



MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PONTINHA, MS UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO

Elias Rodrigues da Cunha - Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/Campus Aquidauana. eliasrodriguesdacunha@hotmail.com;

Raffael Gonçalves de Oliveira - Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/Campus de Aquidauana;

Vitor Matheus Bacani - Professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/Campus de Aquidauana

Edna Maria Facincani - Professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/Campus de Aquidauana

Vicente Rocha Silva - Pesquisador da Universidade Estadual de Maringá - Bolsista PNPd-CAPES/ PGE-UEM-PR

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto na elaboração de um mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do córrego Pontinha, tributário do córrego São João, situada na divisa dos municípios de Bandeirantes-MS e Rochedo-MS. Utilizou-se de imagens de RADAR SRTM (interpolada para 30m), de satélite LANDSAT-5/TM e auxílio de cartas topográficas digitalizadas, processadas em ambiente SPRING 5.1. A taxonomia do relevo foi mapeada até o quinto táxon, segundo critérios definidos em Ross (1992); Mendonça (1999) e Florenzano (2008). Os principais resultados foram os mapas: hipsométrico, clinográfico, orientação de vertentes e geomorfológico. A utilização de dados interferométricos interpolados possibilitou a elaboração de produtos capazes de subsidiar o mapeamento geomorfológico em escalas mais detalhadas (1:50.000).

PALAVRAS-CHAVE: cartografia geomorfológica, Bandeirantes, Rochedo, TOPODATA, SRTM.

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate apply remote sensing techniques in the development of a geomorphological mapping in the watershed stream of Pontinha, tributary stream of the São João, situated on the limit of the municipalities of Bandeirantes-



MS and Rochedo-MS. Were used SRTM RADAR images (interpolated to 30m), satellite LANDSAT-5/TM, topographic maps digitized, processed in environment SPRING 5.1. The taxonomy of the relief was mapped to the fifth taxon, according to criteria defined by Ross (1992), Mendonça (1999) and Florenzano (2008). The main results are maps: topographic, slope, aspect and geomorphological. The use of interferometric data interpolated enabled the development of products capable of supporting geomorphological mapping at scales more detailed (1:50.000).

KEY WORDS: geomorphological mapping; Bandeirantes, Rochedo, TOPODATA, SRTM.

1 INTRODUÇÃO

A geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo, sua gênese, composição (materiais) e os processos que nelas atuam. O relevo da superfície terrestre é o resultado da interação da litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera, ou seja, dos processos de troca de energia e matéria que se desenvolvem nessa interface, no espaço e no tempo Florenzano (2008).

No ramo do conhecimento geomorfológico voltado para a prevenção e resolução de conflitos desarmônicos entre a sociedade e a natureza, destaca-se a geomorfologia aplicada. O objetivo da geomorfologia aplicada não é de prevenir ou reduzir o desenvolvimento, mas sim otimizá-lo, reduzindo tanto os custos quanto os impactos.

Segundo Ross (2006), a geomorfologia aplicada, tem-se preocupado em trabalhar, na perspectiva da análise ambiental integrada, voltada tanto para entender problemas ambientais e socioambientais específicos, como os relacionados ao planejamento ambiental e tendo como suporte os zoneamentos ambientais ou, como se definem institucionalmente, ZEE (Zoneamento Ecológico-Econômico).

Com isso, o planejamento se torna um instrumento de relevante consideração, do ponto de vista socioambiental, político e econômico.

O planejamento territorial pode ser entendido como sendo demarcações, onde determinada atividade pode ocorrer ou não, que leva em consideração as potencialidades dos



recursos e as fragilidades dos ambientes naturais, bem como a capacidade tecnológica, o nível sócio-cultural e os recursos econômicos da população atingida (ROSS, 1992).

Cabe aos profissionais ligados às Geociências, atuarem em consonância com os poderes legislativo e executivo, a fim de prover subsídios às sociedades humanas no sentido da utilização o mais racional possível dos ambientes naturais.

É evidente a contradição entre a natureza e as sociedades humanas, não se podendo negar que o crescimento demográfico e o avanço tecnológico têm contribuído, cada vez mais, para acentuar essa contradição (ROSS, 1992). Nesse sentido, torna-se necessário a utilização de ferramentas como o sensoriamento remoto com vistas à realização de uma “radiografia da paisagem”, ou seja, a elaboração de um diagnóstico do meio físico e biótico.

