



## **Uso de geotecnologia para obtenção de áreas de prioridade para mapeamento geomorfológico na Bacia do Alto Paraguai-BAP**

Jepherson Correia Sales <sup>1</sup>

Joelson de Souza Passos <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

Av. Fernando Correa da Costa nº2367

Cuiabá - MT, Brasil

{jepherson.sales, joelson3000}@gmail.com

**Resumo.** Com o avanço das geotecnologias e o aprimoramento das ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG) em conjunto com o Sensoriamento Remoto (SR) obteve-se produtos de extrema relevância e com qualidade para o mapeamento e monitoramento das alterações sofridas na natureza, tornando-se importantes para o planejamento e fiscalização das mudanças no ambiente por atividades antrópicas. Considerando a relevância dos produtos de SR e do SIG para realização de estudos sobre a evolução da paisagem e da influência das ações antrópicas sobre as dinâmicas da natureza este artigo objetiva identificar áreas de prioridade para realização de mapeamento geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Paraguai (BAP), para fins de planejamento ambiental e prevenção de processos erosivos. Utilizou-se dos dados obtidos por sensoriamento remoto como o Modelo Digital do Terreno (MDT) do programa SRTM, disponibilizado pelo USGS/NASA, o mapa de solos da Embrapa, disponibilizado pelo IBGE (2001) e a hidrografia da Agência Nacional das Águas (ANA). Os mapas foram gerados no software Arcgis 9.3, baseando-se na metodologia de sobreposição de camadas e utilizando as variáveis do tipo solo, hipsometria, declividade, distância da rede de drenagem. Ficou evidente a relevância do uso da geotecnologia para o mapeamento geomorfológico no intuito de gerar informações que auxiliem na análise, planejamento, monitoramento e fiscalização da evolução da paisagem no Pantanal buscando prever e evitar o avanço dos processos erosivos decorrentes das atividades antrópicas na região.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica (SIG), mapeamento geomorfológico, Bacia do Alto Paraguai, processos erosivos.

**Abstract.** With the advancement of geotechnology and the improvement of the Geographic Information System tools (GIS) in conjunction with the Remote Sensing (RS) gave extremely relevant and quality products for mapping and monitoring changes experienced in nature, making It is important for planning and monitoring of changes in the environment by human activities. Considering the importance of SR and GIS products for studies of the evolution of the landscape and the influence of human activities on the dynamics of nature this article aims to identify priority areas for carrying out geomorphological mapping in the Basin of Paraguay (BAP) for purposes of planning and prevention of environmental erosion. We used data obtained by sensing remote as the Digital Terrain Model (DTM) of the SRTM program, provided by USGS / NASA, the EMBRAPA soils map, disponibilizado by IBGE (2001) and hydrography of the National Water Agency (DWARF). The maps were generated in Arcgis 9.3 software, based on the overlapping layers methodology and using the soil type variables, hypsometry, slope, distance from the drainage network. It was evident the importance of the use of geotechnology for geomorfologia mapping in order to generate information to assist in the analysis, planning, monitoring and landscape evolution of supervision in the Pantanal seeking to anticipate and prevent the advancement of erosion resulting from human activities in the region.

**Key Word:** remote sensing, geographic information system (GIS), geomorphological mapping, Upper Paraguay River Basin, erosive processes.

## 1. Introdução

Nos últimos anos a discussão acerca dos problemas ambientais têm ganhado grande repercussão. Devido às ações desenfreadas e sem planejamento do ser humano, alterando a paisagem natural sem os devidos estudos, a natureza tem sofrido com as consequências destas ações. Por isso cresceu o debate sobre as implicações do desmatamento, aquecimento global, poluição, entre outros.

Dentre as implicações dessas ações antrópicas encontra-se os processos erosivos, decorrente das atividades econômicas realizadas de maneira inadequada. A erosão é um processo natural que consiste basicamente no desprendimento e deslocamento de sedimentos de um determinado local para outro, por meio de agentes endógenos ou exógenos como o vento e a água. Contudo esse processo é intensificado com a ação do homem, por exemplo com a retirada de vegetação, desprotegendo o solo e deixando o suscetível a formação de voçorocas, tornando-o improdutivo e causando prejuízos econômicos e ambientais.

