1:250.000, em convênio com a Minerais do Paraná – MINEROPAR (figura 1). Este produto poderá ser utilizado no futuro para subsidiar o planejamento e gestão territorial em atendimento à demanda do Programa Federal “Estatuto das Cidades”.

O território paranaense localiza-se na porção Meridional do Brasil e tem como limites ao norte o estado de São Paulo, a leste o oceano Atlântico, ao sul o estado de Santa Catarina, a sudoeste e oeste, sucessivamente, as Repúblicas da Argentina e do Paraguai e, a nordeste, o estado do Mato Grosso do Sul. Ocupa uma área de 199.575 km², caracterizada por um relevo predominantemente planáltico.

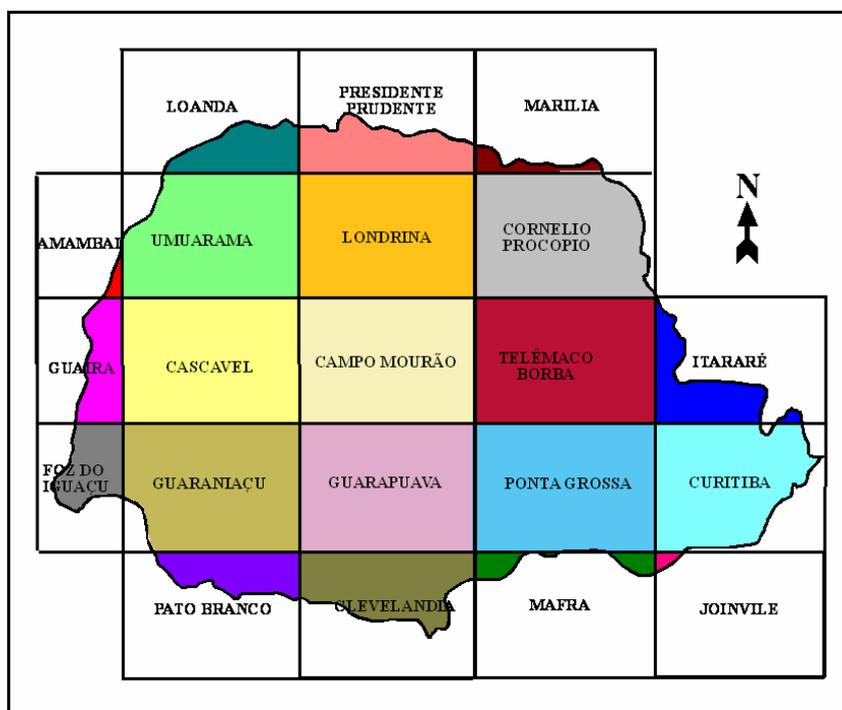


Figura 1 – Articulação das cartas mapeadas na escala 1:250.000 do estado do Paraná

O relevo paranaense está inserido em duas das grandes unidades morfoestruturais do Planalto Meridional brasileiro: A Borda Cristalina Oriental e a Bacia Sedimentar do Paraná. No Paraná a Borda Cristalina Oriental é formada pela área Pré-Cambriana que ocupa a parte oriental do Estado, cujas origens estão ligadas à tectônica Terciária, responsável pelo soerguimento e basculamento do conjunto cristalino, acompanhado de fraturas, falhas e flexuras que orientam a direção da Serra do Mar, borda oriental do embasamento cristalino soerguido. No seu reverso desenvolve-se o Planalto ou Maciço Cristalino Atlântico, ou Primeiro Planalto Paranaense, que perde sua continuidade para o sul em direção a Santa Catarina. A Serra do Mar ergue-se como um paredão abrupto, de altitudes superiores a 1.000 metros, podendo atingir 1.565 metros no pico Morumbi, ou 1.962 metros no pico Paraná, mais ao norte. Segundo Maack (1981), a Serra do Mar no Paraná não representa apenas um degrau entre o mar e o planalto que se desenvolve para o interior, mas uma serra marginal típica que se eleva sobre o nível médio do planalto. O planalto Cristalino Paranaense, ou Primeiro Planalto, desenvolve-se como uma superfície de altitudes médias entre 850-950 metros, sendo constituído por rochas cristalinas, tais como xistos metamórficos e gnaisses cortados por diques de pegmatitos e intrusões graníticas, predominando ao norte o grupo Açungui, e na Bacia Sedimentar de Curitiba a formação Guabirotuba. É limitado a leste pela Serra do Mar; ao norte-nordeste tem continuidade com o Planalto Cristalino Atlântico de São Paulo; a oeste pela escarpa da Serrinha, talhada nos sedimentos Devonianos; no sul-sudoeste, desaparece sob a cobertura sedimentar Paleozóica da bacia do Paraná (MOREIRA; LIMA, 1977).

