

Compartimentação Geomorfológica do Pantanal da Nhecolândia/MS

Elisângela Martins de Carvalho¹
Emanuella Amábyle Arruda Sá Pereira²
Emerson Figueiredo Leite³

1Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Rua Oscar Trindade de Barros,
Bairro da Serraria, Aquidauana
elisangela.carvalho@ufms.br

2Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Rua Oscar Trindade de Barros,
Bairro da Serraria, Aquidauana
amabileemanuella@gmail.com

3Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Rua Oscar Trindade de Barros,
Bairro da Serraria, Aquidauana
Emerson.leite@ufms.br

Resumo: Considerando a dinâmica natural do Pantanal e seus reflexos na forma de organização desse espaço, torna-se relevante compreender os processos naturais atuantes, principalmente os relacionados aos modelados de acumulação, que predominam na área. Para tanto, é necessária a utilização de ferramentas que permitam a coleta e o tratamento de informações, assim, o geoprocessamento caracterizado como um conjunto de técnicas e metodologias voltadas à coleta e ao tratamento de informações espaciais torna-se uma ferramenta de importância, pois permite à obtenção, manipulação, análise e geração de uma grande quantidade de dados. Dessa forma, a presente proposta visa com o suporte e aplicações do geoprocessamento elaborar mapa geomorfológico do Pantanal da Nhecolândia/MS. O mapa geomorfológico foi elaborado considerando como referencial metodológico os pressupostos de Ross (1992). Para tanto, foram utilizados o software spring 5.3 e as imagens do satélite Landsat 8 e Cbers 4 para a identificação das redes de drenagem, corixos, vazantes, meandros e lagoas; assim como o Modelo Digital de Elevação do satélite ALOS para ajustar os polígonos dos modelados. Como resultado foi gerado um mapa geomorfológico do Pantanal da Nhecolândia/MS, onde foram espacializadas as compartimentações referentes aos modelados, possibilitando a identificação de áreas onde os processos atuantes limitam o uso do solo.

Palavras-Chave: bacia sedimentar, modelados de acumulação, geoprocessamento.

Abstract: Considering the natural dynamics of Pantanal and its effects on the form of organization of that space, it becomes relevant to understand the acting natural processes, mainly those related to accumulation modeled, which predominate in that region. Therefore, it is necessary the use of tools that enable collection and processing of information; and geoprocessing, characterized as a set of techniques and methodologies oriented toward collection and processing of spatial information, also becomes an important tool, since it allows acquisition, manipulation, analysis, and generation of a large amount of data. Thus, this proposal aims at offering support and applications of geoprocessing in order to elaborate the geomorphologic map of Nhecolândia Pantanal/MS. The geomorphologic map was elaborated considering as Ross' assumptions (1992) as methodological reference. For this purpose, spring 5.3 software, and Landsat and Cbers 4 satellite images were used to identify drainage networks, small channels ("corixos"), ebbs, meanders, and lagoons; as well as the Digital Elevation Model of ALOS satellite, to adjust the modeled polygons. As a result, it was generated the geomorphologic map of Nhecolândia Pantanal/MS, where compartmentalization referring to the modeled were spatialized, providing the identification of areas where those acting processes limit the soil use.

Keywords: sedimentary basin, accumulation modeled, geoprocessing.

1- Introdução

Considerando a dinâmica natural do Pantanal e seus reflexos na forma de organização desse espaço, torna-se relevante compreender os processos naturais atuantes, principalmente os relacionados aos modelados de acumulação, que predominam na área.

Nesse sentido, Dantas (2015) ressalta que no contexto do planejamento ambiental, a geologia e os processos geomorfológicos têm grande importância, tanto pelo fato de constituírem o substrato físico sobre o qual se desenvolvem as atividades humanas, como por responderem às alterações provocadas por atividades humanas.

O Pantanal Mato-Grossense é considerado a maior planície alagada contínua do mundo, com aproximadamente 140.000 km² em território brasileiro, localizados nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Encontra-se no alto curso do rio Paraguai com altitude entre 90 a 200m, sendo considerada uma imensa área de sedimentação e inundação cuja fonte provém do planalto que o circunda (Souza; Souza, 2010).