No entanto, no decorrer dos anos as tecnologias avançaram e as técnicas de sensoriamento remoto e SIG foram aperfeiçoadas a ponto de possibilitar o mapeamento e monitoramento das alterações ocorridas na superfície terrestre.

Com isso as ferramentas do sensoriamento remoto, auxiliadas pelos sistemas de informações geográficas apresentaram-se eficazes no fornecimento de dados para o acompanhamento dos ecossistemas brasileiros e das alterações que estes sofrem. Dessa forma possibilita a fiscalização e o controle das atividades por meio de órgãos governamentais.

Considerando que os sistemas de informação geográficas são ferramentas utilizadas para o armazenamento, análise e manipulação de dados geográficos, tornam-se importantes instrumentos para as ações de controle, monitoramento, mapeamento e planejamento dos ecossistemas, podendo identificar as áreas prioritárias para recuperação. (Câmara Neto et al., 1996).

Para Santos (2006, p.676) o uso dos produtos e técnicas do Sensoriamento Remoto podem ser utilizadas sob duas vertentes técnicas: a primeira para análise de determinado ecossistema, visando detalhamento nas informações contidas nele, para fins de preservação e manejo sustentável nas áreas pouco exploradas pelos seres humanos; e a segunda para o acompanhamento de processos de degradação ambiental, provenientes de desmatamentos e queimadas para conversão do habitat natural em extensas áreas agrícolas e de pastagens implantada, geralmente realizadas sem técnicas adequadas à manutenção do uso, ocasionando grande perda de biodiversidade, degradação do solo, fragmentação dos habitats, perda de condições edáficas e hídricas,

podendo apresentar significativo grau de assoreamento.

Com a conversão de extensas áreas de vegetação em áreas de pastagens e agricultura, para exploração econômica, são utilizadas técnicas inadequadas que acabam por prejudicar o ambiente convertido, acarretando na intensificação dos processos erosivos formando voçorocas, ravinas entre outras formas de degradação do solo, geralmente iniciadas nas cabeceiras dos cursos d'água e levando os sedimentos, assoreando os rios onde desaguam.

Estas erosões podem ocasionar prejuízos financeiros e impactos sociais negativos representados pela perda de terrenos cultiváveis em áreas agrícolas, desvalorização das terras ribeirinhas, comprometimento ou destruição de estruturas de engenharia próximas ao leito do canal fluvial (estradas, pontes, barragens, casas, torres de transmissão de energia, entre outros). Portanto é de fundamental importância estudos sobre erosões e formas de monitoramento, manejo, controle e prevenção.

Uma maneira de identificar as erosões é por meio de mapeamento, utilizando-se as técnicas de sensoriamento remoto com auxílio do SIG. Deve ser realizado um mapeamento geomorfológico para que possam ser identificadas as áreas prioritárias já que “a utilização de mapas geomorfológicos no âmbito do gerenciamento contribui para a elucidação de características do relevo, subsidiando o planejamento ambiental, visto que esses podem apontar setores do relevo que apresentam suscetibilidade à atuação antrópica.” (Machado e Cunha, 2012, p.1).

De acordo com União Internacional de Geomorfologia (UIG) “mapas são uma das maneiras mais apropriadas e sintéticas de mostrar a distribuição das formas de relevo, os depósitos da superfície e sub-superfície, os processos que atuam na paisagem e o período de tempo dessa ação” (Fonseca et al., 2012, p.1). Dessa forma:

a geomorfologia utiliza representações cartográficas para espacializar seu objeto de estudo e assim melhor visualizar as formas e os processos, buscando elementos que auxiliem na melhor compreensão da evolução e dinâmica do relevo. Como toda a representação cartográfica, mapeamentos geomorfológicos variam em função do que se pretende representar e da escala desta representação. O estudo relativo das formas de relevo e seus processos, leva ao conhecimento da sua gênese e dinâmica, esse entendimento é de fundamental importância construção evolutiva da paisagem. Nesse contexto a cartografia geomorfologia aplicada ao planejamento ambiental é uma ferramenta que fornece suporte para balizar as atividades humanas de uso da terra (Fonseca et al., 2012, p.1).

