



Revista Brasileira de Cartografia (2016), N° 68/7: 1375-1384
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE AQUIDAUANA-MS, ATRAVÉS DE SENSORIAMENTO REMOTO E SIG

*Geomorphological Mapping of the Municipality of Aquidauana
Through Remote Sensing and GIS*

**Bruno Gonçalves Mendonça¹, Larissa do Carmo Pires¹,
Vitor Matheus Bacani¹, Elias Rodrigues da Cunha² & Edna Maria Facincani¹**

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

CPAq- Unidade II / Departamento de Geografia

Rua Oscar Trindade de Barros, s/n- Caixa Postal 792000- 000 - Aquidauana- MS, Brasil
brunogeoufms@gmail.com, larissa.c.pires@gmail.com e vitor.bacani@ufms.br

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

CPTL / Departamento de Geografia

Rua Capitão Olinto Mancini, nº 1662 Caixa Postal 210 Caixa Postal 79603- 011 - Três Lagoas- MS, Brasil
eliasrodriguesdacunha@hotmail.com

Recebido em 16 de Abril, 2015/ Aceito em 6 de Janeiro, 2016

Received on April 16, 2015/ Accepted on January 6, 2016

RESUMO

A geomorfologia vem servindo de base não apenas para a compreensão da natureza física, mas também para o conhecimento da natureza socioeconômica. Neste sentido, o mapeamento geomorfológico se torna uma ferramenta fundamental para subsidiar estudos em níveis pedológicos, climatológicos, de uso potencial da terra, planejamento ambiental e ordenamento territorial. O objetivo do presente estudo foi mapear as formas de relevo do município de Aquidauana- MS. Os procedimentos metodológicos fundamentaram-se na interpretação digital de imagens de satélites LANDSAT-5 TM (Thematic Mapper) e dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). O resultado foram os mapas: hipsométrico, clinográfico, orientação de vertente e geomorfológico. A utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) para elaboração do mapeamento geomorfológico do município de Aquidauana se concretizou de forma satisfatória, e o trabalho atendeu ao seu objetivo sendo possível caracterizar e classificar 13 classes geomorfológicas na escala de 1:100.000.

Palavras chaves: Cartografia Geomorfológica, Geoprocessamento, SRTM, MDE, Pantanal.

ABSTRACT

Geomorphology has provided the basis not only for comprehension of the physical nature, but also for understanding the socioeconomic nature. In this sense, geomorphological mapping is becoming a key tool to support studies on soil science, climatology, land use capacity and environmental planning. The aim of this study was to map landform units of the municipality of Aquidauana-MS. The methodological procedures were based on digital interpretation of satellite images LANDSAT - 5 TM (Thematic Mapper) and radar data SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). The results showed: hypsometric, slope, aspect and geomorphological maps. The use of techniques of remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) for the preparation of geomorphological mapping of the municipality of

Aquidauana materialized satisfactorily, and the work has met its goal being able to characterize and classify 13 geomorphological classes. The methodological procedures supported by radar and optical data were essential in editing of landforms at a scale of 1:100.000.

keywords: Geomorphologic Cartography, Geoprocessing, SRTM, DEM, Pantanal.

1. INTRODUÇÃO

A cartografia geomorfológica se constitui em importante instrumento na espacialização dos fatos geomorfológicos, permitindo representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos bem como a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades (CASSETI, 2005).

Geólogos, geógrafos, físicos e outros cientistas rotineiramente utilizam a visão sinóptica proporcionada pelos dados de sensoriamento remoto visando identificar e interpretar feições geomorfológicas na superfície terrestre. De fato, a identificação, o entendimento e a avaliação quanto à natureza das formas de relevo visíveis em imagens de sensores remotos é um dos grandes benefícios da ciência do sensoriamento remoto (JENSEN, 2009).

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.

Com o avanço das geotecnologias à geomorfologia dispõe de uma variedade de dados e técnicas de sensoriamento remoto que fornecem níveis de informação sem precedentes. Os avanços tecnológicos dos novos sensores remotos, que produzem imagens com melhor resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal, permite aos especialistas em geomorfologia mapear, medir e estudar uma variedade de fenômenos geomorfológicos com maior rapidez e precisão (FLOREZANO, 2008).

Na última década novas metodologias e técnicas foram desenvolvidas utilizando como base Modelos Digitais de Elevação (MDEs) e imagens de satélites de média e alta resolução espacial em mapeamentos geomorfológicos. Tal avanço é notório diante do grande número de trabalhos (CARVALHO e BAYER, 2008; BUBENZER e BOLTEN, 2008; TRENTIN, 2012; FREY e PAUL, 2012; PASCHOAL *et al.*, 2012; LIMA *et al.*, 2013; SALAMUNI *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2013; SCHIRMIR 2013; PIMENTA *et al.*, 2014; NETO, 2015; SANTOS,

2015; PIPAUD *et al.*, 2015) que utilizam dados de sensoriamento remoto em ambiente SIG para extração de representações gráficas espacial das feições do relevo.