Silva e Abdon (1998) calcularam a área em 138.183 km², dos quais 48.865 km² (35,36%) estão no Mato Grosso e 89.318 km² (64,64%) no Mato Grosso do Sul, tornando-o a maior planície inundável da Terra.

Pela dimensão da região da Planície Pantaneira e, sobretudo porque diferentes áreas apresentam características típicas, o Pantanal foi subdividido em diferentes pantanais. Essas características segundo Silva; Abdon (1998), são relacionadas às condições de inundação, solos e vegetação.

Nesse sentido, alguns pesquisadores como Brasil (1979) e Amaral filho (1986) delimitaram e subdividiram o Pantanal. O primeiro, utilizando características de mapeamento fisiomorfológico, observando as interações entre vários elementos físicos e ecológicos, delimitou e quantificou a área do Pantanal em 139.111 km², dividido em 15 sub-regiões.

O segundo utilizando somente o fator pedológico, delimitou e quantificou 153.000 km² de área para a planície do Pantanal, dividido em seis sub-regiões quanto ao regime de inundação.

Silva; Abdon (1998) subdividiram o Pantanal em 11 sub-regiões (Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paraguai, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Porto Murtinho) apoiando-se nos aspectos de inundação, relevo, solo e vegetação, sendo a inundação e o relevo o critério mais relevante para a definição dos limites (**Figura 01**).

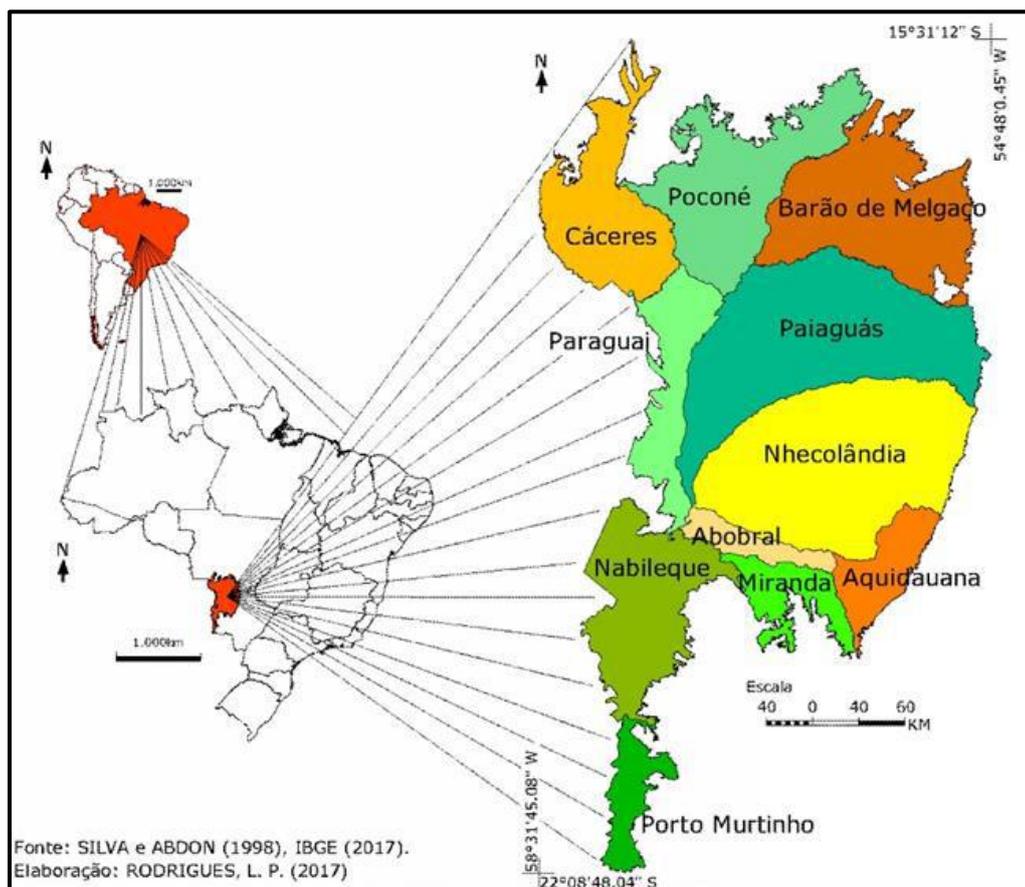


Figura 01 – Subdivisões dos Pantanaís de acordo com Silva e Abdon (1998).