O sensoriamento remoto se mostra uma ferramenta muito importante na definição de padrões de relevo, porque, possibilita a visualização de grandes áreas com a otimização de informações. Sensoriamento remoto pode ser entendido como a forma de se extrair informações de determinadas áreas sem que haja contato físico direto com a mesma (NOVO 2008). Os dados de sensoriamento remoto implementados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) permitem o estabelecimento de um avanço taxonômico na cartografia do relevo, conferindo desta maneira, bases para o planejamento e ordenamento do território.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto no mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do córrego Pontinha em Bandeirantes-MS e Rochedo-MS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo – A bacia hidrográfica do córrego Pontinha localiza-se ao norte do Estado de Mato Grosso Sul, na divisa dos municípios de Bandeirantes e Rochedo, entre as latitudes de 19° 43’ 14”e 19° 53’ 01”S e, longitudes de 54° 18’ 23” e 54° 48’ 55”W (Fig. 1). A área da bacia do córrego Pontinha é de aproximadamente 385 km², e se destaca como o principal tributário do córrego São João que é um dos principais afluentes do rio Aquidauana que, por conseguinte adentra o Pantanal Sul-Mato-Grossense.

Os solos predominantes são: na área de nascente domina o Latossolo Vermelho Álico, enquanto que no médio curso ocorre Latossolo Roxo Distrófico, já na área da foz Neossolos



Quartzarênicos Álicos. A vegetação a predominante é Savana (Cerrado) Arbórea Aberta sem floresta de galeria, mas na área de nascente destaca-se o cultivo de soja e pastagem. A geologia é composta por duas Formações do Grupo São Bento, da nascente até o médio curso ocorre a Formação Serra Geral, já na área da foz tem-se a Formação Botucatu. A geomorfologia da área compreende a unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, posicionada sobre essa macro estrutura encontra-se a morfoescultura do Planalto Maracaju-Campo Grande (BRASIL, 1982).

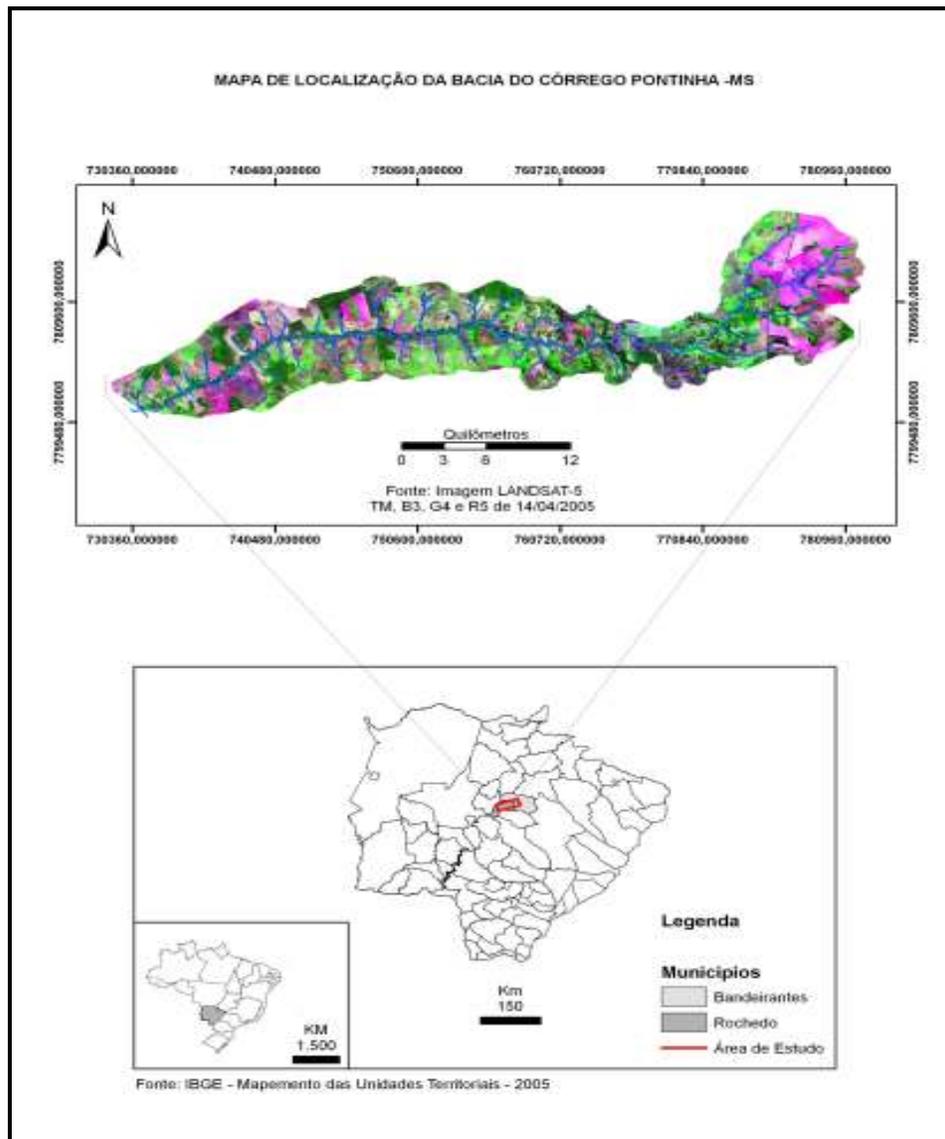


Figura 1 - Localização da área de estudo.