Aplicação baseada em SIG de Modelos Digitais de Elevação (MDEs) incorporando técnicas de análise qualitativa e quantitativa permitem a análise sinóptica da paisagem, além de facilitar a transferência resultados no campo pesquisa, antes fornecidos em escala local, agora para áreas de investigação de maior dimensão, contribuindo assim para superar um problema clássico geográfico (SMITH & DOR, 2009; GONGA-SAHOLIARILIVA *et al.*, 2011; SCHLUMMER *et al.*, 2014).

A utilização de SIG em mapeamentos geomorfológicos tem se apresentado como uma ferramenta de suporte, contribuindo para o planejamento ambiental, ordenamento territorial, monitoramento, preservação e conservação dos recursos naturais municipais. .

Considerado “portal de entrada” do Pantanal, o município de Aquidauana representa um importante laboratório natural de pesquisa para as diferentes áreas do conhecimento, sobretudo às relacionadas aos recursos hídricos, geomorfologia e a biodiversidade do Pantanal Sul-Mato-Grossense.

Dentro deste cenário este trabalho tem como objetivo o mapeamento geomorfológico do município de Aquidauana- MS na escala de 1:100.000, a partir de técnicas de sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos empregados seguem a proposta metodológica de taxonomia do relevo elaborada por Ross (1992) e a rotina de tratamento digital de imagem descrita em Novo (2008).

2.1 Área de estudo

O município de Aquidauana localiza-se na porção centro ocidental do Estado de Mato Grosso do Sul, entre os meridianos de 55°03'51"W e 56°59'57"W, e paralelos de 18°34'46"S e 20°31'01"S (Figura 1).

A geologia é composta por Formações

do Grupo Paraná e Grupo Cuiabá: Formação Pantanal, Formação Furnas e Formação Aquidauana (BRASIL, 1982). A Formação Pantanal é constituída por sedimentos arenosos, siltico-argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos semi-consolidados a inconsolidados. Formam depósitos fluviais lacustres, em áreas inundáveis periodicamente sujeitas, ou não, a inundações ocasionais. A diferenciação pedológica se dá em função da variação do lençol freático (BRASIL, 1997).

Formação Aquidauana é constituída essencialmente por uma sequência sedimentar com intensa variação faciológica, predominantemente arenosa e de coloração vermelho-arroxeadada, na qual se distingue três níveis: superior, formado por arenitos com estratificação cruzada e siltitos vermelho tijolo, finamente estratificados; médio, com arenitos finos e muito finos, estratificação plano-paralela e intercalações de siltitos, folhelhos e diamictitos subordinados; inferior, contendo arenitos avermelhados com lentes de diamictitos, intercalações de argilitos, arenitos grosseiros esbranquiçados, arcóceos e conglomerado basal. Sua espessura varia de 200 a 500m aproximadamente (BRASIL, 1997).

A Formação Furnas é constituída por arenitos esbranquiçados e avermelhados médios a grosseiros, com estratificações plano-paralelas e cruzadas. Lentes conglomeráticas e intercalações de camadas silto-argilosas. Em razão do substrato irregular e ação dos processos erosivos esta

Formação apresenta uma espessura muito variável. Em superfície na Serra do Pantanal constataram-se valores máximos de 200 a 250m. Estratigraficamente, a Formação Furnas constitui a base do Grupo Paraná (BRASIL, 1997).

A geomorfologia da área compreende duas macro unidades morfoestruturais: a Bacia Sedimentar do Paraná e a Bacia Sedimentar do Pantanal, subdivididas nas seguintes unidades morfoesculturais: Planalto Maracaju- Campo Grande, Depressão do Paraguai e Planícies e Pantanaís Mato Grossenses (BRASIL, 1982).

2.2 Materiais e Métodos

O mapa geomorfológico foi elaborado a partir de informações extraídas do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP) na escala de 1:250.000. Aplicou-se uma edição vetorial visando ajustar os polígonos correspondentes a cada classe geomorfológica de acordo com a realidade do município de Aquidauana-MS em uma escala de 1:100.000. Para análise fisiográfica foram utilizadas imagens do Satélite LANDSAT-5/TM bandas 3, 4 e 5, composição colorida RGB; a análise morfométrica foi feita a partir do Modelo Digital de Elevação-MDE derivados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 metros (VALERIANO, 2008), quadriculas 19-57zn, 20-57zn, 18-555zn, 19-555zn e 20-555zn (formato GeoTiff).