De acordo com Silva; Abdon (1998), a sub-região denominada Pantanal da Nhecolândia, objeto de estudo nesta proposta, ocupa 19,48% da área total do Pantanal, perfazendo uma área territorial de 26.921km². Agrega área dos municípios de Rio Verde de Mato Grosso, Aquidauana e Corumbá-MS (**Figura 02**).

O Pantanal da Nhecolândia delimita-se ao oeste pelo rio Taquari e pelo rio Paraguai, ao sul pelo rio Negro, a leste pela Serra de Maracajú e ao norte pelo rio Taquari (**Figura 02**). A principal atividade desenvolvida nessa região é a pecuária, seguida do turismo e pesca.

A sub-região da Nhecolândia caracteriza-se por uma extensa área fluviolacustre, cuja principal característica é a presença de lagoas, bem como, áreas de inundação (fraca, média e forte) que afetam a exploração econômica, principalmente nos períodos de cheia (novembro a junho).

Nesse contexto, o conhecimento dos processos geomorfológicos pode contribuir significativamente para a ocupação dessa área, principalmente ao se espacializar os processos atuantes e suas implicações no uso.

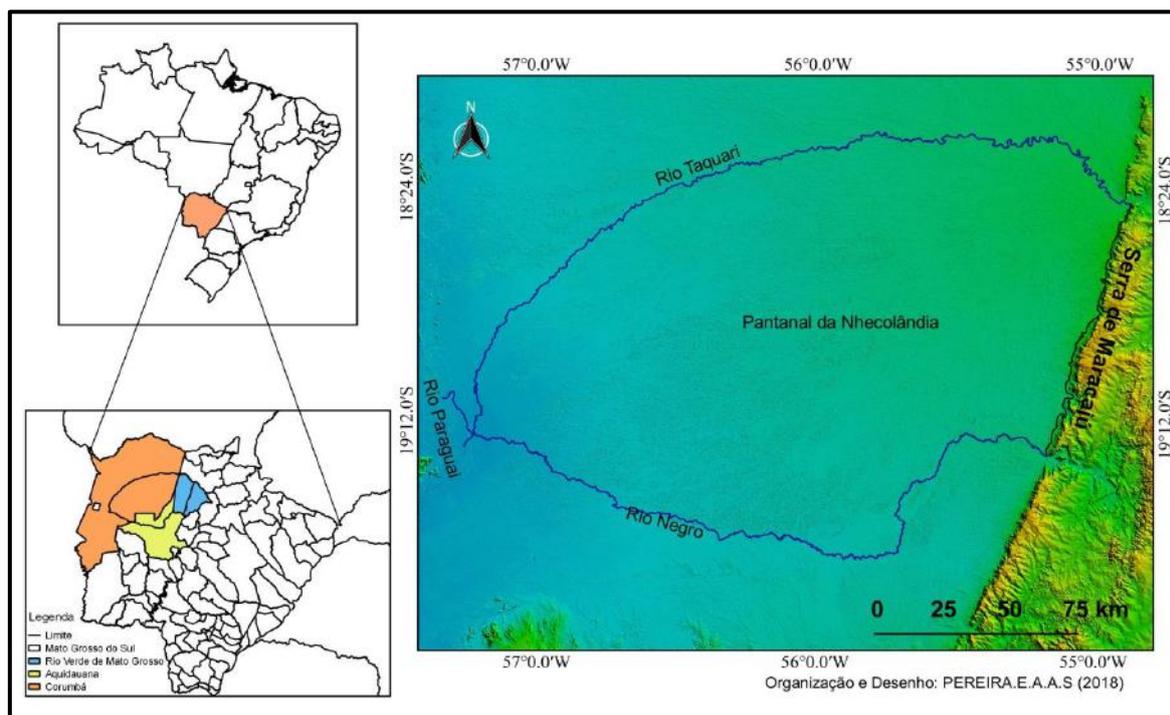


Figura 02 – Localização do Pantanal da Nhecolândia no contexto de Mato Grosso do Sul.