2.2 Procedimentos metodológicos - os procedimentos técnico-científicos empregados consistiram na aplicação da proposta metodológica taxonômica do relevo elaborada por Ross (1992) e em rotinas de tratamento digital de imagens descritas em Novo (2008). O mapa geomorfológico foi elaborado a partir da geração de produtos intermediários derivados de análises fisiográficas (imagem de satélite – LANSAT-5 TM) e morfométricas apoiadas em dados gerados pelo RADAR interferométrico SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) da bacia em questão. Etapas percorridas: análise morfométrica, identificação e caracterização do meio físico (delimitação geográfica da bacia, hipsometria, declividade, orientação de vertentes e geomorfologia).

Inicialmente, procedeu-se a delimitação da bacia hidrográfica, utilizou-se as cartas topográficas Folhas Camapuã (SE 21- ZD VI) e Rochedo (SE 21- ZD V), na escala de 1:100.000 (DSG-1966), que foram digitalizadas em scanner de mesa, e dados de RADAR SRTM30m de 2000, quadriculos 19-555zn e 20-555zn (formato GeoTIFF) extraídos do banco de dados geomorfométricos brasileiro (TOPODATA), disponível gratuitamente no sítio do INPE (www.dpi.inpe.br/topodata).

Quanto aos padrões morfométricos e morfológicos foram utilizados os dados de RADAR SRTM e a imagem de satélite LANDSAT-5 TM de 14/04/2005, ortorretificada, obtida do banco de dados *Global Land Conver Facility* (GLCF).

Todo mapeamento geomorfológico apoiou-se na modelagem digital de terreno (MDT) que consiste numa das principais técnicas computacionais utilizadas para a geração de cartas como declividade do terreno (carta clinográfica), hipsometria, orientação de vertentes, modelos tridimensionais de terreno, mapeamento geomorfológicos, entre outros.

A modelagem numérica de terreno foi realizada com base em imagens de RADAR SRTM, com resolução original de 90m, refinados por krigagem para 30m por Valeriano (2008). Foi gerado um Modelo de Grade Regular Retangular (MGRR), segundo procedimentos descritos em (CÂMARA et al., 2007).

Do MGRR se extraiu um Modelo Tridimensional do Relevo, que deu origem aos mapas: hipsométrico, clinográfico e de orientação de vertentes. Os intervalos adotados para o mapa hipsométrico foram: a) 266m a 300m; b) 300m a 400m; c) 400m a 450m; d) 450m a 500m; e) 500m a 525m; f) 525m a 550m; g) 550m a 575m; h) 575m a 600m; i) 600 a 625m; j) 625 a 650m; k) 650 a 675m; l) 675 a 696m). O mapa clinográfico foi elaborado segundo



intervalos estabelecidos por Ross (1994), com a seguinte ordem: a) 0% a 6%; b) 6% a 12%; c) 12% a 20%; d) 20% a 30%; e) > 30%.

Ambos os produtos cartográficos gerados a partir do MDT auxiliaram nas etapas seguintes de mapeamento geomorfológico e, consecutivamente no estabelecimento de diretrizes para o ordenamento territorial. O mapa de unidades do relevo, foi elaborado na escala de 1:50.000 e publicado em 1:250.000, organizado segundo a proposta taxonômica do relevo descrita em Ross (1992). A delimitação das unidades foi feita através da interpretação de imagem de satélite e auxiliada pelos demais produtos derivados do MDT. Nessa perspectiva o relevo é classificado em seis táxons, sendo o 1º táxon correspondente as morfoestruturas e a partir do 2º até o 6º táxon englobam-se as morfoesculturas. O uso combinado das informações geradas pelos mapas hipsométrico, clinográfico e imagem de satélite permitiu o detalhamento até o 5º táxon, que corresponde aos tipos de formas de relevo (topos, tipos de vertentes, entre outros).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa hipsométrico (Fig. 2) apresenta um arranjo de doze classes altimétricas, que vão de 255 metros a 696 metros de altitude. Da foz ao médio curso notou-se um compartimento altimétrico que se destaca por apresentar baixa amplitude altimétrica, inferior 100 metros. Comparando-se com o mapa clinográfico (Fig 3), verificou-se inclinações inferiores a 6%, o que caracteriza o relevo como muito plano. Do médio curso em direção à nascente inicia-se um elevado gradiente altimétrico, marcado por elevadas amplitudes altimétricas, com 400 metros no médio curso e na área das nascentes atinge aproximadamente 700 metros, mostrando assim maior amplitude altimétrica quando comparado ao compartimento da foz ao baixo curso.