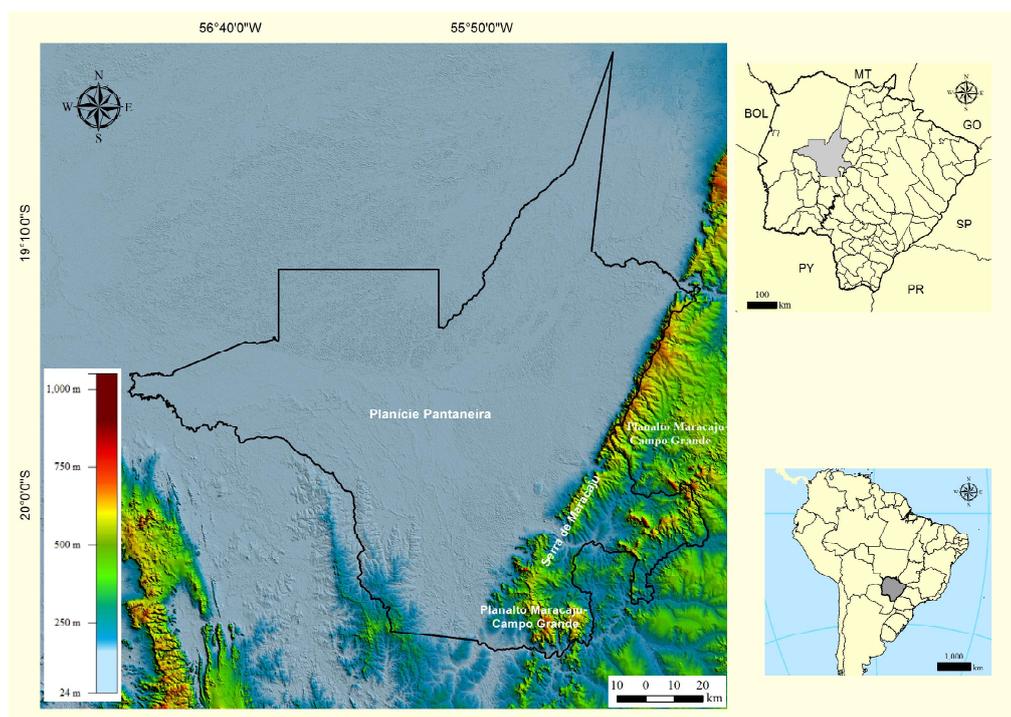


Fig. 1- Modelo digital de elevação (MDE) e localização da área de estudo.

A partir do MDE em ambiente *ArcMap 10*® extraiu-se as informações sobre a hipsometria, declividade e orientação de vertentes. As etapas percorridas foram: *Arctoolbox/Spatial Analyst Tools/surface/slope/aspect*.

Toda elaboração e edição dos mapas intermediários, bem como a cartografia digital geomorfológica tiveram como ambiente de trabalho o *ArcMap 10*®. Foram destacados os aspectos morfológicos de morfografia (descrição das formas de relevo) e morfometria (parâmetros relativos à dissecação e amplitude altimétrica do relevo). As principais formas de relevo do município detectadas por fotointerpretação de imagens ópticas e de radar foram confirmadas em trabalho de campo por meio de registros fotográficos e das coordenadas geográficas via sistema de posicionamento global por satélite, ASHTEC, modelo MobileMapper 120.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados os resultados dos produtos cartográficos intermediários (hipsometria, clinografia e orientação de vertentes), bem como o mapeamento geomorfológico.

3.1 Hipsometria

O mapa hipsométrico do município de Aquidauana (Figura 2) apresenta oito compartimentos altimétricos que variam de 80m a 718m, o qual traduz uma estreita relação existente entre os intervalos de altitude e a distribuição das formas de relevo, dos solos, das litologias e, conseqüentemente, das formas de

utilização da terra.

Em aproximadamente 41% do município predominam baixas altitudes (80 a 120m), considerando a planície pantaneira esse valor eleva-se para 70%. (Tabela 1).

As cotas mais baixas do terreno predominam ao longo de toda área de estudo (87%) e correspondem a planície pantaneira, variando de 80m a 200m, no entanto ocorrendo na região centro-oeste um predomínio de cotas inferiores a 120m. No sudeste concentram-se as altitudes que variam de 240m a 720m. As cotas mais elevadas (superiores a 420m) são encontradas no Planalto Maracaju-Campo Grande. A disposição das cotas altimétricas mais elevadas a sudeste e as menores a noroeste evidenciam o sentido do escoamento dos principais rios do município (rios Aquidauana, Taboco e Negro).

Tabela 1: Distribuição das classes altimétricas da área em km² e porcentagem

Classes Altimétrica	Área (Km ²)	%
80 a 120 m	7068,20	41,69
120 a 160 m	6351,45	37,46
160 a 200 m	1338,73	7,90
200 a 240 m	931,84	5,50
240 a 280 m	537,18	3,17
280 a 320 m	350,16	2,07
320 a 380 m	242,12	1,43
380 a 718 m	134,58	0,79
Total	16.954,29	100