A outra grande unidade morfoestrutural que ocorre no território paranaense é a Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizada por duas subunidades distintas: a Zona de Denudação Periférica e a Zona de Capeamento Basáltico-Arenítico. A primeira está esculpida na faixa de rochas Paleozóicas, comportando-se, no Paraná, como um planalto de denudação periférica denominado de Segundo Planalto Paranaense, com altitudes médias de cimeira entre 1100 a 1200 metros na Escarpa Devoniana.

O Segundo Planalto Paranaense ou Planalto de Ponta Grossa, ou ainda Planalto dos Campos Gerais, tem seus limites entre a escarpa Devoniana a leste, em altitudes de 1100 a 1200m e a oeste a escarpa da Esperança (Serra Geral), aonde, em suas proximidades, as altitudes chegam a 350m e 560m. Apresenta-se como um planalto esculpido em estruturas monoclinais, sub-horizontais, mergulhando para o oeste.

A segunda subunidade corresponde ao grande derrame mesozóico de rochas eruptivas básicas, associadas à ocorrência de arenitos intertrapianos, além da formação Caiuá a noroeste no estado, que no território paranaense apresenta-se como o Terceiro Planalto Paranaense, ou Planalto Arenito-Basáltico. Esta unidade desenvolve-se como um conjunto de relevos planálticos, subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná, atingindo altitudes médias de cimeira de 1100 a 1250m, na Serra da Esperança.

Terceiro Planalto, Planalto de Guarapuava, ou também conhecido como Arenito-Basáltico, abrange cerca de 2/3 do território paranaense e tem suas terras delimitadas a oeste pela escarpa da Esperança (Serra Geral). O terreno inclina-se suavemente para Oeste até encontrar a calha do rio Paraná e, a calha do rio Paranapanema nas direções norte e nordeste. As maiores altitudes dessa região encontram-se junto à escarpa da Esperança, alcançando 1250m.

Segundo Maack (1968), este planalto subdivide-se em Planalto de Cambará e São Jerônimo da Serra, localizado na parte nordeste do Estado; seus limites são os rios Tibagi, Paranapanema e Itararé. Apresenta-se com altitudes que vão desde 1.150 metros na escarpa da Esperança, declinando até 300m no Rio Paranapanema. Planalto de Apucarana: estende-se entre os rios Tibagi, Paranapanema, Ivaí e Paraná. Suas altitudes variam desde 1.125 metros na escarpa da Esperança (Serras do Cadeado e Bufadeira), atingindo altitudes de 235 m no Rio Paraná. Planalto de Campo Mourão, compreendido entre os rios Ivaí, Piquiri e Paraná. Tem altitudes que variam entre 1.150 metros na escarpa da Esperança, declinando para 225 metros no Rio Paraná. Planalto de Guarapuava: ocupando terras entre os rios Piquiri, Iguaçu e Paraná. Tem altitudes que variam entre 1.150 metros na escarpa da Esperança, declinando para 225 metros no Rio Paraná. E o Planalto de Palmas estende-se entre o divisor norte da bacia do rio Uruguai e sul da bacia do Iguaçu até o vale deste. Este divisor de águas serve de limite natural entre os Estados do Paraná e Santa Catarina nesta região. Suas altitudes variam de 1.150 metros, apresentando altitudes de 300 metros à medida que se aproxima do vale do Iguaçu.