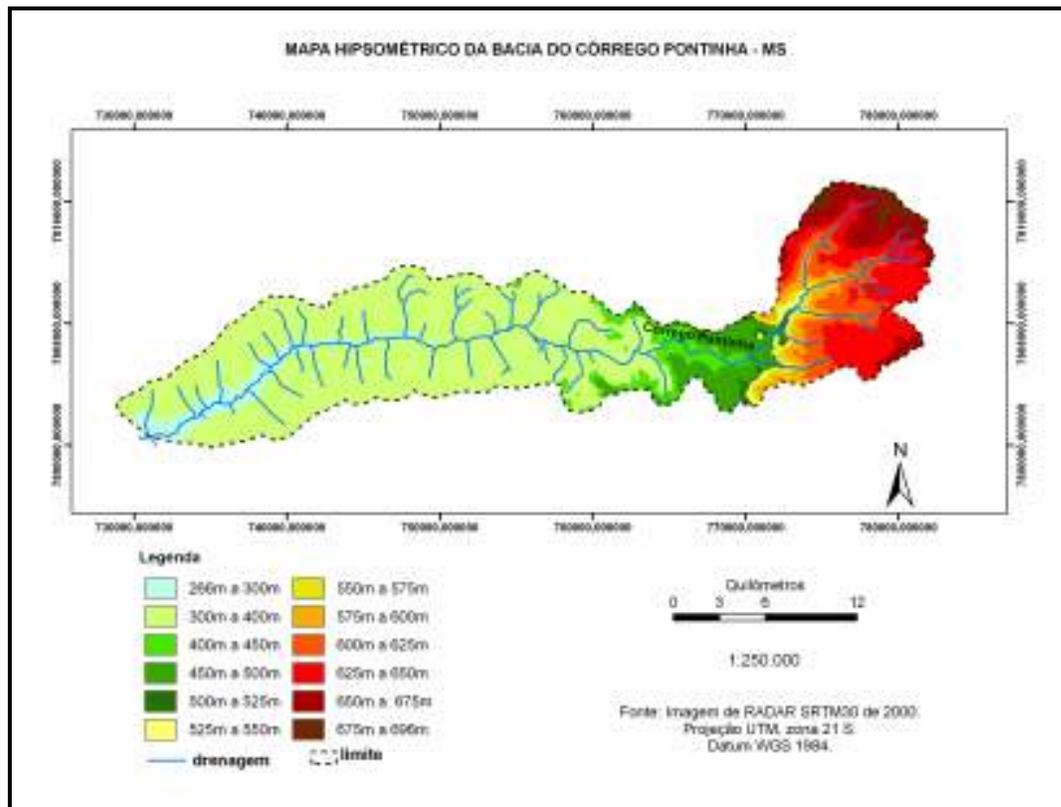


Figura 2 – Mapa hipsométrico.

A transição dos compartimentos altimétricos do baixo-médio curso para o alto-médio curso é marcada por uma quebra de relevo onde se destaca a ocorrência de uma escarpa erosiva, com a presença de uma queda d'água (cachoeira) de aproximadamente 80 metros.

A Fig. 3 demonstra que os percentuais de inclinação dominantes na bacia estão entre 0 e 6%, ocorrendo tanto no baixo curso quanto nas proximidades das nascentes. Em seguida, destacam-se as inclinações de 6 a 12% por ocorrerem ao longo de toda bacia, porém com maior dominância no alto e médio curso e no baixo curso nas vertentes da margem direita do canal principal. As inclinações superiores a 12% encontram-se concentradas em duas áreas: no médio curso, associado à escarpa erosiva que divide os dois principais compartimentos geomorfológicos da bacia e um outro ponto situado no médio-alto curso associado a um outro “alinhamento estrutural” que traduz um relevo mais dissecado que o do entorno. Nesse trecho, destaca-se também a ocorrência de elevadas inclinações (superiores a 30%), que também se repetem na área da escarpa erosiva ligada a cachoeira e suas adjacências. Estas duas zonas de



alinhamentos estruturais relacionadas às elevadas inclinações estão, evidentemente associadas com patamares topograficamente diferenciados da Serra de Maracajú-Campo Grande que se prolongam a norte e sul.

A espacialização das diferentes características clinográficas e altimétricas não apresentou uma elevada correlação, pois as baixas declividades nem sempre estiveram relacionadas com baixos gradientes topográficos (baixa amplitude altimétrica) o que tende a reforçar o detalhamento dos fatos geomorfológicos.