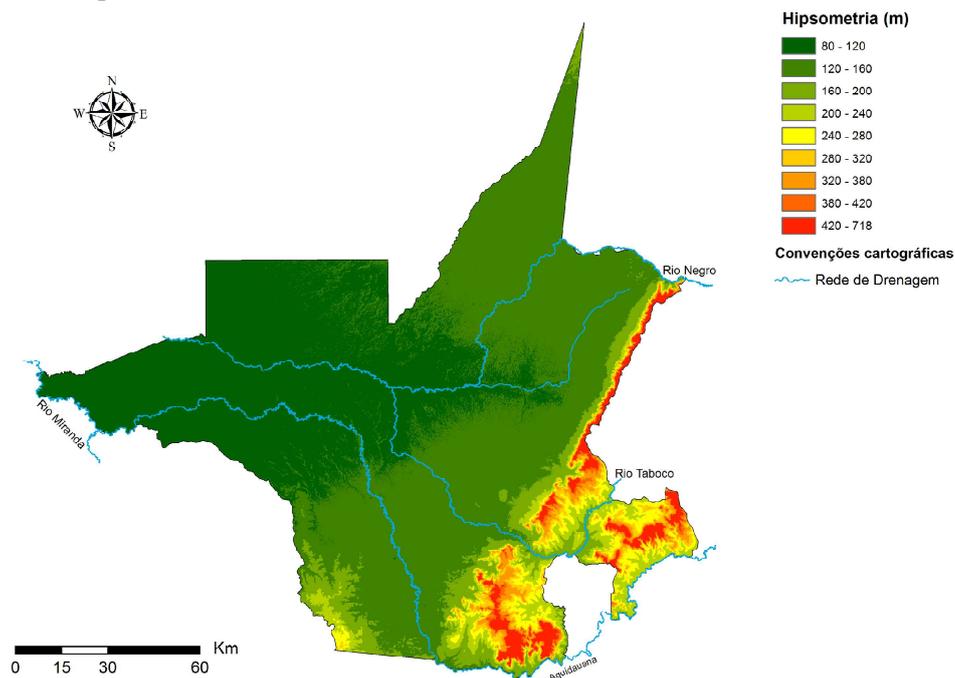


Fig. 2 - Mapa hipsométrico do município de Aquidauana-MS.

3.2 Clinografia

A declividade é o ângulo de inclinação da superfície local em relação ao plano horizontal. A carta clinográfica foi elaborada segundo intervalos estabelecidos por Ross (1994).

Segundo Villela e Mattos (1975) a declividade relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias, sendo que os picos de enchente, infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia.

O mapa clinográfico bem como o hipsométrico constitui-se num dos principais instrumentos de amparo à elaboração do mapa geomorfológico. As diferentes inclinações do relevo apresentam uma forte relação com as formas de ocupação do espaço.

A partir do mapa clinográfico (Figura3) constatou-se que 72% do município apresenta inclinações entre 0 e 6% (Tabela 2). Estas são classificadas como de muito baixa fragilidade potencial a erosão, no entanto quanto ao quesito inundaçã a relação é inversamente proporcional, ou seja, muito alta fragilidade a inundaçã

(PIRES *et al.*, 2015). Tal classe associa-se a relevos com formas planas revelando-se predominantemente na planície pantaneira.

A segunda classe destaca-se pelas declividades de 6% a 12% (24% da área), classificada como de baixa fragilidade potencial a erosão. Em seguida ocorrem as inclinações de média fragilidade de 12% a 20% (2% da área). As fortes declividades 20% a 30% estão localizadas na sequência das inclinações de 12% a 20% associadas a relevo ondulado (1% da área). As inclinações maiores de 30% (0,12%) de muito alta fragilidade potencial ocorrem a sudeste no município, onde o relevo apresenta formas fortemente onduladas, sobretudo às escarpas da Serra de Maracaju-Campo Grande.

Tabela 2: Área das classes de declividade

Declividades (%)	Área em km ²	%
0 a 6	12.213,37	72,03
6 a 12	4.123,13	24,31
12 a 20	423,598555	2,49
20 a 30	172,598331	1,01
>30	21,413595	0,12
Total	16.954,12	100

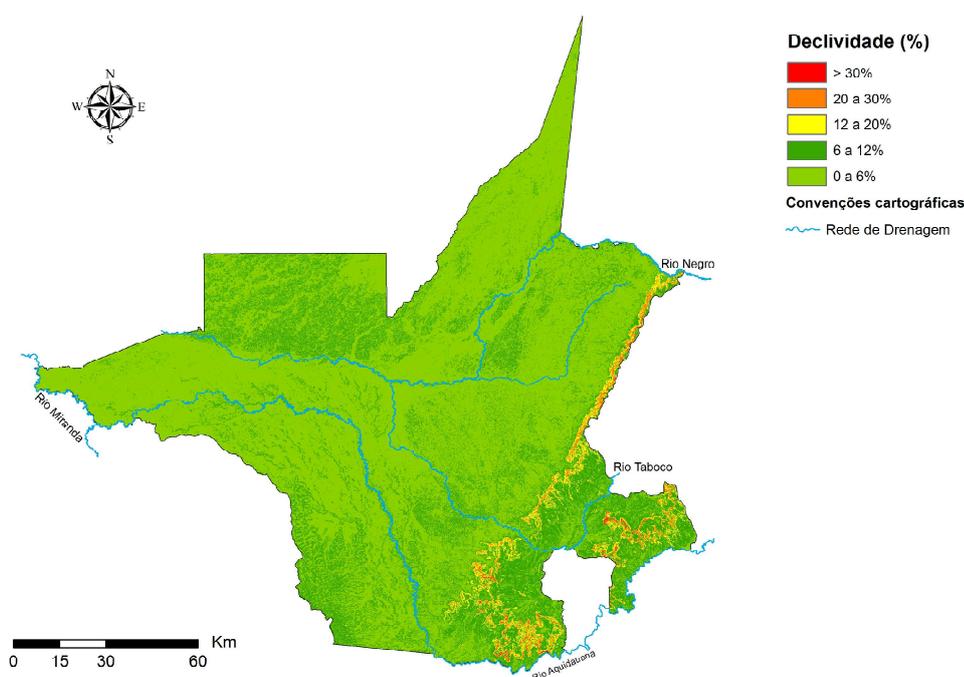


Fig. 3- Clinografia do município de Aquidauana-MS.