Além dos relevos planálticos e da Serra do Mar, o território paranaense apresenta uma estreita planície costeira que constitui uma região bastante rebaixada, com uma largura média de 10 a 20 km, atingindo o máximo de 50 km na zona da baía de Paranaguá. Este compartimento do relevo pode ser subdividido em: zona montanhosa litorânea da porção mais interior, marcada pela presença de planícies interrompidas por morros cristalinos, em forma de "meias laranjas" e a planície litorânea relacionada às áreas mais

rebaixadas e mais próximas ao mar, formada por uma sucessão de mangues, antigas restingas, terraços, praias e cordões arenosos.

MÉTODOS E TÉCNICAS

Os procedimentos metodológicos estão fundamentados no conceito de morfoestrutura e morfoescultura, definidas com base nos trabalhos de classificação e taxonomia do relevo de Ross (1992, 1996). A metodologia de interpretação das imagens baseou-se em Soares e Fiori (1976) e de mapeamento em Oka-Fiori (2002). Como suporte para a execução do mapeamento foram utilizadas cartas topográficas digitais (formato vetorial), escala 1:250.000 - DSG; imagem de radar SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*; o ArcView como *software* para processamento, tratamento e armazenamento das informações, além de mapas e cartas geológicas. Foram considerados como elementos básicos para a definição das unidades a similitude de formas de relevo relacionada às condicionantes de natureza estrutural e litológica. O método lógico de interpretação das imagens e mapeamento das unidades define-se pelo reconhecimento dos elementos texturais e estruturais do relevo na imagem, os quais se organizam em zonas homólogas, ou padrões de relevo. Neste método, a textura é representada pelos menores elementos distinguíveis visualmente na imagem (topos, encostas, vales e drenagem). As variações na textura do relevo e da drenagem constituem a propriedade fundamental na análise da imagem, pois permitem separar feições com significado diferente ou associar feições com o mesmo significado, dado pelas condições naturais. O arranjo dos elementos texturais pode apresentar-se com uma disposição ordenada ou aleatória; a lei que exprime ou define o padrão de organização no espaço dos elementos texturais denomina-se estrutura. As zonas de repartição dos elementos texturais e sua organização definem zonas homólogas, ou unidade morfoestruturais. Observou-se também a tropia como uma propriedade dos elementos texturais, na medida em que apresentam, ou não, direções preferenciais, reflexo dos atributos dos elementos que compõe a paisagem. Neste sentido os elementos texturais organizam-se em estruturas unidirecionais, bidirecionais, tridirecionais ou multidirecionais (isótropa).

Para Moreira (2003) “a variação textural é analisada normalmente através de interpretação visual, que é uma sistematização de várias técnicas, as quais convergem para um único objetivo, a compartimentação da imagem. Em geral, a textura apresenta-se como sendo uma arma valiosa na interpretação de formas de relevo, drenagem e de padrões da cobertura vegetal e de uso da terra. Acredita-se que, a partir da utilização das técnicas de

processamento digital de imagens e técnicas estatísticas multivariadas, como subsidiária na redução do caráter subjetivo da análise textural e da correspondência entre zonas homólogas, será possível favorecer a discriminação de elementos imageados, e encontrar um modelo que possibilite explicar mais satisfatoriamente a compartimentação e a relação de equivalência entre zonas que constituem texturas semelhantes”.