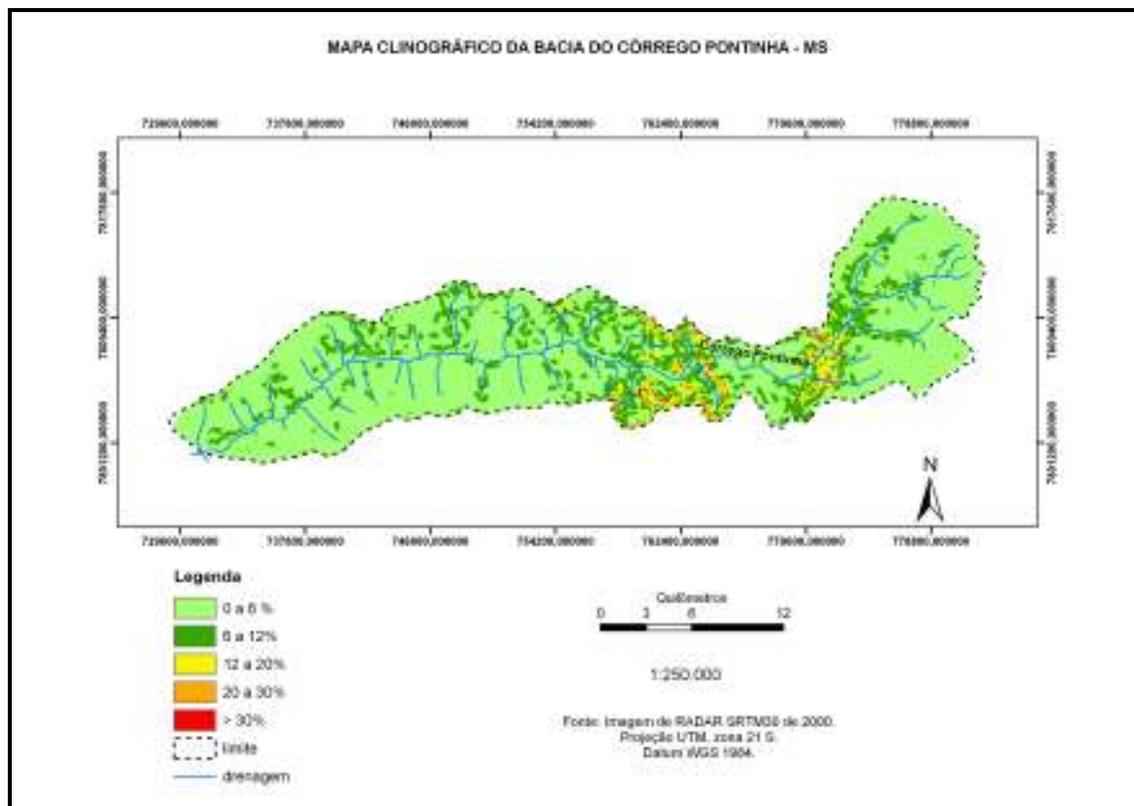


Figura 3 – Mapa clinográfico.

A Fig. 4 indica de modo muito explícito uma dominância na orientação das vertentes nos sentidos norte e sul, o que condiz, portanto, com o sentido de escoamento de fluxo da bacia (leste – oeste). As vertentes que se encontram expostas predominantemente voltadas ao norte apresentam um relevo mais plano do que os orientados para a face sul. Tal relação é feita em função da quantidade de energia solar recebida pelas vertentes. É evidente que as



vertentes orientadas para o norte recebem uma quantidade de radiação solar muito superior que os do sul, com isso o intemperismo tende a ser superior nessas vertentes. Segundo Lepsch (2002) as superfícies próximas ao Trópico de Capricórnio tendem a apresentar vertentes voltadas para o norte sempre mais quente e seco que as para o sul e, que com o aumento da temperatura as reações químicas também se aceleram contribuindo para transformações mais rápidas na paisagem. Nesse contexto, o que traduz graus de dissecação relativamente diferenciados do relevo em um mesmo compartimento altimétrico são as diferenças de orientação das vertentes ligas a diferentes níveis de intemperismo químico e principalmente físico/biológico.