3.3 Orientação de Vertentes

Segundo Tricart (1957) a vertente “constitui o elemento dominante do relevo na maior parte das regiões, apresentando-se, portanto, como forma de relevo mais importante para o homem. Tanto para agricultura, quanto os demais trabalhos de construções.

A orientação de vertentes é uma medida de ângulo horizontal da direção esperada de escoamento superficial, expressa em azimute, isto é, em relação ao Norte Geográfico, onde o valor é 0° (ou 360°), crescendo dessa direção, no sentido horário. A carta de orientação de vertentes foi definida nos sentidos: a) 315-45° N, b) 45-135° L, c) 135-225° S, d) 225-315° O.

Devido ao predomínio de baixas declividades no município de Aquidauana, a cartografia da orientação de vertentes (Figura 4); apresentou uma complexidade na disposição das vertentes nas áreas correspondentes a planície pantaneira, todavia destacam-se vertentes orientadas para sul (S) e leste (L), corroborando com Brasil (1982) e Brasil (1997). Devido à planura do relevo foi elaborada uma máscara nesse compartimento indicando terreno plano.

3.4 Geomorfologia

A geomorfologia da área compreende duas macro unidades morfoestruturais: a Bacia Sedimentar do Paraná e a Bacia Sedimentar do Pantanal, subdivididas nas seguintes unidades morfoesculturais: Planalto Maracaju-Campo Grande, Depressão do Paraguai e Planícies e Pantanaís Mato Grossenses (BRASIL, 1982).

As unidades morfológicas ou dos padrões de formas semelhantes ou ainda tipos de relevo, caracterizam-se por diferentes padrões de forma que em face das suas características de rugosidade topográfica são extremamente semelhantes entre si, quanto às altimetrias dos topos, dominância de declividades das vertentes, morfologia dos topos e vertentes, dimensões inter-fluviais e entalhamento dos canais de drenagem. Estas unidades são identificáveis em cada uma das unidades morfoestruturais e morfoesculturais.

No município de Aquidauana foram mapeadas 13 classes geomorfológicas do 3º Táxon, conforme se verifica na Figura 5, que estão fortemente relacionadas às características geológicas, pedológicas e, sobretudo, aos diferentes tipos de uso da terra. Essas classes geomorfológicas foram agrupadas em 3 categorias, de acordo com a morfogênese: Formas Estruturais, Formas Erosivas e Formas de Acumulação que estão quantificadas na Tabela 3.

Áreas de Acumulação- Áreas de acumulação inundáveis (Aai). São áreas planas com cobertura arenosa, periódica ou permanentemente alagadas, precariamente incorporadas à rede de drenagem (Figura 6). Nos pantanaís foram classificadas em três categorias, segundo o grau da unidade. São representadas por conjuntos alfanuméricos em ordem crescente, da menos úmida para a mais úmida. Onde Aai1 que corresponde a Inundação baixa compõe 3,02% da área; Aai2 que corresponde a Inundação média compõe 32,67% e, Aai3 que corresponde a Inundação alta, e compõe 12,72% da área do município com variações altimétricas entre 80 a 147 metros.

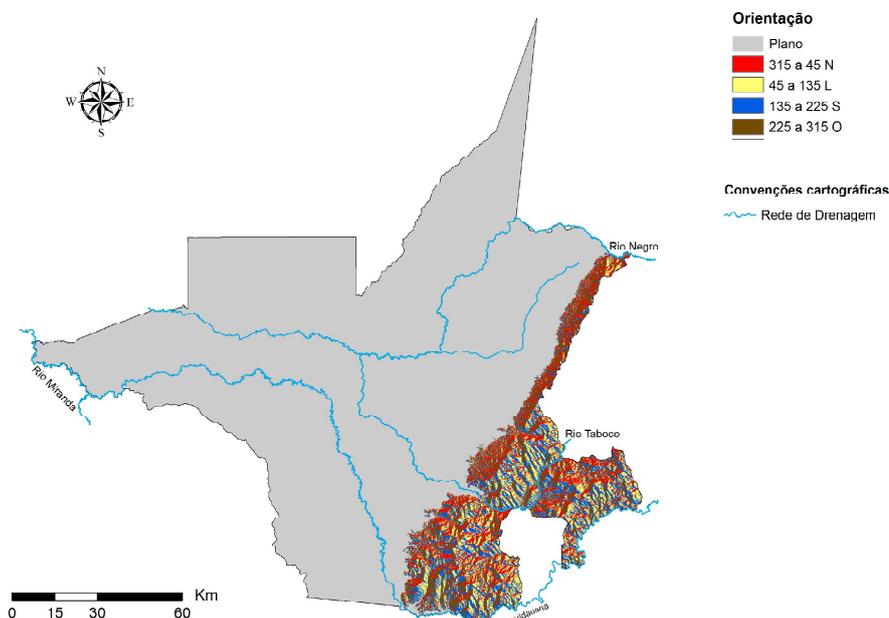


Fig. 4 - Orientação de vertentes do município de Aquidauana-MS.