2- Objetivo

Elaborar mapa geomorfológico do Pantanal da Nhecolândia/MS.

3 – Material e Método

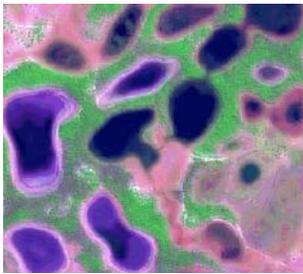
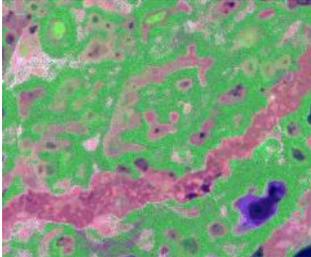
O mapa geomorfológico foi elaborado considerando como referencial metodológico os pressupostos de Ross (1992). Para tanto foi montado um banco de dados no *software* Spring 5.3 disponibilizado pelo INPE, em seguida foi importado o shapefile com o limite da sub-região da Nhecolândia. Também foram importadas para o banco de dados as imagens do satélite CBERS 4, com resolução de 5 metros (pancromática), imagem Landsat 8, sensor OLI, orbita/ponto 226/73 e 225/73, de 28/08/2017 e 22/09/2017, com resolução de 30 m, modelo digital de elevação do satélite ALOS PALSAR, com resolução de 12 metros.

Para a identificação da rede de drenagem foram importados os shapefiles das cartas topográficas folhas: SE-21-Y-D-III, SE-21-Z-C-VI, SE-21-Z-C-III, SE-21-Z-C-IV, SE-21-Z-A-VI, SE-21-Z-A-V, SE-21-Z-A-II, SE-21-Z-C-I, SE-21-Z-B-IV, SE-21-C-I, SE-21-A-I, SE-21-YB-VI, SE-21-Z-B-II, SE-Z-C-V SE-21-Z-A-IV, SE-21-Z-A-III, SE-21-Z-B-V, SE-21-Z-D-I, SE-21-Z-C-II, com escala de 1:100.000 disponível no Geoportal do Exército Brasileiro, contendo os canais intermitentes, temporários, vazantes e corixos.

Para melhor identificar os elementos na imagem, foi realizada uma fusão utilizando a imagem do satélite CBERS 4, com resolução espacial de 5m e a imagem do satélite Landsat 8, com resolução de 30m. Foram utilizadas as bandas 4B,5G e 6R, e os procedimentos realizados no *software* QGIS 2.18.17. A fusão da imagem foi executada através do complemento Orfeo Moteverdi, utilizando os algoritmos Superimpose Sensor e Pansharpening (rcs).

A partir da imagem fusionada foram atualizadas as redes de drenagem, lagoas e meandros abandonados (**Quadro 01**).

Quadro 01 – Chave de interpretação para identificação das lagoas, meandros, vazantes e corixos.

Objeto	Imagem fusionada (4B,5G 6R)	Características de interpretação	Descrição
Lagoas ou “baías”		Cor: Azul Forma: Regular Textura: Lisa	Constituem áreas deprimidas, contendo água, às vezes salobra, delineando formas circulares, semicirculares ou irregulares (Brasil, 1982).
Meandros abandonados		Cor: Azul Forma: Irregular Textura: Lisa	Lagos que não possuem mais ligação com o canal atual. São resultados da evolução do meandro, através do solapamento da margem côncava (Guerra,1993).
Vazante		Cor: Magenta (seca) ou Azul (cheia) Forma: Linear Textura: Lisa	Canais temporários que ligam as “baías” (Guerra,1993).
Corixo		Cor: Azul Forma: Linear, irregular Textura: Lisa	Pequenos canais de águas permanentes (Guerra, 1993).

Para a determinação das lagoas na área utilizou-se o método de segmentação e classificação de imagens, isolando no resultado apenas a classe lagoas. Utilizou-se a imagem do satélite Landsat 8.