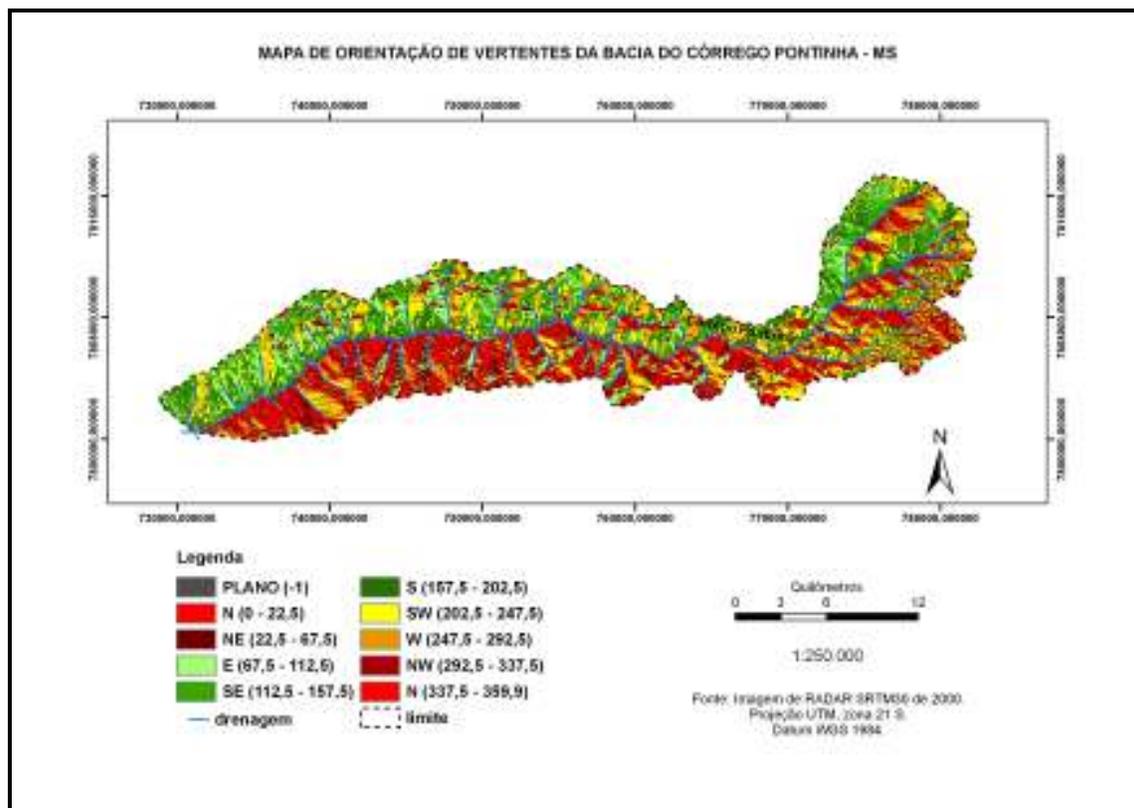


Figura 4 – Mapa de orientação de vertentes.

A Fig.5 as unidades de relevo identificadas que se relacionam hierarquicamente com a morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná e a morfoescultura do Planalto Maracaju-Campo Grande. As unidades geomorfológicas mapeadas são descritas abaixo.



3.1 Planície fluvial – Destaca-se em um compartimento altimétrico dominado por cotas situadas entre 276m e 317m; ocupa uma faixa que margeia a drenagem do baixo até médio curso, com declividades entre 0 a 6% e presença bem reduzida de mata ciliar. Quanto ao solo na margem direita predomina o Neossolo Quartzarênico Álico, ligado a relevo plano a suave ondulado. Quanto à margem esquerda encontra-se, além do Neossolo Quartzarênico Álico, Latossolo Vermelho-Amarelo Álico de textura média e Latossolo Vermelho Álico também de textura média de relevo plano. Esta unidade geomorfológica é entendida como área de absoluta restrição a ocupação, pois corresponde a faixas de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e/ou apresentam elevado risco de inundação.