Nesse contexto encontra-se a Bacia do Alto Paraguai (BAP), com uma extensão de 496.000 km<sup>2</sup>, sendo pertencente ao Brasil 396.800 km<sup>2</sup>. O restante está dividido entre Bolívia e Paraguai. A área pertencente ao Brasil está dividida em 207.249 km<sup>2</sup> no estado de Mato Grosso do Sul e 189.551 km<sup>2</sup> no estado de Mato Grosso. Da área da BAP brasileira 64% corresponde a planaltos e 36% ao Pantanal (planície). A BAP é formada por 175 rios que totalizam uma extensão de 1400 km no território brasileiro. (Mato Grosso do Sul, 2015, p.22)

Segundo Padovani et al. (1998) “os rios da bacia do alto Paraguai, no planalto, apresentam um intenso transporte de sedimentos produzidos nas sub-bacias a montante e, no Pantanal, predomina a deposição desse sedimento, como pode ser observado claramente no rio Taquari”, isso evidencia a importância da contenção dos processos erosivos que ocorrem nas cabeceiras dos cursos d'água afluentes da BAP, a fim de evitar o assoreamento dos rios.

Os assoreamentos têm se intensificado com o processo de ocupação e as práticas de atividades econômicas implantadas dentro e no entorno da Bacia do Alto Paraguai. Contudo, “a ocupação humana e a agropecuária não são a causa da alteração no trajeto dos rios [...] mas elas a aceleram por aumentar o transporte de sedimentos do planalto para a planície.” Mario Luis Assine – Unesp / Rio Claro. (WWF, 2015, p.3).

Portanto, fica evidenciado que a alteração no curso dos rios, o assoreamento e as erosões são processos naturais e não são causados pela atividade humana. Porém esta acelera e intensifica o processo com a retirada de vegetação e uso de técnicas inadequadas para o manejo do solo, ocasionando os prejuízos econômicos e impactos sociais negativos.

Por isso, encontra-se grande número de voçorocas e erosões em solos arenosos onde foi implantado pecuária, conseqüentemente encontram-se vários cursos d'água assoreados decorrente do transporte dos sedimentos das partes altas para as partes mais baixas, ou seja, sendo levado dos planaltos para a planície, no caso o Pantanal.

Não encontram-se facilmente estudos sobre áreas prioritárias para mapeamentos geomorfológicos ou da sua importância para o planejamento ambiental destas áreas dentro da Bacia do Alto Paraguai. Segundo Calheiros e Oliveira (2011, p.114) “o pulso de inundação anual e interanual como fenômeno responsável pela interação dos processos hidrológicos e ecológicos, tem sido o centro das investigações”. Ou seja, o foco das pesquisas realizadas na Bacia do Alto Paraguai são em grande maioria levando em consideração o pulso de inundação anual e interanual, não tendo muitas pesquisas acerca de áreas prioritárias para realização de um planejamento geomorfológico, por exemplo. Sendo necessário que outros fatores também sejam incorporados aos estudos para que se consiga um resultado mais completo sobre a problemática ambiental que envolve a Bacia do Alto Paraguai.

## 2. Objetivo

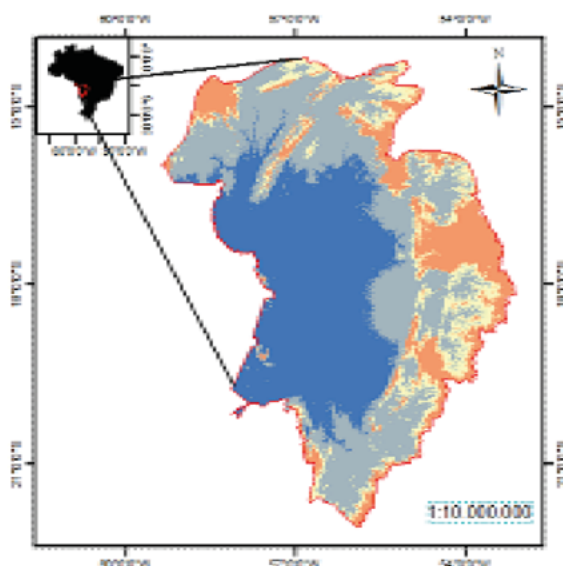
O presente artigo tem o objetivo de identificar áreas de prioridade para realização de mapeamento geomorfológico na Bacia do Alto Paraguai (BAP) para fins de planejamento ambiental e prevenção de processos erosivos.