Aplicou-se sobre a imagem o modelo de mistura espectral, o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) (Ponzoni; Shimabukuro, 2007; Moreira, 2012) e o Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI), proposto por McFeetrs (1996) (Brenner; Guasselli, 2015; Albuquerque *et al*, 2014). A classificação da imagem foi realizada pelo método híbrido

(Lillesand et. all., 2004; Moreira, 2011) englobando aspectos da técnica de classificação supervisionada e não-supervisionada. Segmentou-se os resultados fração-solo, NDVI e NDWI pelo algoritmo Ioseg (Bins et. all., 1993), utilizando os limiares de similaridade 10 e área 40, e a execução de uma edição matricial para ajustes finais.

Para a identificação da compartimentação geomorfológica foram importados shapefiles referentes a morfoestrutura, morfoescultura e modelados de Brasil (1997), folhas 430gm, 431gm, 432gm, 443gm, 444gm, 445gm.

4- Resultados

A geomorfologia da área compreende duas unidades morfoestruturais: o Cinturão Orogênico Paraguai-Araguaia e a Bacia do Pantanal, subdivididas nas seguintes unidades morfoesculturais: Depressão São Jerônimo Aquidauana, Pantanal do Paraguai, Pantanal do Taquari, Pantanal do Abobral Negro e Pantanal de Aquidauana (**Figura 03**).

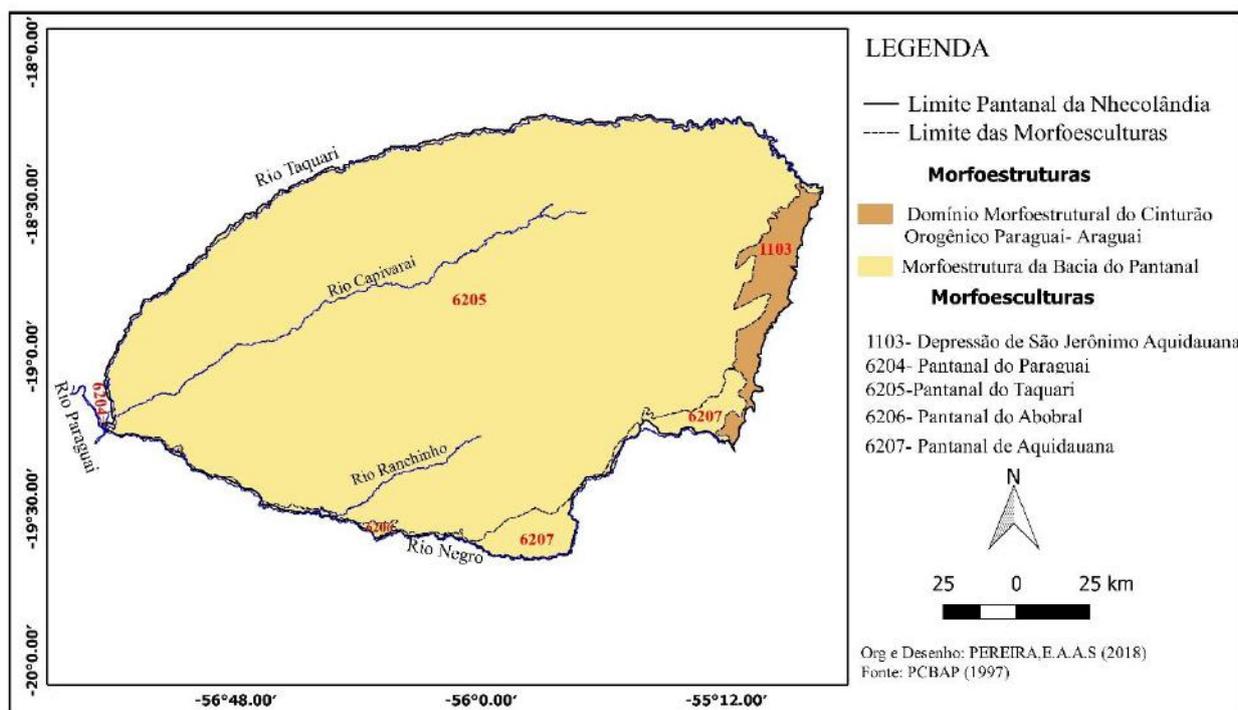


Figura 03 – Morfoesculturas e morfoestruturas no Pantanal da Nhecolândia/MS.

