



## **Análise do relevo e das características granulométricas da porção leste do Pantanal da Nhecolândia subsidiadas com a aplicação de multissensores remotos**

Frederico dos Santos Gradella<sup>1</sup>  
Paola Vicentini Boni<sup>1</sup>  
Amanda Moreira Braz<sup>1</sup>  
Hermiliano Felipe Decco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/CPTL  
Av. Ranulpho Marques Leal, 3484  
79620-080 - Três Lagoas - MS, Brasil  
fregadella@yahoo.com.br  
{paolavicentiniboni, amandabraz.geo, herrr.decco}@gmail.com

**Resumo.** O Pantanal é uma bacia sedimentar localizada no interior da Bacia do Alto Paraguai, caracterizada principalmente pelas inundações anuais e ser uma extensa planície. O leque do Taquari é uma unidade geomorfológica que sua porção sul é chamada de Nhecolândia. Ela é internacionalmente conhecida pela existência de lagoas, sendo algumas de pH elevado. A porção leste da Nhecolândia não possui lagoas, é formada na maioria por ampla planície recoberta por gramíneas nativas e conjuntos alongados de vegetação arbórea. Diante desses aspectos, o trabalho objetiva a aplicação de análises de multissensores remotos para delimitação de áreas para realização de levantamento de campo para análise granulométrica. Utilizou-se dados SRTM para criação de Modelos Digitais de Elevação e imagens Landsat dos anos de 1985, 2000 e 2015 para análise multitemporal. Foi realizado trabalhos de campo para validação das análises e coleta de amostras para análise granulométrica em laboratório. Como resultado tem que os MDEs são eficientes para verificação das feições do relevo, porém, foi possível identificar que o efeito dossel pode sugerir elevações que em campo se provaram inexistentes. A análise multitemporal com as imagens Landsat permitiram em gabinete corroborar com o indicativo dessas interferências arbóreas na identificação do relevo com dados SRTM. Por fim, a presente proposta de análise sugere que o uso consorciado dos dois tipos de sensores contribui para levantamentos em campo, e que as técnicas de geoprocessamento e fotointerpretação nos estudos do Pantanal da Nhecolândia são importantes, porém, é muito necessário que sejam realizados campos para validação das informações.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto; Geomorfologia; efeito dossel.

**Abstract.** Pantanal is a sedimentation basin located within Upper Paraguay River Basin. This region is characterized by annual floods and extensive plain. Taquari fan is a geomorphological unit, this southern part is named Nhecolândia. This region is internationally known for many lakes, some of them with a high pH. An Eastern part of Nhecolândia does not have lakes. This area is formed by large plain covered with native grass species and arboreal vegetation. The study aimed to apply multi-sensor remote sensing to delimit fieldwork areas for granulometric analysis. Digital Elevation Models (DEM) were obtained from SRTM data and used Landsat images from 1985, 2000 and 2015 for multitemporal analysis. Fieldwork is realized to confirm the analysis and to collect samples for granulometric (sieve) analysis in laboratory. The results indicated a DEM as an efficient way to identify relief map. However the effects of canopy cover may suggest elevations model that were not detected in fieldwork. Multi-temporal analysis based on Landsat images also suggested arboreal interferences from SRTM data in laboratory. The finding of this study indicated that Landsat images and SRTM data used mutually contribute for collecting samples in field; in the same way fieldwork is very important to confirm geoprocessing and photointerpretation information in Pantanal of Nhecolândia researches.

**Key-words:** Remote sensing; Geomorphology, canopy effect.

## 1. Introdução

O Pantanal é caracterizado por ser uma bacia de sedimentação, deprimida e plana que recebe sedimentos dos tributários do rio Paraguai, que cruzam os planaltos transportando sedimentos em sua maioria arenosos das formações da Bacia do Paraná (Assine, 2003). Está localizada no interior da Bacia do Alto Paraguai (BAP), que tem como rio principal o Paraguai, a área de ocupação do Pantanal no território brasileiro é de aproximadamente 138.183km<sup>2</sup>, sendo 89.318km<sup>2</sup> no estado de Mato Grosso do Sul (Silva e Abdon, 1998).

O Pantanal possui diversas compartimentações devido as diferentes características, como tempo de inundação, relevo, vegetação. Do ponto de vista geomorfológico, existem planícies de inundação e os leques aluviais, desse modo, Franco e Pinheiro (1982) definem como um dos compartimentos dos Pantanaís Mato-grossense o leque do Taquari. Regionalmente o leque pode ser dividido em dois recebendo duas nomenclaturas, ao norte do rio Taquari o Pantanal do Paiaguás e ao sul o Pantanal da Nhecolândia. Essa segunda região é caracterizada pelas unidades de paisagem associadas com a morfologia do relevo, sendo as baías, salinas, cordilheiras, vazantes e corixos (Sakamoto et al., 1996).