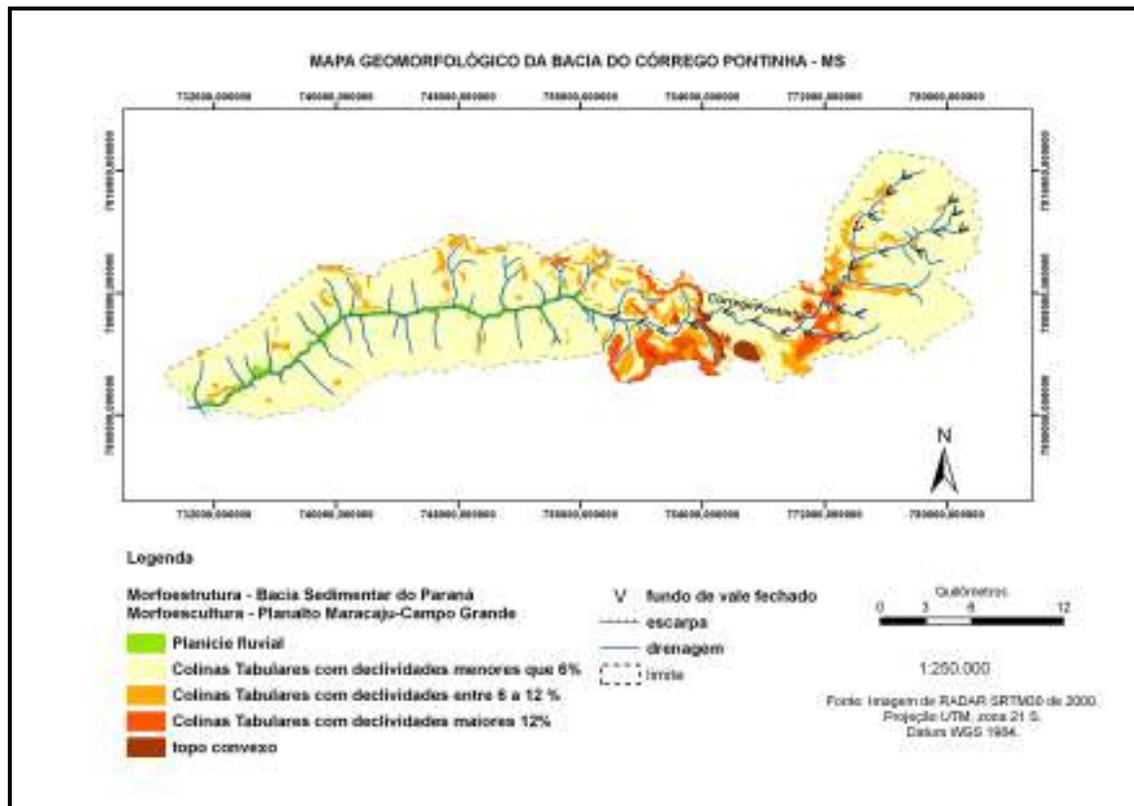


Figura 5 – Mapa geomorfológico.

3.2 Fundo de vale fechado - Segue do médio curso com altitude de 320m e se estende até a nascente (696m), associado com relevo predominantemente suave, mas em algumas áreas o relevo se apresenta fortemente ondulado. No médio curso predominam Latossolo Roxo



Distrófico, de textura argilosa a muito argilosa; Latossolos Vermelho Distrófico, de textura argilosa, Latossolo Vermelho Eutrófico de textura argilosa a muito argilosa, além de Neossolos Litólicos Eutróficos e Distróficos, nas áreas de maiores inclinações, onde o relevo é ondulado ou fortemente ondulação, associado a afloramentos rochosos e a presença de escarpas, marcando a presença de cachoeiras que tendem na direção da foz tende a diminuir a energia do entalhamento do canal e alarga-se, formando a planície fluvial no baixo curso. Entretanto, vale fechado na área de nascente ocorre associado a colinas com formas de aplainamento tabulares, onde se desenvolvem Latossolos Vermelhos Álicos de textura média a argilosa.

3.3 Colinas Tabulares com declividades < 6% - Predominam na maior parte da bacia hidrográfica, ocupa uma extensão que vai desde a nascente até a foz, com variação altimétrica de 266m a 696m. Tendo em vista uma área de pouca inclinação é utilizada intensamente para prática agropecuária (pecuária e cultivo de soja). Destacam-se sumariamente pela presença de Neossolos Quartzarênicos Álicos no baixo curso, associado à litologias do Arenito Botucatu e no alto curso destacam-se relevos colinosos desenvolvidos sobre rochas basálticas da Formação Serra Geral, cujos solos são predominantemente “maduros” ou bem desenvolvidos, como os Latossolos Vermelhos Álicos.

3.4 Colinas Tabulares com declividades de 6 a 12% - Encontra-se associadas as colinas tabulares de menores inclinações, portanto distribuídas por toda bacia, porém em menor área. Em sua maioria, destacam-se na margem direita do córrego, aumentando sua proporção a partir do médio curso em direção a nascente. A variação altimétrica encontra se entre 317m a 650m. Os solos dispostos no médio curso associados a essa unidade geomorfológica são: Latossolo Roxo Distrófico e Eutrófico de textura argilosa a muito argilosa, Latossolos Vermelho Distrófico, de textura argilosa, Neossolos Litólicos Eutróficos (relevo ondulado) e na região mais elevada próxima a nascente encontra-se Latossolo Vermelho Álico em relevo plano e suave ondulado.