## 3. Material e Métodos

A Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai esta localizada na porção sul do Estado de Mato Grosso e na porção oeste e norte do Estado de Mato Grosso do Sul, se estendendo por uma área de 396.800 km<sup>2</sup>. É uma área onde se localiza as principais nascentes e rios tributários formadores do Pantanal Mato-grossense, maior planície alagável do planeta, segundo Unesco (2000). A área de estudo possui grande interação planalto-planície no seu regime hidrológico e sedimentológico, além de uma intensa atividade agropecuária em solos e declividades adequadas para este fim. As mesmas provocam alteração no uso do solo e, se não adequadamente manejadas, desencadeiam processos erosivos. Na **Figura 1** apresentamos a localização da área de estudo.

Com a finalidade de obter áreas de prioridade para a realização de mapeamento geomorfológico adotou-se a metodologia de sobreposição de camadas por processo álgebra de mapas, com as seguintes variáveis: tipo de solo, hipsometria (m), declividade (%) e distância da rede de drenagem (m). Essas operações foram realizadas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas sendo utilizado o Software ArcGIS da Empresa ESRI versão 9.3.

O mapa de tipo de solo foi obtido no INPE (2004) com escala de 1:5.000.000, foi realizado recorte para área da BAP e classificado por hierarquia de uso agrícola pelo Sistema brasileiro de classificação de solos. Após hierarquização foi reclassificado como arquivo raster resolução de 90m em quatro níveis de prioridade conforme **Tabela 1**.



**Figura 1.** Localização da Bacia do Alto Paraguai – BAP

**Tabela 1.** Classificação dos solos

Nota	Classe de solo
1	Massa d'água, FF, FX
2	ES, GX, TC, RL, RR, RQ
3	PVA, CX, NV, SX, SG, SN, FX, VE, VG, PV
4	MT, MD, LVA, LV

Fonte: adaptado da Embrapa (2006)

As categorias hipsométricas foram obtidas pelo modelo numérico do terreno (MNT) no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (United States Geological Survey-USGS) na resolução espectral de 1 arco de segundo. Foi realizado o recorte para área da BAP, classificado em quatro níveis de altitude e reclassificado em quatro níveis de prioridade, conforme **Tabela 2**.

**Tabela 2.** Classificação hipsométrica

Nota	Atitude (m)
1	47 -150 e 900 – 1.061
2	150 – 350
3	350 – 450
4	> 900

Fonte: adaptado da SRTM30

A distribuição da altitude levou-se em consideração a espacialização dos solos para uso da agropecuária que se encontra em altitudes médias e altas na BAP.

O mapa de declividade (%) foi obtido pela função “slope” no Software ArcGis 9.3, classificado em seis níveis de uso para fins agrícolas e reclassificado como arquivo raster com quatro graus de prioridade, conforme **Tabela 3**.

**Tabela 3.** Classificação de declividade (%)

Nota	Atitude (m)	Relevo
1	45 - 75 e > 75	Montanhoso e Forte-montanhoso
2	20 - 45	Forte-ondulado
3	8 - 20	Ondulado
4	0 - 3 e 3 - 8	Plano e Suave-ondulado

Fonte: adaptado da SRTM30 e Embrapa (1979)

A distribuição da declividade (%) foi realizada conforme o relevo apropriado para a mecanização na atividade agropecuária.

A distância da rede hidrográfica foi obtida por meio da ferramenta “Euclidean distance” do ArcGIS 9.3, realizado na malha hidrográfica da BAP extraído pelo HidroWeb da Agência Nacional de Águas-ANA, com escala de 1:250.000, classificado em quatro patamares de distância e reclassificado como quatro notas de prioridade para realização de mapeamento geomorfológico, conforme **Tabela 4**.