As existências das salinas na Nhecolândia proporcionaram várias hipóteses quanto a gênese do relevo, como Clapperton (1993) quando afirma que a formação da Nhecolândia está associada ao último intervalo árido e a junção dos ciclos interglaciais, e Assine e Soares (2004) acreditam que a formação da paisagem é composta através de forma eólica. Diante dessas afirmações, tem-se necessidade de se conhecer melhor as características granulométricas da região, além de se refinar os levantamentos topográficos, com vias de compreensão corroboração ou refutação das gêneses de processos já propostos.

No que tange a utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento no Pantanal, tem se esbarreado em dificuldades, pois existem limitações de aplicações devido a área ser plana, principalmente quanto a utilização de dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) devido o efeito dossel, que segundo Valeriano (2008) e Valeriano e Abdon (2007) a vegetação arbórea amplifica o relevo causando feições associados a dosséis vegetais.

A porção SW da Nhecolândia onde há as lagoas salinas já foi amplamente explorada cientificamente e claramente explicada a existência de espécies arbórea de grande porte ocupando as áreas elevadas (cordilheiras) (Allen e Valls, 1987; Pott, 1995; Sakamoto et al., 1996). Contudo, as áreas a leste na Nhecolândia pouco foram estudadas, principalmente na busca de se definir correlações relevo-vegetação e/ou sistematizar pesquisa no entendimento de processos de formação do relevo e as características sedimentares e granulométricas dessa porção, que não

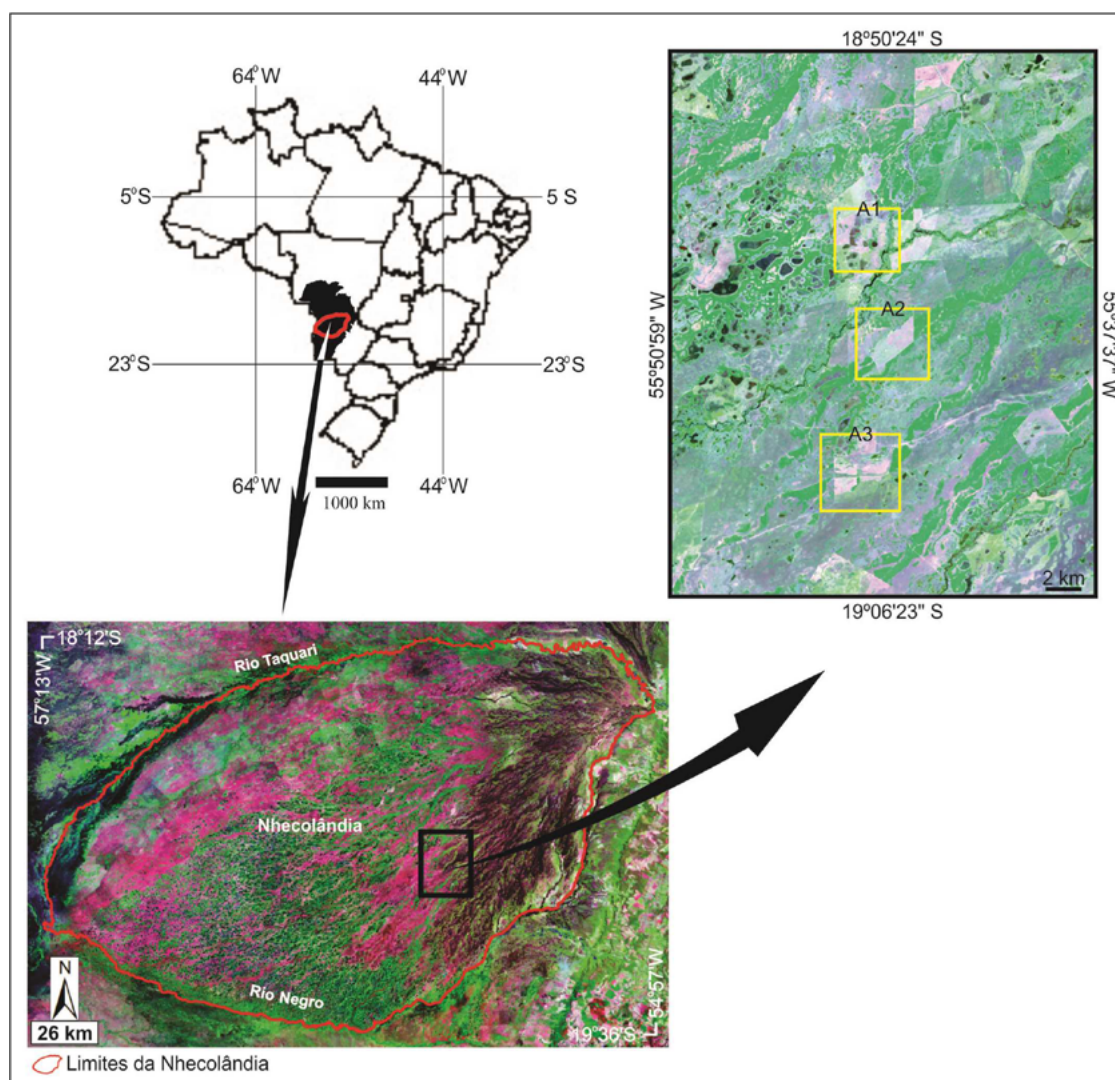
existem lagoas salinas e é formada principalmente de amplas planícies cobertas por gramíneas e cordões alongados de vegetação arbórea.