A seqüência de procedimentos operacionais do projeto foram as seguintes: (1) utilização dos dados do Radar SRTM (com resolução de 90 metros), obtidos do site da NASA, que compuseram um mosaico em toda a abrangência do estado do Paraná; (2) definição dos parâmetros cartográficos: sistema de coordenadas (UTM), fuso (22 sul) e Datum (SAD 69); (3) conversão dos dados do radar para formato matricial (JPG e TIF georeferenciado) com cores em 3 bandas (RGB) e em tons de cinza; (4) obtenção das informações de cartografia base, utilizando-se das cartas topográficas 1:250.000 (IBGE) em meio digital e formato vetorial. Dessas cartas topográficas foram separados os temas que compuseram os mapas, sendo eles: a hidrografia, a rede viária, a sede dos municípios e o retângulo envolvente de cada uma das 21 cartas. O tema de informação da Rede Hidrográfica recebeu um tratamento, aonde foram excluídos os canais de primeira ordem, deixando mais “enxuta” e com menor “poluição visual”; (5) realização de recortes do mosaico da imagem SRTM (formato matricial) para a área de abrangência de cada uma das 21 cartas que compõe todo o estado do Paraná. Utilizando-se da imagem SRTM recortada, dentro da abrangência de cada carta, foi iniciado o processo de delimitação dos compartimentos. Para isso, foi utilizado o método de zonas homólogas, aonde são vistas as diferenciações na superfície da imagem (enrugamentos) e assim são delimitados os compartimentos. Esse procedimento foi executado no software arcview 3.2. Os compartimentos foram delimitados em unidades espaciais do tipo polígono, armazenados em formato matricial; (6) elaboração de Cartas-Imagens com superposição dos limites delimitados nos compartimentos sobre a imagem de Radar (em tom de cinza). Também nessas cartas são acrescentadas as informações cartográficas da rede viária e hidrografia, malha de coordenadas (UTM), escala, etc...; (7) checagem em campo das áreas poligonais de cada compartimento. Nessa etapa foram utilizadas das Cartas-Imagens, e com elas, com auxílio de equipamento de GPS, são encontrados no campo cada uma das áreas delimitadas no laboratório. Ainda nesta etapa foram descritos os compartimentos e, em cada uma das paradas, foram anotadas as coordenadas, bem como tomadas as fotografias da área e feita marcação do direcionamento da foto. Outras anotações referentes a descrição da paisagem e de outros aspectos relevantes foram realizadas para cada ponto de parada; (8) em

laboratório realizou-se correções nos compartimentos. Para isso, utilizou-se dos valores das coordenadas anotadas de cada ponto de parada, os quais foram lançados no programa do computador e correlacionados com a base de dados do mapeamento. A partir das anotações e das fotografias, foi possível tirar dúvidas e remeter-se ao que foi encontrado no campo e, finalmente, (9) quantificação dos seguintes parâmetros (realizados no software arcview 3.2): área dos compartimentos mapeados; comprimento de todos os canais hidrográficos; densidade de drenagem (horizontal e vertical); gradiente altitudinal e as classes de declividade (em valor de área km² e proporção %) para cada compartimento.

RESULTADOS

As unidades morfoestruturais e morfoesculturais do território paranaense correspondem ao primeiro e segundo táxons da classificação de Ross e já são amplamente conhecidas desde os primeiros trabalhos de Maack. Referem-se ao que esse autor denominou de grandes Regiões Naturais do Estado do Paraná, ou seja, a Planície Litorânea, Serra do Mar, e os três planaltos paranaenses.

Os procedimentos metodológicos adotados permitiram, até o momento, constatar a complexidade do relevo paranaense que, aos conhecimentos anteriores e dados pelos trabalhos de Maack, pareciam resumir-se numa certa simplicidade, especialmente em relação ao Segundo e Terceiro Planaltos.

Os resultados alcançados até o momento permitiram a identificação de 49 unidades (quadro 01 e figura 2).