**Tabela 4.** Distância da rede hidrográfica

Nota	Distância (m)
1	>15.000
2	5.000 - 15.000
3	2.000 - 5.000
4	0 - 2.000

Fonte: adaptado da SRTM30 e ANA HidroWeb

Após os procedimentos de classificação e reclassificação das variáveis foi realizado a sobreposição de mapas por meio da ferramenta “Raster calculator” do Software ArcGIS 9.3 para obtenção das zonas de prioridade para mapeamento geomorfológico utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Prioridade} = (\text{Solo} * \text{hipsometria} * \text{declividade} * \text{distancia da rede hidrográfica}) / 4$$

Nesta equação não foram estabelecidos pesos diferenciados para as variáveis, em virtude de não se considerar uma perspectiva hierárquica para as mesmas. Neste contexto verifica-se que essas variáveis são importantes para delimitar as áreas prioritárias para planejamento ambiental e mapeamento geomorfológico, pois o conjunto delas definem os setores que serão utilizados prioritariamente para as atividades de agricultura e pecuária ou outras atividades econômicas voltadas para o uso da terra.

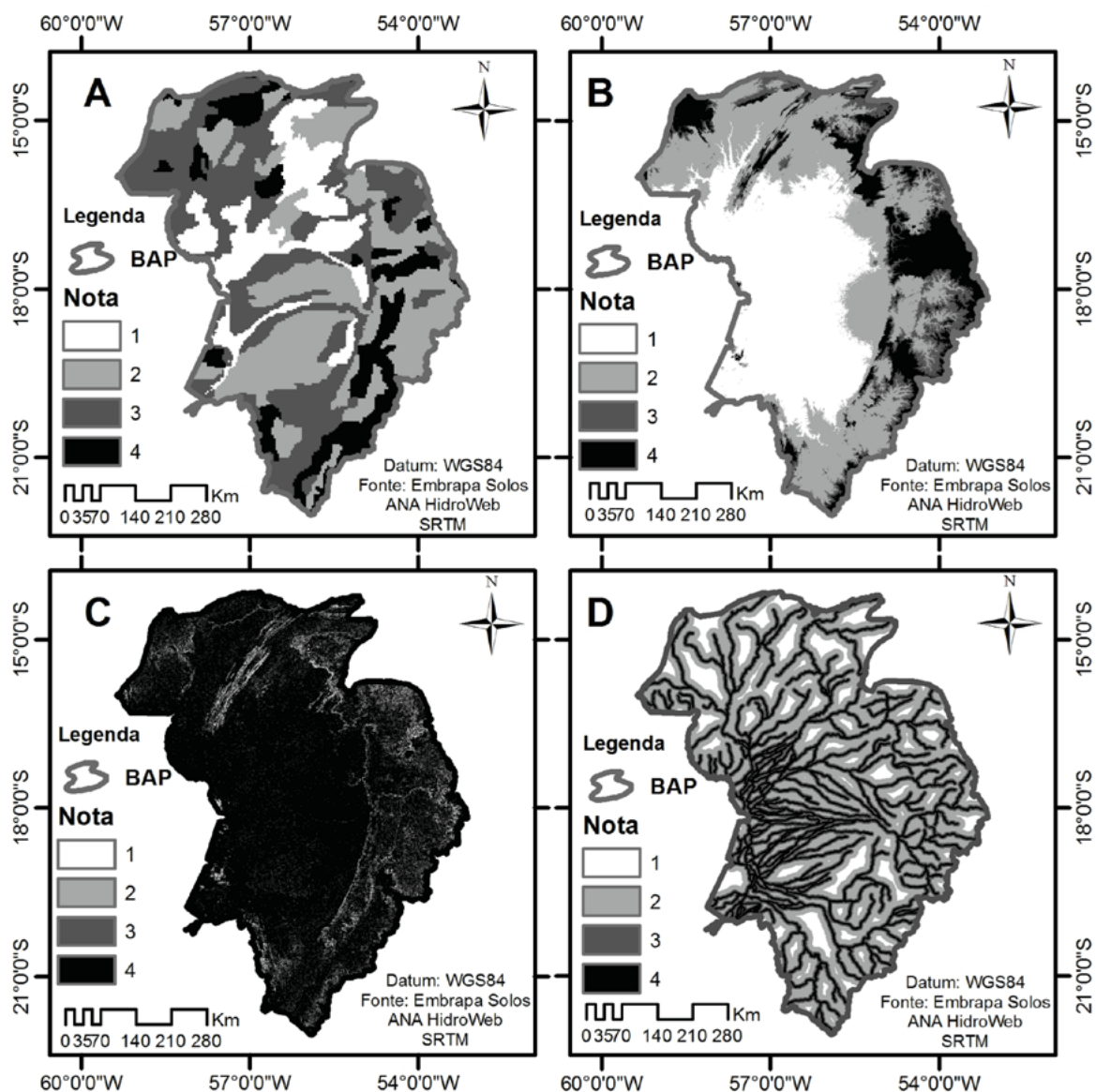
Para realização deste trabalho levou-se em consideração o conceito de “mapa de álgebra” popularizado após a publicação do livro “Geographic Information System and Cartographic Modeling” Tomlin (1990), onde se explora as propriedades dos dados representados em SIG, representados em mapas. De uma maneira sucinta é o conjunto de operadores que manipulam campos geográficos (imagens, mapas temáticos e modelos numéricos do terreno). (Barbosa, 1997, p. 9).