## 2. Objetivo

Determinar áreas para levantamento de campo para análise granulométrica a partir de interpretação do relevo através de dados SRTM e análise multitemporal de imagens Landsat.

## 3. Material e Métodos

Com a proposta de se otimizar os trabalhos de campo através da definição das áreas a serem estudadas, partiu-se dos levantamentos em gabinete com uso das geotecnologias. Primeiramente foram utilizados os dados de elevação das imagens do radar da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) de 30 metros da porção leste da Nhecolândia (**Figura 1**), adquiridos junto ao *site* EarthExplorer do Serviço Geológico dos Estados Unidos-USGS. Os dados foram processados no software Global Mapper com elaboração de modelos digitais de elevação (MDE) para serem testados com diferentes fatiamentos de classes altimétricas, que foram de 10, 5, 3 e 1 metro de equidistância. Também foram traçados perfis topográficos digitais.



**Figura 1.** Localização da área de estudo. Região da Nhecolândia no texto do Brasil e da BAP com o recorte da área estudada.

Para correlacionar as interpretações com os produtos extraídos do SRTM, foram utilizadas imagens do satélite Landsat de 3 anos diferentes, que são: 1985, 2000 e 2015, todos da órbita 226 e ponto 073, todas adquiridas juntas ao catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE.

As imagens foram georreferenciadas e equalizadas no software ArcGis, sendo que a imagem de 1985 (Landsat 5) utilizou-se as bandas R3G4B5, a imagem de 2000 (Landsat 5) também foram as bandas R3G4B5, e a imagem de 2015 (Landsat 8) as bandas utilizadas foram as R4G5B6.

Com as análises em gabinete, foram definidos 3 áreas para ser realizado o trabalho de campo, o qual ocorreu entre os dias 22 e 24 de setembro de 2015. Em campo foram coletadas amostras com trado do tipo holandês, quando era tomada a cor da amostra com tabela de Münsell e acondicionadas em sacos identificados com as profundidades. Também foi mensurada a altura das árvores, separando-as em grupos de grande, médio e pequeno porte.

Após a coleta das amostras, em laboratório as amostras foram organizadas e preparadas para análise granulométrica, quando as amostras foram colocadas para secagem utilizando o método TSFA (terra fina seca ao ar). Em seguida, ocorreu o destorroamento e o peneiramento no agitador de análises granulométricas para separação das frações dos grãos.

Após o peneiramento, procedeu-se com a classificação dos grãos em areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte e argila. Essa classificação granulométrica foi baseada na proposta de Wentworth adaptada por Suguio (1980).

#### 4. Resultados e Discussão

As análises iniciais dos MDEs demonstraram eficiência considerável, pois é possível identificar feições elevadas, deprimidas e planas. Feições elevadas são evidentes, como pode ser observado na **Figura 2**, onde são presentes formas alongadas no sentido NE-SW.

Com a elaboração do MDE, percebe-se que em 1 metro de equidistância não evidenciou as formas com melhor qualidade, pois criou muita variação, que numa visão regional, causa confusão na interpretação. Já com a equidistância de 3 metros foi satisfatório o resultado, pois torna visíveis as formas sem causar possíveis artificialidades, como com 1 metro.