Tabela 3: Unidades morfológicas 3º táxon mapeadas e quantificadas

Unidades 3º Táxon	Área em km ²	%
Aai1	513,25	3,02
Aai2	5538,79	32,68
Aai3	2156,74	12,72
Apf	471,08	2,77
Apfl	3669,58	21,65
Aptf	327,46	1,93
Da	89,02	0,53
Dc	796,55	4,70
Dep	338,31	2,00
Det	81,44	0,50
Dpd	995,29	5,87
Dst	214,88	1,26
Dt	1759,23	10,37
Total	16951,62	100

3.4.1 Planície fluvial (Apf)

São áreas planas, resultantes de acumulação fluvial, encontra-se em aproximadamente 2,77%

da área do município de Aquidauana, com a declividade ao redor de 0 a 12 %, geralmente sujeitas a riscos de inundação permanente ou periodicamente em eventos excepcionais de chuva. As cotas altimétricas variam de 80 a 147 metros. Destaca-se a presença de solos Gleissolo Tiomórfico. O Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) associa essa unidade geomorfológica como área restrita a uso e ocupação, que se caracteriza como Área de Preservação Permanente (APP) e/ ou apresenta elevado risco de inundação.

3.4.2 Planície flúvio-lacustre (Apfl)

Área plana resultante da combinação dos processos de acumulação fluvial e lacustre, geralmente comportando canais anastomosados. Essa classe geomorfológica compõe 21,65% da área total do município, com declividades de 0 a 12% e está associada a variações altimétricas entre 80 a 185 metros. Destacam se solos Gleissolo, Planossolo eutrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico.

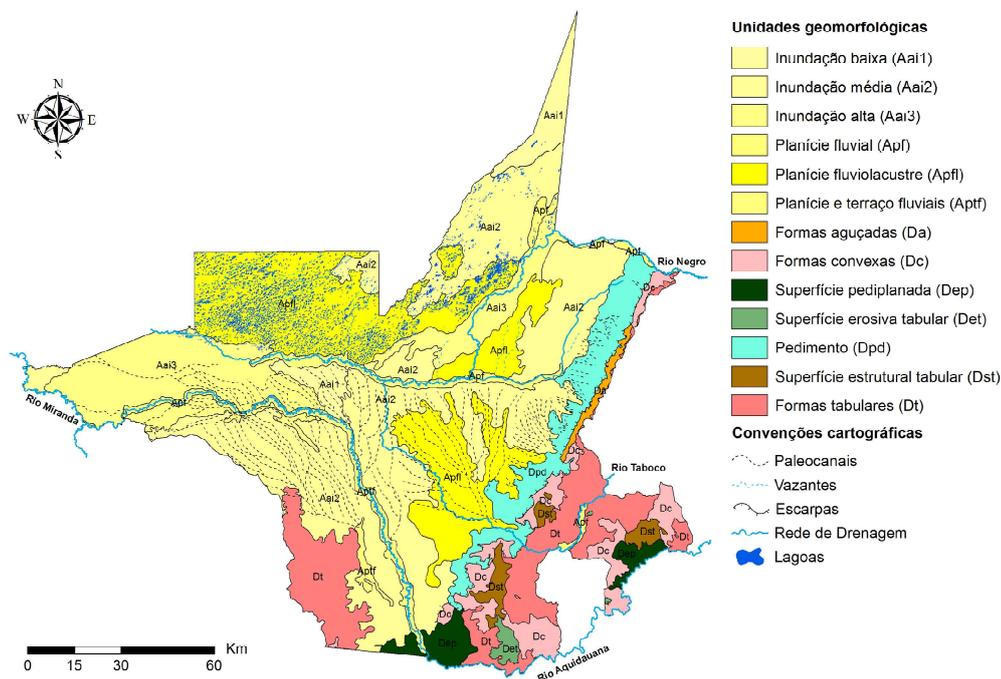


Fig. 5 - Geomorfologia do Município de Aquidauana-MS

3.4.3 Planície e terraço-fluviais (Aptf)

Área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, unida ao patamar mais elevado geralmente sem definir linha de ruptura de declive. A Planície e terraço-fluviais possuem inclinações de 0 a

12%, são constituídas pelo rio Aquidauana e encontram-se em 1,93% da área do município. Suas cotas altimétricas variam em relação ao curso do rio, em direção à foz encontram-se cotas altimétricas que variam de 80 a 120 metros, no médio curso as cotas representam

120 a 147 metros e rumo à cabeceira alcança cotas altimétricas de 147 a 185 metros. Associado a solos Gleissolos eutróficos.

3.4.4 Formas aguçadas (Da)

Relevos de topo contínuo e aguçado com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales em “V”. Suas declividades variam de 12% podendo chegar a inclinações superiores a 30%, suas cotas altimétricas oscilam de 283 a 720 metros. Essa classe geomorfológica é composta por Neossolos Litólicos álicos.