A unidade morfoescultural do Pantanal do Taquari é a que ocupa maior área no âmbito do Pantanal da Nhecolândia, compreendendo 93% da área (25.096 Km²). Segundo Brasil (1997) as litologias presentes no Pantanal do Taquari estão associadas aos depósitos Quaternários da Formação Pantanal e dos Aluviões Fluviais. Constitui-se no maior leque fluvial do mundo, alimentado pelos sedimentos arenosos transportados e depositados pelo Rio Taquari.

Em contraposição às demais morfoesculturas caracterizadas pela formação Pantanal a morfoescultura da Depressão de São Jerônimo/Aquidauana caracteriza-se como uma superfície pediplanada constituída por depósitos de sopé de vertente onde seu relevo constitui-se de áreas de acumulação por depósitos coluvionares detríticos alternados por partes onde predominam rochas subjacentes do grupo Cuiabá (BRASIL, 1997).

No Pantanal da Nhecolândia foram mapeadas 06 classes geomorfológicas do 3º Táxon, conforme se verifica na **Figura 04 e Tabela 01**.

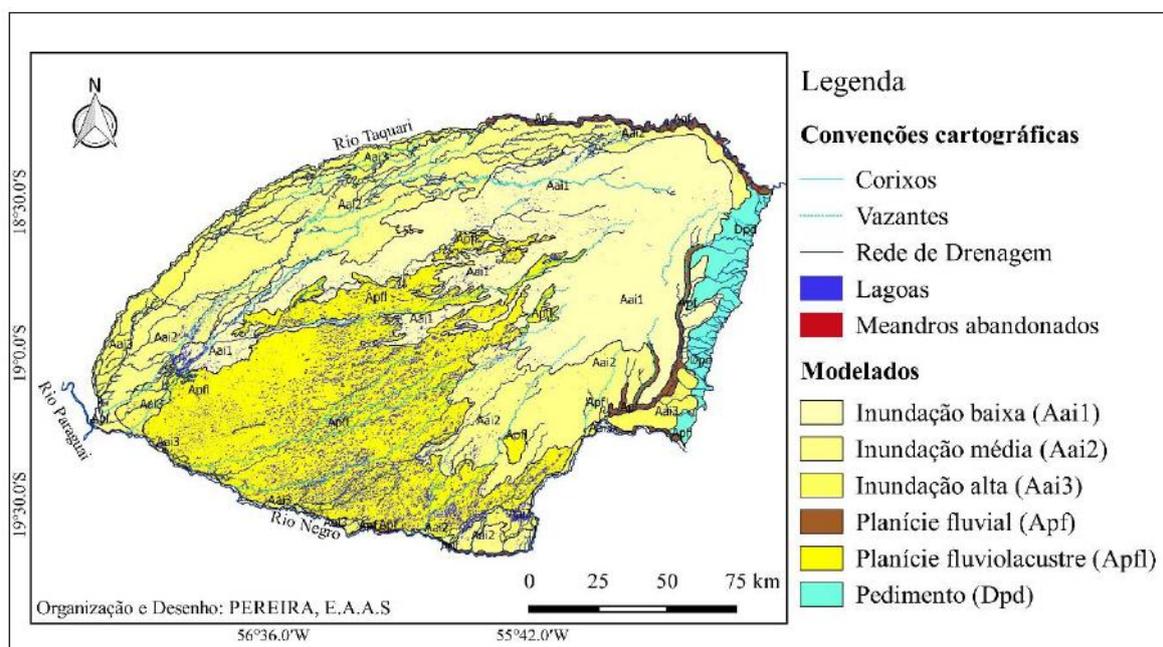


Figura 04 – Geomorfologia do Pantanal da Nhecolândia/MS.

Tabela 01 – Unidades morfológicas do 3º táxon do Pantanal da Nhecolândia/MS.

Unidades 3º Táxon	Área em Km ²	%
Aai1	7.879	29,26
Aai2	7.222	26,82
Aai3	1.889	7,02
Apf	494	1,84
Apfl	8.542	31,73
Dpd	895	3,33
Total	26.921	100

As áreas de inundação ocupam 63,10% do Pantanal da Nhecolândia (**Tabela 01**), sendo caracterizadas por Mendonça et.al. (2016) como áreas planas com cobertura arenosa, periódica ou permanentemente alagadas, precariamente incorporadas à rede de drenagem.