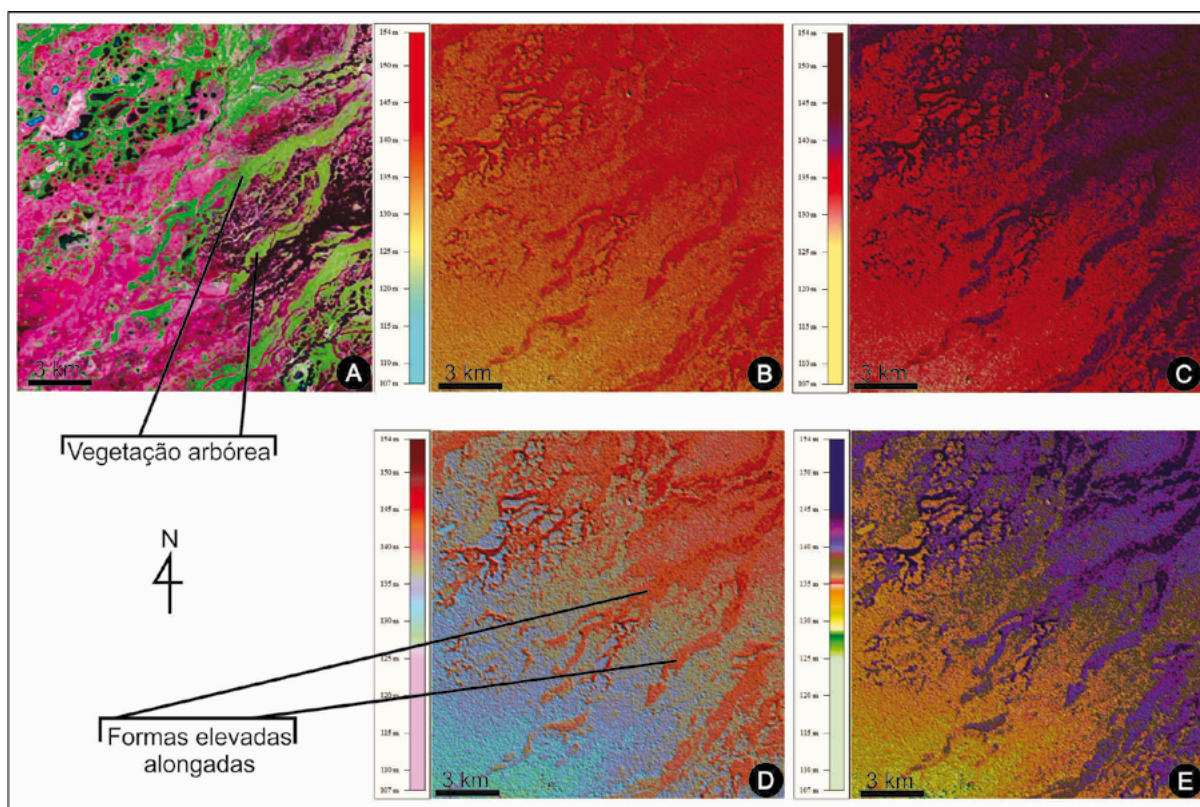
Quanto ao MDE de 5 metros, quando as formas são maiores esse apresenta como uma boa opção, pois homogeneiza as áreas, possibilitando interpretações de conjuntos mais amplos. Já com a equidistância de 10 metros o MDE se mostrou ineficiente devido à variação topográfica no sentido distal do leque (NE-SW), pois existem patamares topográficos de aproximadamente 10 metros.

Quando comparado essas formas identificadas nos MDEs com as imagens Landsat, nota-se claramente que essas feições elevadas estão sobrepostas por vegetação arbórea e, em maioria das áreas, com denso agrupamento.

Com a análise evolutiva da área baseado nas três imagens utilizadas do Landsat que totalizam 31 anos, foi possível identificar o desmatamento em algumas áreas. Quando comparado com os MDEs, nota-se que as áreas onde ocorreu o desmatamento antes da passagem da missão SRTM se configuraram planas. Já as áreas que foram desmatadas após o levantamento SRTM se apresentam como feições elevadas.

Com a análise consorciada de sensores remotos possibilitou definir 3 áreas para serem realizados os trabalhos de campo, que são: A1, borda de uma área deprimida com presença de água e parcialmente desmatada antes e outra parcela desmatada após o levantamento da missão SRTM; A2, vegetação desmatada após o levantamento SRTM; A3, vegetação desmatada antes da passagem SRTM.