3.4.5 Formas convexas (Dc)

Relevos de topo convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separado por vales de fundo plano e/ ou em “V”, constituem 4,70% da área total, a declividade apresenta variações de 12 a maiores que 30%. Esta classe está associada a Neossolos Litólicos álicos, Neossolos Quartzarênicos álicos e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico.

3.4.6 Superfície pediplanada (Dep)

Superfície de aplanamento, elaborada por processos de pediplanação, cortando litologias pré-cambrianas do Grupo Cuiabá e Corumbá,

rochas devonianas e permocarboníferas da Bacia Sedimentar do Paraná. Compõem 2 % da área apresentando inclinações que não ultrapassam de 12%, e as cotas altimétricas apresentam variações de 147 a 283 metros. Apresenta Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico e Neossolos Quartzarênicos álicos.

3.4.7 Superfície erosiva tabular (Det)

Relevo residual de topo aplanado, provavelmente testemunho de superfície aplanada e geralmente limitado por escarpas. Corresponde a menor área do município com 0,5%, com altimetria variando entre 399 a 720 e inclinações acima de 30%. Nesta classe destacam-se Latossolos Vermelhos álicos e Neossolos Litólicos álicos.

3.4.8 Pedimento (Dpd)

Pedimento. Forma de relevo efetuada por recuo paralelo de vertente, resultando encostas de declive fraco, ligando dois planos altimétricos diferentes. Representa 5,87% da área, com variações altimétricas de 120 a 233 metros e declividades de 0 a 12%. Destacam-se solos como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico e Planossolo eutrófico.

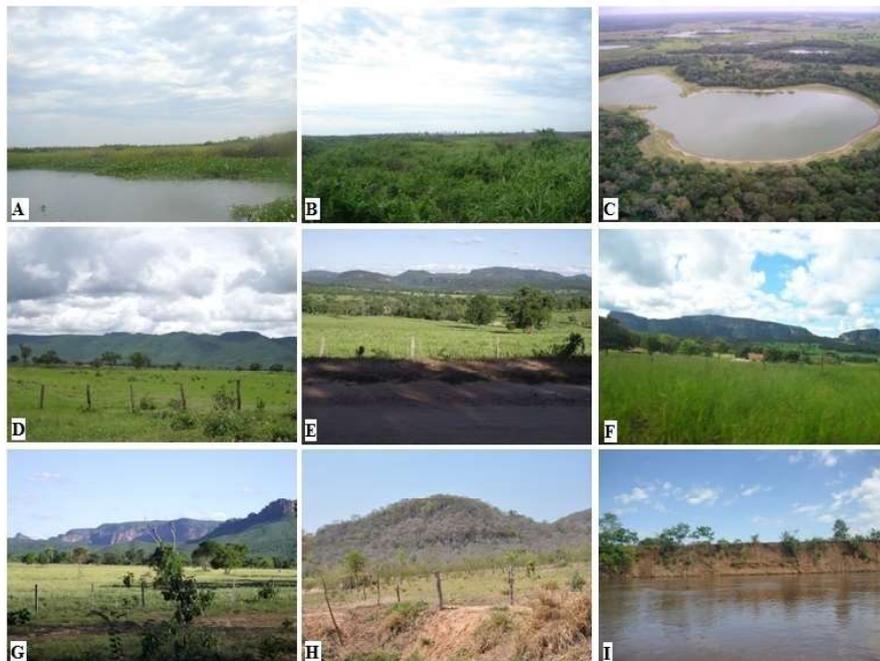


Fig. 6 - A) Área de acumulação inundável próxima à confluência do rio Aquidauana com Miranda; B) Planície fluvial C) Planície fluvio-lacustre na região da Nhecolândia (Foto: CORDEIRO, 2007); D) Formas aguçadas ao longo da rodovia MS-419 (estrada do Taboco); E) Formas erosivas tabulares; F) Formas tabulares; G) Pedimento caracterizado pelas rampas de Piedmont; H) Formas convexas (morro testemunho) I) Terraços fluviais ao longo do rio Aquidauana.

3.4.9 Superfície estrutural tabular (Dst)

Superfície aplanada de topo parcial ou totalmente coincidente com a estrutura geológica. Limitada por escarpas e retrabalhada por processos de pediplanação. Essa classe geomorfológica apresenta altimetria de 233 a 720 metros, e sua declividade apresenta variações entre 6 a 30%. Está associado a Neossolos Litólicos álicos, Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico e Neossolos Quartzarênicos álicos.

3.4.10 Formas tabulares (Dt)

Relevos de topo aplanado, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados por vales de fundo plano. Essa classe se encontra tanto a oeste quanto a leste e compõe 10,37% da área de estudo, apresenta inclinações de 0 a 12% e com variações altimétricas entre 120 a 338 metros. Destacam-se Argissolos Vermelho-Escuro, Neossolos Quartzarênicos álicos.

4. CONCLUSÕES

O município de Aquidauana apresenta uma geomorfologia rica com características bem diferenciadas entre si, devido à presença de duas unidades morfoestruturais no mesmo território o que possibilita essa diversidade entre as formas e proporciona particularidades interessantes em sua paisagem.

Este estudo demonstrou que a utilização de imagens do satélite LANDSAT-5 TM e dados SRTM são adequados para analisar e mapear o relevo de grandes áreas como o município de Aquidauana e que foram determinantes na edição das formas para a escala de 1:100.000.