#### 4. Resultados e Discussão

A **Figura 2** apresenta as quatro variáveis utilizadas para obtenção das classes de prioridades de mapeamento geomorfológico de acordo com o tipo de solo, hipsometria (m), declividade (%) e distancia da rede de drenagem (m). Na **Figura 2A** vemos o mapa de solo, na **Figura 2B** o mapa hipsométrico, na **Figura 2C** o mapa de declividade e na **Figura 2D** o mapa de distância para rede de drenagem.

Todos os mapas citados foram reclassificados por ordem de prioridade para realização de mapeamento geomorfológico com a finalidade de estabelecer áreas com maior necessidade de proteção do uso adequado do solo.

Na **Figura 3** demonstra-se o mapa de prioridade para realização do mapeamento geomorfológico com o uso das quatro variáveis, especializando-se as áreas de alta, média, baixa e muito baixa prioridade.



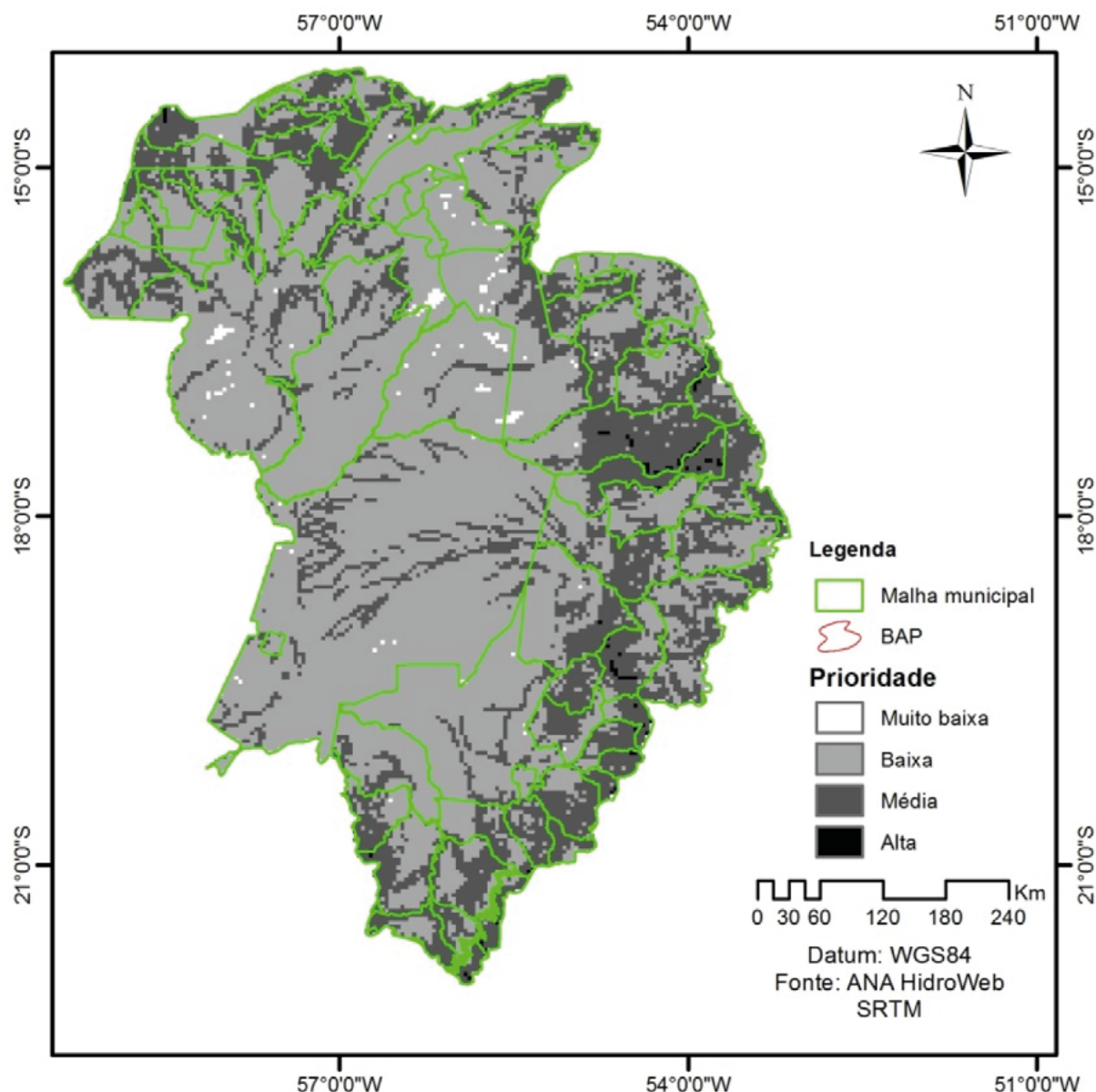
**Figura 2.** Mapas das variáveis para obtenção das classes de prioridade para mapeamento geomorfológico.