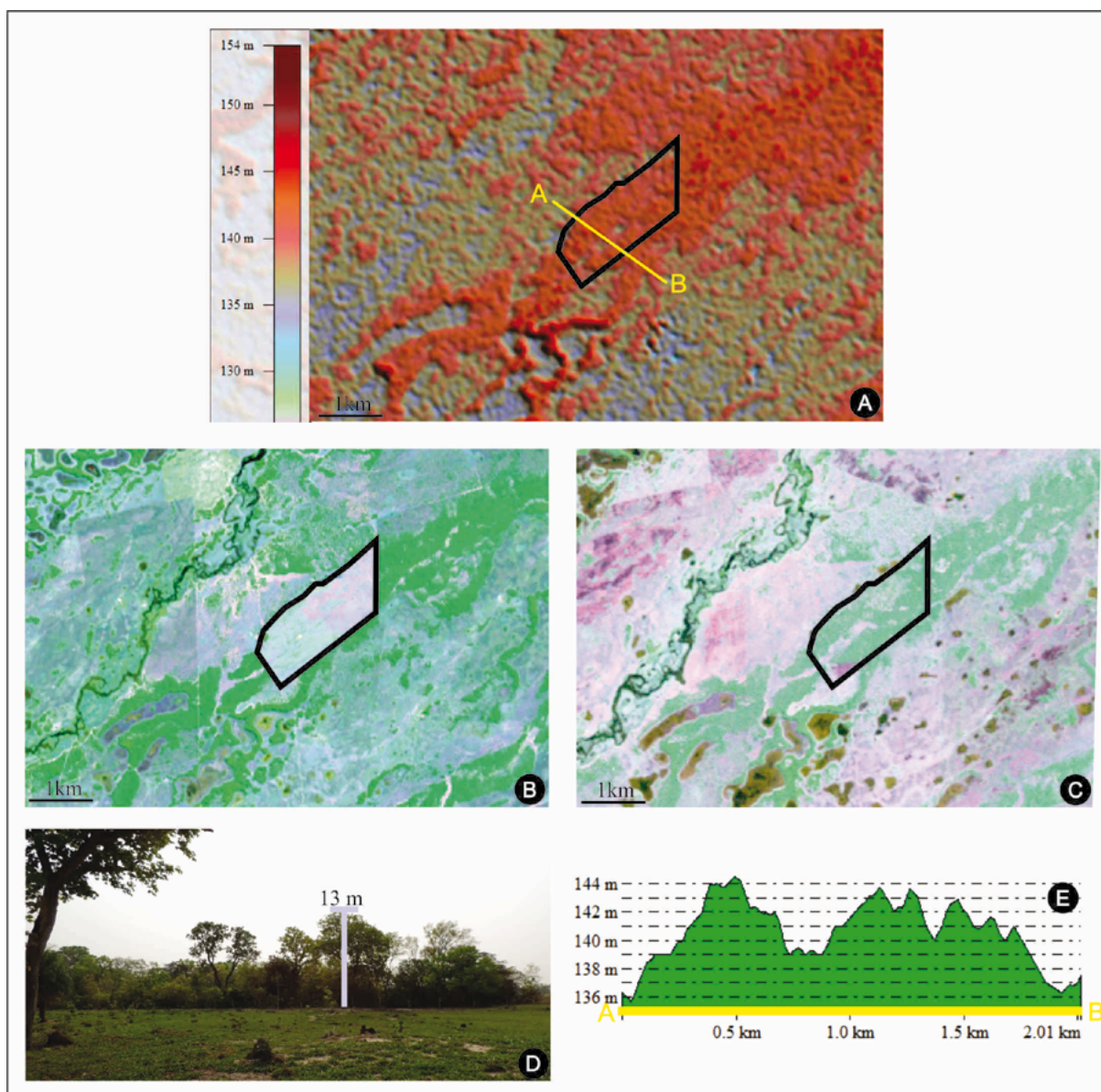


**Figura 2.** Modelos digitais de elevação. A-Imagem Landsat (2010) do mesmo ano do levantamento de dados SRTM. B-MDE 10 m. C-MDE 5 m. D-MDE 3 m. E-MDE 1 m.

Em campo foi possível refinar a descrição, sendo elas então definidas como: A1 localiza-se próximo a área deprimida contendo água, com presença de vegetação rasteira e arbórea de grande porte, porém a área está desmatada, com pequeno declive no sentido da área deprimida com água. A A2 é plana, apresenta gramínea exótica introduzida para pastagem com algumas árvores de médio e grande porte que foram deixadas durante o desmatamento, no entorno há variação na concentração da vegetação, pois em alguns pontos é esparsa e em outros pontos há vegetação arbórea densa. A3 é plana, também com gramíneas exóticas introduzidas para pastagem com poucas árvores, porém, de grande porte e densa.

Quando analisado as áreas desmatadas (A2 e A3) e o seu entorno, nota-se claramente que não elevação, sendo plana, seja no sentido dos cordões alongados dos conjuntos vegetacionais (NE-SW) ou nas áreas que naturalmente já existiam gramíneas nativas. Em A2 as árvores de maior porte chegavam a medir 13 metros, demonstrando correlação com os dados SRTM, pois a variação entre as áreas arbóreas e as gramíneas variam entre 4 e 6 metros. Na A3 as árvores mais altas chegam a 15 metros e a diferença das áreas de gramíneas nativas nos dados SRTM chegam a 8 metros, devido o adensamento arbóreo da área (**Figuras 3 e 4**).