Finalmente, conclui-se que cada unidade definida se caracteriza por diferentes processos superficiais que podem condicionar o uso do solo. Dessa forma, acredita-se que o estudo geomorfológico, realizado de forma que integre os diversos elementos naturais da paisagem e associado à utilização de imagens de imagens orbitais, servem como uma importante ferramenta de planejamento e gestão territorial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo apoio financeiro concedido

ao projeto de pesquisa, cadastrado com o nº de processo 23/200.766/2012.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Campo Grande. 448p.

BRASIL. **Plano de conservação da bacia alto Paraguai: Análise Integrada e Prognóstico da Bacia do Alto Paraguai.** Brasília: PNMA, 1997. 369p.

BUBENZER, O., BOLTEN, A., The use of new elevation data (SRTM/ASTER) for the detection and morphometric quantification of Pleistocene megadunes (draa) in the eastern Sahara and the southern Namib. **Geomorphology** v. 102, 221-231. 2008.

CARVALHO, T. M.; BAYER, M. Utilização dos Produtos da “Shuttle Radar Topography Mission” (SRTM) no Mapeamento Geomorfológico do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n. 1, p. 35-48, 2008.

CASSETI, V. Geomorfologia. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em 05/05/2012.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo. Oficina de Textos, 2008. 320 p.

FONSECA, P. M. L.; VICENS, R. S.; CRONEMBERGUER, F. M.; DA SILVA SEABRA, V. mapeamento geomorfológico por meio de classificação baseada em objetos: estudo de caso para a bacia do rio São João-RJ. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, Nº 2, p. 407-418, 2014.

FREY, H.; PAUL, F. On the suitability of the SRTM DEM and ASTER GDEM for the compilation of topographic parameters in glacier inventories. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 18, p. 480-490, 2012.

GONGA-SAHOLIARILIVA, N.; GUNNELL, Y.; PETIT, C.; MERING, C. Techniques for quantifying the accuracy of gridded elevation models and for mapping uncertainty in

- digital terrain analysis. **Progress in Physical Geography**, v. 35 n.6, 739-764, 2011.
- LIMA, K. C.; Da CUNHA, C. M. L.; PEREZ FILHO, A. Dificuldades e possibilidades da cartografia geomorfológica no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 6, n. 65/6, p. 1063-1073, 2013.
- NETO, R. M.; ZAIDAN, R. T.; MENON JR, W. Mapeamento geomorfológico do município de Lima Duarte (MG). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 1, p. 123-136, 2015.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. 388 p.
- PASCHOAL, L. G.; CUNHA, C. M. L.; CONCEIÇÃO, F. T. A Cartografia geomorfológica como subsídio para a análise do relevo antropogênico em área de mineração. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 4, p. 379-391, 2013.
- PIPAUD, I.; LOIBL, D.; LEHMKUHL, F. Evaluation of TanDEM-X elevation data for geomorphological mapping and interpretation in high mountain environments—A case study from SE Tibet, China. **Geomorphology**, v. 246, p. 232-254, 2015.
- PIRES, L. C.; SILVA, L. F.; MENDONÇA, B. G.; BACANI, V. M. Análise da fragilidade ambiental do município de Aquidauana-MS. **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 43. p. 52 – 65. 2015.
- ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.
- ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 17-19, 1992.
- SALAMUNI, Eduardo, Nascimento, E.R.; SILVA, P.A.H.; FIORI, C.O. Geomorfologia do município de Curitiba-PR. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 4, p. 327-341, 2013.
- SANTOS, L. J. C., OKA-FIORI, C., Canali, N. E., Fiori, A. P., Silveira, C. D., SILVA, J. M., & ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de geomorfologia**, v. 7, n. 2, p. 3-12, 2006.
- SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E.; FERREIRA, A. T. S. mapeamento geomorfológico da praia do guincho, conselho de caisais (Portugal), baseado em método geodésico de precisão. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 1, p. 165-176, 2015.
- SCHIRMER, G. J.; ROBAINA, L. E. S. compartimentação de unidades geomorfológicas do município de Agudo- RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 1, p. 2-12, 2013.
- SCHLUMMER, M.; HOFFMANN, T.; DIKAU, R.; EICKMEIER, M.; FISCHER, P.; GERLACH, R.,... & ZIMMERMANN, A. From point to area: Upscaling approaches for Late Quaternary archaeological and environmental data. **Earth-Science Reviews**, v.131, 22-48, 2014.
- SMITH, M. J.; PAIN, C. F. Applications of remote sensing in geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 33, n. 4, p. 568-582, 2009.
- TRENTIN, R.; SANTOS, L. C. S; ROBAINA, L. R. S.; Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Itu – Oeste do Rio Grande do Sul – Brasil. **Sociedade. & Natureza.**, Uberlândia, v. 24 n. 1, 127-142, 2012.
- TRICART, J. Mise en point l'évolution des versants. L. **Information géographique**, (21): 108-15, 1957.
- VALERIANO, M. de M. **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008. 72 p.
- VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGRAW Hill do Brasil, 1975. 245p.