Brasil (1982) ressalta que essas áreas foram hierarquizadas em ordem crescente, segundo o grau de umidade, partindo da menos úmida para a mais úmida, resultando: Aai1 (inundação fraca), Aai2 (inundação média) e Aai3 (inundação forte).

Na área observa-se que a região noroeste é caracterizada por inundação média e alta, apresentando alta densidade de canais, com um padrão de drenagem anostomasado, bem como, corixos e vazantes. Há também um certo número de “baías”, sendo que a maioria delas é desprovida de água no período de estiagem.

A porção nordeste é marcada por uma área de fraca inundação apresentando “baías” dispersas. No sudeste essa feição é sucedida por uma área de mediano alagamento em decorrência da diminuição gradativa das cotas altimétricas. Em ambas as áreas observa-se a

presença de baías, que segundo Brasil (1982) estão interligadas as “vazantes”, que em conjunto com os “corixos” apresentam um padrão de drenagem colinear.

A planície fluviolacustre localiza-se na porção sudoeste no Pantanal da Nhecolândia, abrange área de 8,542 Km² (31,73%) e caracteriza-se principalmente pela presença de lagoas ou “baías” (**Figura 04**). Para Brasil (1982) a planície está vinculada a cursos fluviais intermitentes e defluentes do rio Taquari, os quais apresentam um padrão de drenagem multibasinal. Seu aspecto é muito peculiar, posto que comporta uma grande quantidade de “baías”, de diferentes características limitadas por “cordilheiras” e interligadas através de vazantes”.

O rio Taquari é caracterizado por uma longa faixa de acumulação registrada como planície fluvial (**Apf**), caracterizado por canal meandrante com curvas sinuosas concentrando meandros abandonados.

Na porção leste do Pantanal da Nhecolândia localiza-se a unidade pedimento caracterizada por Brasil (2009) como superfície de aplanamento, de inclinação suave, capeada por material detrítico descontínuo sobre a rocha, não apresentando dissecação marcada ou deposição excessiva. Os pedimentos geralmente apresentam forte ângulo no contato com a vertente montanhosa íngreme (ruptura de declive), enquanto a jusante, suaviza-se com a deposição detrítica em direção aos vales ou depressões. Situa-se na periferia de áreas montanhosas que sofreram degradação lateral da paisagem.

5-Considerações Finais

O conhecimento dos processos geomorfológicos pode contribuir significativamente para a ocupação de áreas, principalmente ao se espacializar os processos atuantes. Nesse contexto a utilização do geoprocessamento torna-se relevante ao propiciar a coleta e tratamento de dados visando a espacialização destas informações. Na presente proposta técnicas como fusão, NDVI, NWI, MLME, segmentação e classificação de imagens contribuíram significativamente com a proposta.

Quanto aos aspectos geomorfológicos, o Pantanal do Taquari corresponde a maior classe morfoescultural encontrada no Pantanal da Nhecolândia, compreendendo 93% da área, sendo caracterizado por grandes áreas de inundação (**Aai1**) baixa, (**Aai2**) média e (**Aai3**) alta, e uma ampla planície fluviolacustre (**Apfl**).

Tal característica propicia uso mais intenso pela pecuária nas áreas de inundação baixa e média, onde a inundação ocorre na época das enchentes, mas com permanência da água por um período relativamente curto, enquanto que as áreas de inundação forte, possuem uso restrito por estarem inundadas por longo período.

Tais condições afetam a exploração econômica da área, notadamente no período de novembro a junho, em maior ou menor grau, devido às inundações sazonais, que interferem na prática da pecuária, forçando a retirada do gado no período.

6-Referências

Abdon, M. M. **Fisionomias da vegetação nas sub-regiões do Pantanal brasileiro**. 2007. ISBN 85-17-00028-5, 85-60424-00-8 Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2007/06.28.19.31>. Acesso em 23fev.2018.