Na A1 por apresentar áreas desmatadas em dois momentos diferentes, os dados SRTM evidenciam claramente a interferência da vegetação. Na **Figura 5A** é possível notar uma elevação circundada por área plana, na **Figura 5B** verifica-se a vegetação existente na imagem de 1985 e na **Figura 5C** imagem de 2015 a vegetação retirada após a missão SRTM, e na **Figura 5D** visualiza-se a vegetação atualmente retirada confirmada em campo, onde as árvores chegavam a medir 14 metros e nos dados SRTM a diferença altimétrica alcança 10 metros (**Figura 5E**).



**Figura 3.** Imagens da A2. A-Dados SRTM, em destaque em amarelo onde foi traçado o perfil topográfico digital, em destaque o polígono em preto onde ocorreu o desmatamento. B-Imagem de 2015, em destaque o polígono em preto onde ocorreu o desmatamento. C- Imagem de 1985, em destaque o polígono em preto antes de ter ocorrido o desmatamento. D-Foto tirada em 23/09/2015, em destaque a altura das árvores no fragmento florestal a leste. E-Perfil topográfico digital com dados SRTM.

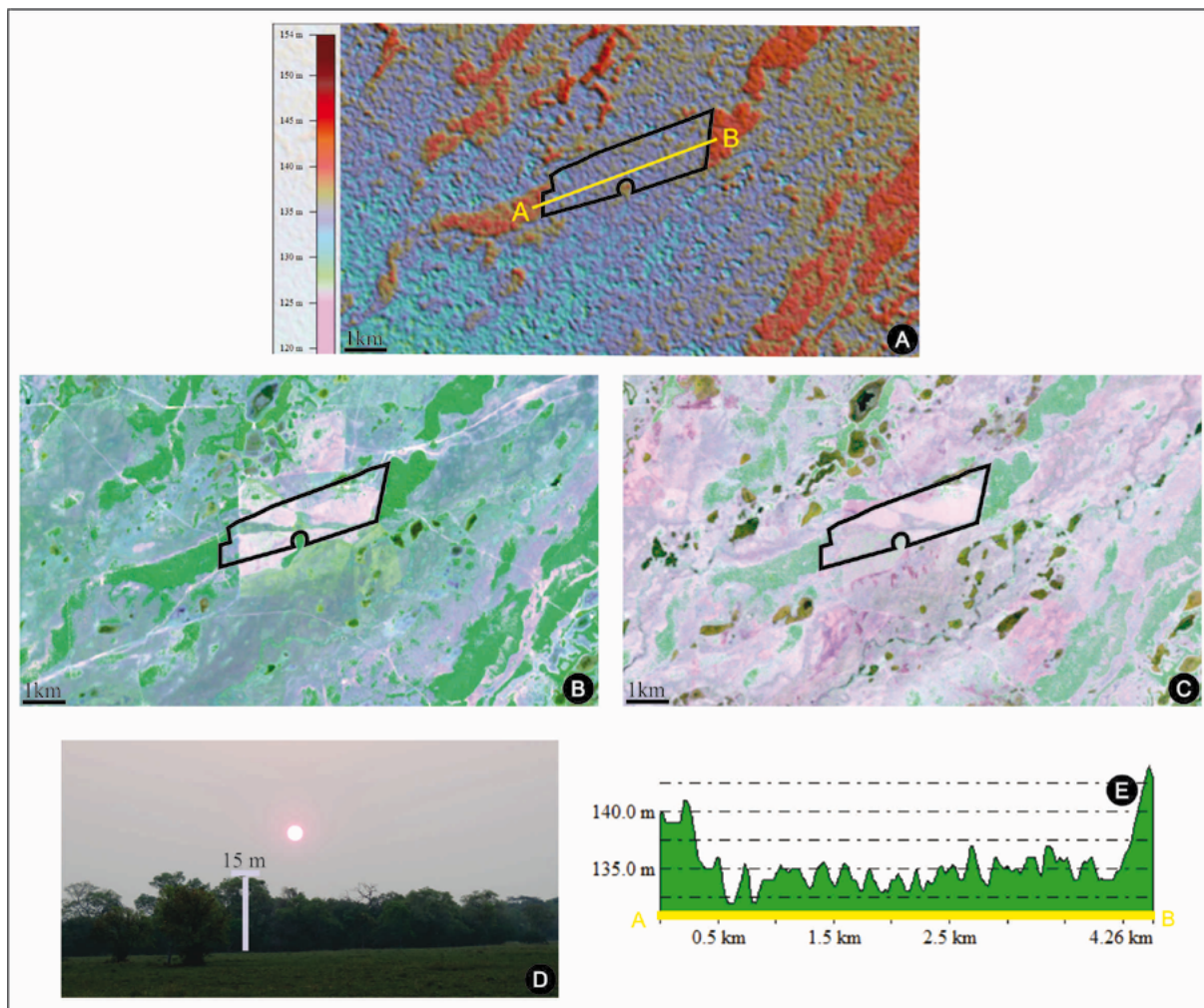
As análises granulométricas apresentam de modo geral que em A1(110 cm de profundidade) há concentração em areia em todas as profundidades, sendo a maior concentração em areia fina com variação de 38% a 50%. A segunda maior concentração dos grãos ficou em areia muito fina entre 35% a 22%. A terceira maior parte dos grãos está classificada em areia média variando entre 17% a 20%. As demais espessuras de grãos não possuem quantidade significativa, variando de 1% a 8%.