O resultado da **Figura 3** foi obtido pela álgebra de mapas, por meio da ferramenta “Raster calculator” do ArcGis 9.3. Foi sobreposto a malha municipal para identificação dos municípios que compõe BAP nas áreas de prioridade. A **Tabela 5** apresenta a quantificação das áreas de prioridade em absoluta (km<sup>2</sup>) e relativa (%) para cada uma das classes, extraídas da **Figura 3**.

**Tabela 5.** Distância da rede hidrográfica

Prioridade	Km <sup>2</sup>	%
Muito baixa	1632.50	0.41
Baixa	249633.36	63.24
Média	142470.68	36.09
Alta	996.73	0.25





**Figura 3.** Áreas prioritárias para realização de mapeamento geomorfológico - BAP

Percebeu-se que as áreas de média e alta prioridade constituem 36,34 % da BAP, apontando as áreas de atenção para a realização de mapeamento geomorfológico, visando um melhor uso do solo nas atividades agropecuárias no interior da Bacia do Alto Paraguai.

As áreas de prioridades para o mapeamento geomorfológico, encontram-se principalmente nas zonas de planalto: em solos de melhor aptidão agrícola, com baixa declividade, próximas aos cursos d'água e cabeceiras de drenagem. Verificou-se, com a sobreposição da malha municipal que as áreas de alta e média atenção encontram-se em municípios com atividade agropecuária acentuada como: Rondonópolis-MT, Jaciara-MT, Juscimeira-MT, Reserva do Cabaçal-MT, Itiquira-MT, Rio Verde-MS, Coxim-MS, São Gabriel do Oeste, Maracaju-MS, Jaraguari-MS entre outros. Ficou constatado que existem poucas áreas de prioridade no Pantanal, isso ocorre porque o mesmo é caracterizado por ser uma superfície alagada e com solos de baixa aptidão agrícola.



## 5. Conclusões e Sugestões

A classificação por prioridade para atenção da geomorfologia por classes de solo, altitude, declividade e distância da rede de drenagem respondeu de forma adequada para esta finalidade.

O uso de geotecnologias por técnica de sobreposição de camadas e álgebra de mapas em ambiente SIG demonstrou ser eficaz no atendimento do objetivo da pesquisa.