Quadro 01 – Descrição simplificada das unidades mapeadas

Unidade Morfo-estrutural	Unidade Morfoescultural		Formas de Relevo			
			Modelos dominantes			
			Dissecação	Topos	Vertentes	Vales
Cinturão Orogênico do Atlântico	Serra do Mar e Morros Isolados	3	muito alta	alongados e em cristas	retilíneas	V fechados
		4	alta	alongados e em cristas	retilíneas	V encaixado
		5	muito alta	alongados e em cristas	retilíneas	V fechados
	1º Planalto Paranaense	5a	muito alta	alongados e em cristas	retilíneas	V fechados
		6	alta	alongados	convexas	V aberto
		7	alta	alongados e em cristas	retilíneas	V encaixado
		8	média	alongados e aplainados	convexas	V
		9	baixa	alongados e aplainados	convexas	V aberto
		11	alta	alongados e em cristas	retilíneas	V encaixado
		12	alta	alongados	convexas	V
		13	alta	alongados e em cristas	retilíneas e côncavas	V encaixado

		14	alta	alongados	convexas	V
		15	média	alongados e aplainados	convexo-côncavas	aberto de fundo chato
Bacia Sedimentar do Paraná	2º Planalto Paranaense	16	baixa	aplainados	convexas	em calha muito encaixado
		17	alta	alongados	convexas	V
		18	média	aplainados	retilíneas e convexas	V
		19	média	alongados	retilíneas e côncavas	U
		20	alta	alongados	retilíneas	V
		21	baixa	aplainados	retilíneas	V aberto
		22	média	alongados e isolados	côncavas	U
		23	baixa	aplainados	convexas	V
		24	baixa	aplainados	convexas	V aberto
		25	alta	alongados e aplainados	convexo-côncavas	V aberto
		26	média	aplainados	côncavas	V aberto
		27	baixa	isolados	convexas	em calha de fundo chato
		28	alta	alongados e em cristas	retilíneas	V
		29	alta	isolados	convexas	V
		30	baixa	aplainados	convexas	aberto de fundo chato
		31	média	aplainados	convexas	V aberto
		3º Planalto Paranaense	32	média	alongados	convexas
	33		alta	alongados	retilíneas e côncavas	Degraus
	34		média	aplainados c/ res. de aplainação	convexas e convexo-côncavas	V
	35		baixa	aplainados	retilíneas e convexas	U
	36		média	alongados e isolados	convexas e convexo-côncavas	U aberto
	37		alta	alongados	convexas	V
	38		média	alongados	convexas	V
	39		baixa	aplainados	convexas	V
	40		baixa	alongados e aplainados	convexas	V
	41		baixa	aplainados	retilíneas e côncavas na base	em calha
	42		baixa	aplainados	convexas	V aberto
	43		média	alongados e aplainados	convexas	V
	44		média	alongados e aplainados	convexas	V
	45		alta	alongados e em cristas	retilíneas	V encaixado
	46	média	alongados	convexas	V aberto	
47	alta	alongados e em cristas	retilíneas	V		
48	média	alongados	convexas	V		
49	baixa	aplainados	convexas	V aberto		
Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas	Planícies	1	planície costeira	planície costeira	planície costeira	planície costeira
		2	colinas da planície			
		10	planície aluvial	planície aluvial	planície aluvial	planície aluvial