Em A2 (200 cm de profundidade), ocorreu semelhante a A1, com maior concentração dos grãos em areia com aproximadamente 95% em cada amostra e as demais espessuras variando entre 1% e 5%. A maior quantidade de grãos foi também classificada como areia fina com

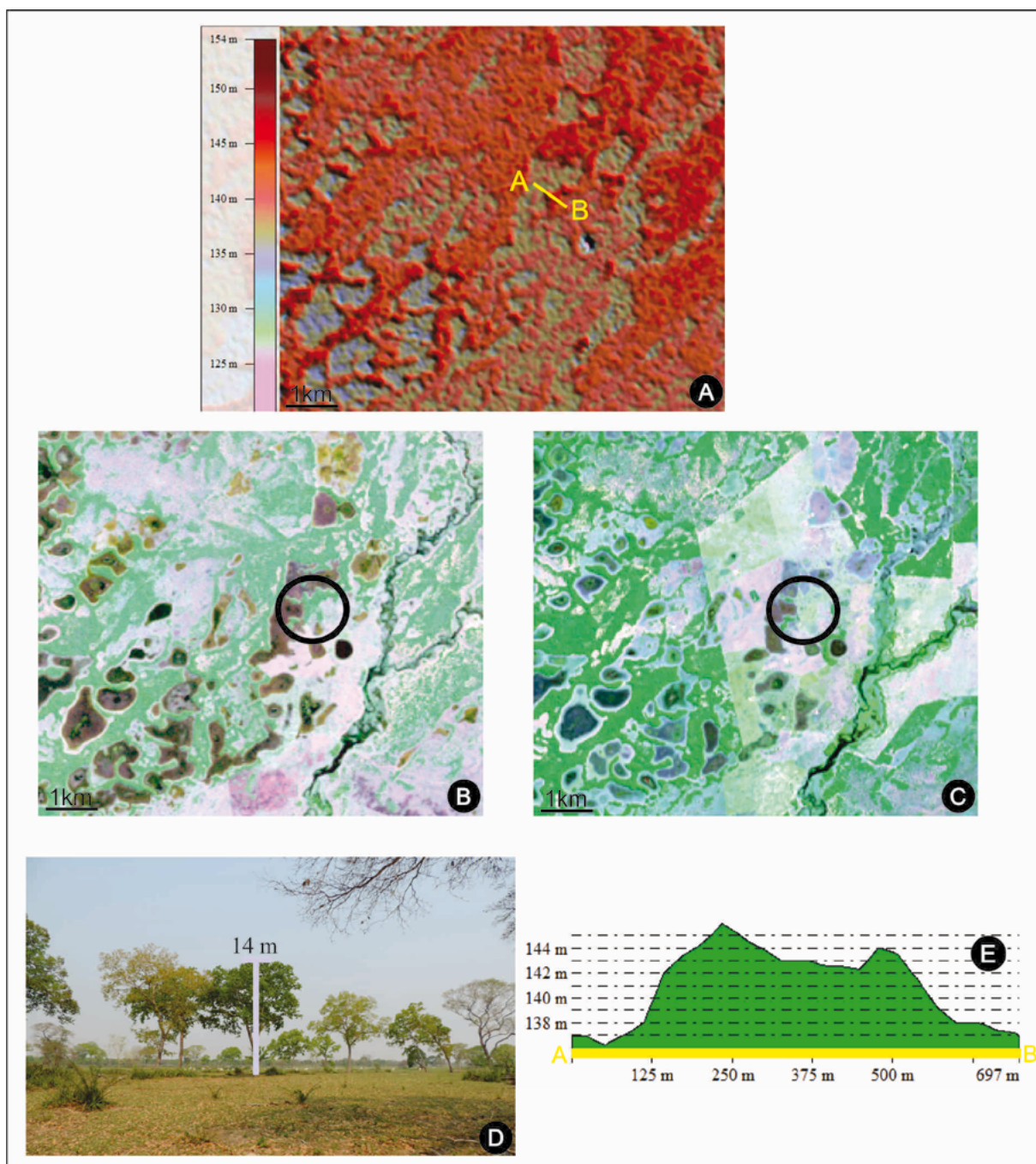


oscilação de 35% a 50%. A segunda maior concentração em areia média, variando entre 18% a 27%. A terceira maior concentração dos grãos foi areia muito fina, variando no intervalo de 10% a 21%.