A diferença de escalas das bases de solo, hidrografia e do modelo numérico do terreno podem interferir no tamanho das áreas de prioridade,

Apesar do Pantanal ter recebido uma classificação de baixa prioridade, na maior parte de sua extensão, o que influencia na perspectiva deste estudo é o excesso de sedimentos decorrentes das atividades agropecuárias sem manejo adequado na superfície do planalto, que são encaminhados por gravidade ao Pantanal por meio da sua rede hidrográfica, que são as “veias” da interação planalto-planície. Afetando assim, o seu regime hídrico e sedimentológico, prejudicando a qualidade ambiental do Pantanal e, conseqüentemente, a sua biodiversidade.

Com a disponibilização dos produtos de sensoriamento remoto como Modelos Numéricos do Terreno, informações de uso da terra, pedologia, imagens de satélite, com boas resoluções (espacial, temporal, espectrais, etc.), entre outros, possibilitam a elaboração de mapeamentos que permitem a interpretação e prevenção de problemas ambientais, principalmente os relacionados ao relevo e vegetação, com maior detalhamento e precisão, podendo-se adotar medidas que reduzam os impactos causados pelas atividades realizadas no planalto.

Portanto, a importância desta pesquisa reside no seu caráter preventivo ao apontar os setores prioritários para planejamento ambiental e mapeamento geomorfológico de forma integral para a BAP. Sobretudo, a intenção deste estudo é o de fomentar o debate sobre pesquisas geomorfológicas no interior da Bacia do Alto Paraguai, utilizando-se de geotecnologias para detecção, monitoramento, controle, prevenção das áreas prioritárias, podendo ser aplicadas no Pantanal.

## 6. Referências

- Agência Nacional de Águas (Brasil) (ANA). **HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas**. Disponível em: Acesso em: 31 maio 2016.
- Barbosa, C. C. F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. São José dos Campos: INPE, 1997. 157p.
- Calheiros, D. F.; Oliveira, M. D. **O rio Paraguai e sua planície de inundação** - o Pantanal Mato-Grossense. *Ciência & Ambiente*, v. 41, p. 113-130, 2011.
- Câmara Neto, G.; Casanova, M. A.; Hemerlu, a.s.; Magalhães, G. C.; Medeiros, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas**. Campinas: Instituto da Computação, Unicamp. 197 p., il. 1996.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª Edição. CNPS/EMBRAPA, 2006.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).
- Fonseca, B. M.; Bezerra, D. P. ; Augustin, C. H. R. R. **Mapeamento de Unidades Geomorfológicas na Borda Nordeste do Quadrilátero Ferrífero-MG**. In: 9º SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012, Rio de Janeiro. GEOMORFOLOGIA E EVENTOS CATASTRÓFICOS: passado, presente e futuro. Rio de Janeiro, 2012. v. 1.
- Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais – INPE (Brasil). Grupo de modelagem para estudos da biodiversidade. **Mapa de solos**. [2014]. Disponível em: Acesso em: 20 abr. 2016. Escala 1:5.000.000.

Machado, a. C. P. ; Cunha, C. M. L. . **A importância do mapeamento geomorfológico na identificação de áreas suscetíveis a denudação - um estudo do setor sudoeste da alta bacia do rio Itanhaém (SP)**. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012, Rio de Janeiro. Geomorfologia e eventos catastróficos: passado, presente e futuro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. v. 1. p. 1-4.

Mato Grosso Do Sul. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/ Instituto de Meio Ambiente Pantanal. Gerência de Recursos Hídricos. Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai - Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Alto Paraguai (ANA/GEF/ PNUMA/OEA). Subprojeto 1.6/MS - Gerenciamento de Recursos Hídricos nas Vizinhanças da Cidade de Corumbá (MS). **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai, MS, 2003**. Campo Grande, MS, 2005. 127p.

Santos, J. R. **Avanços das pesquisas e aplicações de sensoriamento remoto no monitoramento da paisagem: contribuições aos estudos do Pantanal**. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.675-683.

USGS EROS Data Center. **SRTM30**. <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acessado em 20 de abril de 2016.

WWF. **Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do Solo na Bacia do Alto Paraguai - Porção Brasileira - Período de Análise: 2012 a 2014**. Iniciativa: Instituto SOS Pantanal, WWF- Brasil. Brasília, 2015.