3.5 Colinas Tabulares com declividades acima de 12% - Ocupa aproximadamente 5% da área da bacia, e se limita a uma pequena região de relevo ondulado a fortemente ondulado na região central, com variação altimétrica de 396m a 548m, onde se encontra uma escarpa erosiva, coincidindo ao sul com o limite da bacia hidrográfica do córrego São João. Predominam Neossolos Litólicos Eutróficos e Neossolos Litólicos Distróficos de relevo



fortemente ondulado e afloramentos rochosos escarpados. Por ser uma região de topografia fortemente inclinada, destacam-se encostas sujeitas a deslizamentos, sobretudo no entorno da escarpa erosiva devendo-se seguir, portanto, as recomendações do Código Florestal Brasileiro que classifica o entorno de escarpas como de uso restrito a ocupação, denominadas Áreas de Preservação Permanente (APPs), (BRASIL, 1965).

3.6 Topos Convexos - Correspondem a menor área da bacia, com apenas 0,25%. Encontrada na região central da bacia hidrográfica, com média de altitude de 400m, composto por derrames básicos com lentes de arenito eólicos intertrapes em sua porção basal, basalto cinza escuro e esverdeados, finos, afaníticos e amigdalóides. Estão associados à Latossolos Roxo e Latossolos Vermelhos Distróficos, de textura argilosa e ligados a relevo suave ondulado.

A Tab. 01 mostra a distribuição em quilômetros quadrados dos tipos de relevo encontrados na bacia. Observando o detalhamento geomorfológico da bacia nota-se que os topos convexos ocupam uma área mínima de apenas 0,25%. O fundo de vale fechado abrange 1,19% da área total, enquanto que as planícies fluviais ocorrem em 4,42%. As formas erosivas tabulares ocorrem predominantemente no Córrego Pontinha. As colinas tabulares com declividades abaixo de 6% são as predominantes, ocupando quase 80% da bacia, o que evidencia uma área muito plana e com baixa vulnerabilidade natural a processos erosivos ligados ao relevo. No entanto, nas proximidades da foz destacam-se solos fortemente arenosos e, portanto, altamente susceptíveis a processos erosivos, Desta maneira por se tratar de uma área de baixa declividade, a forte pressão antrópica pode levar a processos erosivos acelerados, principalmente após a intensificação da retirada da cobertura vegetal. Apenas 10,18% da área da bacia apresentam colinas tabulares com declividades de 6 a 12%. As Colinas Tabulares com declividades acentuadas (superiores a 12%) ocupam 4,7 % da bacia. Essas colinas, embora tabulares apresenta vertentes com inclinações que limitam a utilização agrícola mecanizada e, por outro lado não apresentam severas limitações quando associadas a solos jovens (Neossolos Litólicos) e onde as inclinações são superiores a 30% tem sua utilização restringida pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965), classificadas também como APPs.

**Tabela 01 – Distribuição das unidades de relevo na bacia do córrego Pontinha.**

Unidades do Relevo	km²	%
Topo Convexo	0,97	0,25
Fundo de Vale Fechado	4,60	1,19
Planície Fluvial	17,03	4,42
Colinas Tabulares com declividades menores que 6%	305,12	79,23
Colinas Tabulares com declividades de 6 a 12%	39,23	10,18
Colinas Tabulares com declividades maiores que 12%	18,12	4,7
Total	385,06	100

4 CONCLUSÃO

A utilização de dados radarmétricos e de satélite na elaboração do mapeamento geomorfológico da bacia do córrego Pontinha concretizou-se de modo satisfatório, onde foi possível mapear até o 5º táxon (tipos de vertentes). Estes resultados evidenciam as potencialidades de produtos radarmétricos em relação às cartas topográficas disponíveis para a área de estudo (escala de 1:100.000 – curvas de nível com equidistância de 40m). Contudo, os trabalhos de campo tornam-se indispensáveis no estudo e caracterização das formas de relevo.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio financeiro concedido pela PROPP/UFMS.



6 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro**. Lei 4771, de 15 de setembro de 1965. Brasília, Diário Oficial da União, 1965.

BRASIL, Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1982. Folha SE. 21 Corumbá e parte da Folha SE 20.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; MEDEIROS, J. S. Fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Orgs). **Introdução à ciência da geoinformação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>>. Acesso em: 19 out. 2007.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

LEPSH, Igo. F. **Formação e conservação dos Solos**. São Paulo: oficina de Texto, 2002.

MENDONÇA, F. A. Diagnóstico e Análise Ambiental de Microbacia Hidrográfica Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **UFPR n° 3 Paraná**, 1999.

MONTEIRO, A. M. V.; PAIVA, J. A.; D'ALGE, J. C. L. (Orgs.) **Geoprocessamento: teoria e aplicações**. 2000. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>>. Acesso em: 6 out. 2007.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008



ROSS, J. L. S; **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental**; São Paulo: Oficina de Texto, 2006. cap 1. Pg 208.

_____ O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia** n°6, FFLCH-USP, São Paulo, 1992.

VALERIANO, M. de M. **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais** - São José dos Campos: INPE, 2008.