Albuquerque, E. M de.; Andrade, S. C de P.; Morais, H. F de.; Diniz, J. M. T.; Santos, C. A. C. dos. **Análise do comportamento do NDVI e NDWI sob diferentes intensidades pluviométricas no município de Sousa-PB**. Revista Estudos Geoambientais, Rio Tinto, n.1, v.1, jan./abr, 2014. p. 1-11. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpb.br/index.php/geo/article/view/17986/0>. Acesso em 19abr.2018.

- Amaral Filho, Z.P. do. **Solos do Pantanal Mato-grossense**. In: Simpósio Sobre Recursos Naturais E Sócio-Econômicos Do Pantanal, 1., 1984. Corumbá, MS. Anais... Brasília, Embrapa-DDT, 1986, p.91-104. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5).
- Assine, M.L. **Pantanal Mato-Grossense: Uma Dádiva Geológica**. In: Hasui, Y.; Carneiro, C.D.R.; Almeida, F. F. M.; Bartorelli, A. (Org). Geologia do Brasil. São Paulo: Beca, 2012, p.623-628.
- Assine, M.L. **A bacia sedimentar do pantanal mato-grossense**. In. Mantesso Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C. D. R.; Neves, B. B. D. B. Geologia do Continente Sul-Americano - Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: BECA, 2004. P. 61-74.
- Brasil, Ministério das Minas e Energia. Secretária-Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 452 p.
- Brasil. Ministério do Interior. **Estudo de desenvolvimento integrado da bacia do Alto Paraguai**: Relatório da 1ª fase, descrição física e recursos naturais. Brasília: SUDECO/EDIBAP, 1979. t.2, 235p
- Brasil. PCBAP – **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal)**. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, 1997.
- Brasil. Manual técnico de geomorfologia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2º edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- Brenner, V. C.; Guasselli, L. A. **Índice de diferença normalizada da água (NDWI) para identificação de meandros ativos no leito do canal do rio Gravataí/RS – Brasil**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17, 2015, João Pessoa - PB. Anais... São José dos Campos, INPE, 2015. p. 3693-3699. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0727.pdf>. Acesso em: 19abr.2018.
- Cunha, N.G da. **Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-grossense**. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1980.
- Dantas, T.V.P. Mapeamento Geológico/Geomorfológico com o uso de geotecnologias do Domínio Vaza Barris, Faixa de dobramento Sergipana. 94 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Geociências e análise de bacias). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão - SE, 2015.
- Florenzano, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos. 2002.
- Junk, W. J.; Cunha, C. N.; Wantzen, K. M.; Petermann, P.; Strüssmann, C.; Marques, M. I.; Adis, J. **Biodiversity and its conservation in the Pantanal of MatoGrosso, Brazil**. *Aquatic Sciences*, 68: 278–309. 2006.
- Kuerten, S. **Evolução Geomorfológica e Mudanças Ambientais no Megaleque do Nabileque, Quaternário do Pantanal Mato-Grossense**. 2010. 96 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, SP, 2010.
- Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. **Remote Sensing And Image Interpretation**. Second Edition. New York: John Wiley & Sons, 1987.
- Mendonça, B.G.; Pires, L. do C.; Bacani, V.M.; Cunha, E.R. da; Facincani, E.M. Mapeamento Geomorfológico do Município de Aquidauana-MS, através de Sensoriamento Remoto e SIG. **Revista Brasileira de Cartografia** (2016). Nº 68/7: 1375-1384.
- Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2012.
- Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos-SP: Arêntese, 2007.
- Ross, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. In: **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: Edusp. n.6, 17-30p. 1992.
- Silva, J. dos S. V. da; Abdon, M. de M. **Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.33, Número Especial, p.1703-1711, out. 1998.
- Silva, M. H. S da. **Análise da Paisagem do Pantanal da Nhecolândia: Estudo de Caso das Lagoas Salitradas Sob a Perspectiva do Modelo Gtp (Geossistema, Território E Paisagem)**. 2012. 253 f. Tese (Doutorado em Produção do Espaço Geográfico) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente-Sp, 2012.

Souza, Celia Alves de; SOUZA, Juberto Babilônia de. **Pantanal Mato-Grossense: Origem, Evolução e as Características Atuais.** Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS – nº 11 – Ano 7, Maio 2010.