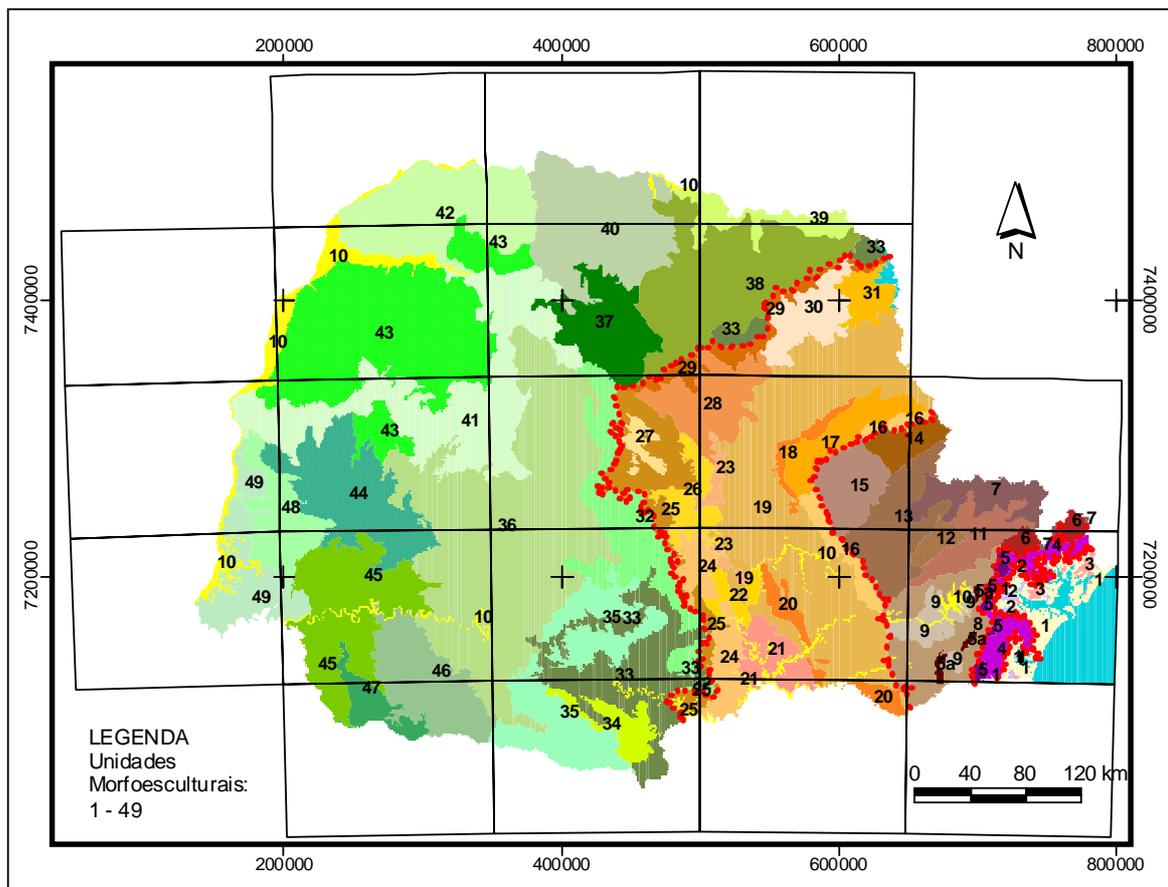


Figura 2 – Unidades Morfoesculturais do estado do Paraná

REFERÊNCIAS

- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**, Curitiba, Codepar, 1968.
- **Geografias Físicas do Estado Paraná, 2ª.Ed.**, Rio de Janeiro, J. Olympio, 1981.
- MOREIRA, A. A. N.; LIMA; G.R. Relevo. In: **Geografia do Brasil – Região Sul**, Rio de Janeiro, FIBGE, 1977:1-34.
- MOREIRA, M.R. **Avaliação dos aspectos texturais na imagem Landsat como subsídio a compartimentação fisiográfica dos municípios de Peruíbe e Itanhaém – SP. 2003. 129 f.** Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- OKA-FIORI, C & CANALI, N. E. – Geomorfologia do Estado do Paraná. In: **Atlas do Estado do Paraná**, ITCF, Curitiba,1987.
- OKA-FIOIRI, C. – **Geomorfologia e Dinâmica Têmporo-Espacial da Bacia do Rio Itiquira, Pantanal Matogrossense-MT, MS.** Tese de Doutorado, UNESP. 2002. 209 p.

ROSS, J. L. S. – O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia** – FFCH/USP, São Paulo, n.6, p. 17-30, 1992.

ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. – Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia** – FFCH/USP, São Paulo, n. 10, p. 20-32, 1996.

PALAVRAS-CHAVES: mapeamento, morfoestrutural, morfoescultural, estado do Paraná