A A3 apesar de acompanhar o grupo das areias, demonstrando também grãos bem selecionados, diferentemente das áreas anteriores, apresentou maior concentração em areia média, com concentrações variando entre 46% e 48%. Seguidamente, a segunda maior concentração entre 30% a 33% foi classificada como areia fina.



**Figura 4.** Imagens da A3. A-Dados SRTM, em destaque em amarelo onde foi traçado o perfil topográfico digital, em destaque o polígono em preto onde ocorreu o desmatamento. B-Imagem de 2015, em destaque o polígono em preto onde ocorreu o desmatamento. C- Imagem de 1985, em destaque o polígono em preto onde ocorreu o desmatamento. D-Foto tirada em 23/09/2015, em destaque a altura das árvores no fragmento florestal a oeste. E-Perfil topográfico digital com dados SRTM.



**Figura 5.** Imagens da A1. A-Dados SRTM, em destaque em amarelo onde foi traçado o perfil topográfico digital. B-Imagem de 1985, em destaque circulado de preto a existência da vegetação. C-Imagem de 2015, em destaque circulado de preto a inexistência da vegetação. D-Foto tirada em 22/09/2015, em destaque a altura da árvore deixada após no desmatamento. E-Perfil topográfico digital com dados SRTM.

## 5. Conclusões

Análises geomorfológicas de um modo geral são bem conduzidas com uso do sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, porém, quando se trata de áreas de planície, como é o caso do Pantanal, tem-se necessidade de maior atenção quando realizada a fointerpretação. Diante disso, a presente pesquisa demonstra claramente a necessidade de validação em campo dos dados e informações levantadas em gabinete.



A utilização de multissensores, no caso o SRTM consorciado ao Landsat, se apresentou extremamente importante e eficiente, principalmente quando a utilização das imagens Landsat foi feita com análise multitemporal, permitindo identificar falsas interpretações do SRTM, como o caso de sobre-elevação causada pela vegetação arbórea, criando efeito dossel, corroborando com outros estudos sobre efeito dossel no Pantanal.

Os testes de fatiamento topográfico dos MDEs demonstraram que para essa área na Nhecolândia deve ser utilizada a equidistância de 3 metros, pois potencializou a identificação de microformas do relevo, diminuindo a percepção de elementos artificiais, mas também permitiu delinear as formas maiores.

Por fim, a presente pesquisa foi importante, pois sugere que em novos estudos de cunho geomorfológico na região da Nhecolândia, mais especificamente na porção leste, seja utilizado a presente proposta de análise para definição dos pontos para levantamentos em campo, visto que essa aperfeiçoa os trabalhos de campo e diminui a probabilidade de incoerência de interpretação dos dados SRTM.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul-FUNDECT pelo financiamento da pesquisa e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação-PROPP/UFMS pela concessão de bolsa de iniciação científica.

## 7. Referências

- Allem, A. C.; Valls, J. F. M. **Recursos Forrageiros nativos do Pantanal mato-grossense**. v. 8, Embrapa-Cenargen, Brasília, 1987.
- Assine, M. L. **Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-grossense, Centro-oeste do Brasil**. Unesp, Rio Claro, 2003. (Tese de Livre Docência).
- Assine, M. L.; Soares, P. C. Quaternary of the Pantanal, west-central Brazil. **Quaternary International**, 2004.
- Clapperton, C. **Quaternary Geology and Geomorphology of South America**. Amsterdam. Elsevier, 1993.
- Franco, M. S. M.; Pinheiro, R. **Geomorfologia**. In: Projeto Radambrasil. Levantamento de recursos naturais. Folha SE 21 Corumbá e parte da Folha SE 20: Rio de Janeiro, 1982. 72.
- Pott, A. Relações da vegetação com ambientes do Pantanal. In: Encontro Sobre Sensoriamento Remoto Aplicado a Estudos no Pantanal, 1995, Corumbá. **Anais...** São Jose dos Campos: INPE, 1995. p. 5-7.
- Suguio, K. **Rochas sedimentares: Propriedade, Gênese, Importância econômica**. 1980.
- Silvia, J. S. V.; Abdon, M. M. **Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas Sub-Regiões**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 33, Numero Especial, p. 1703-1711, out. 1998.
- Sakamoto, A. Y.; Queiroz Neto, J. P., Fernandes, E., Lucati, H. M.; Capellari, B. Topografia de Lagoas Salinas e seus Entornos no Pantanal da Nhecolândia. In: II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócioeconômicos do Pantanal, 1996. **Anais...** Corumbá. Embrapa, 1996.
- Valeriano, M. M. **Topodata: Guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-18@80/2008/07.11.19.24/doc/publicacao.pdf>>.
- Valeriano, M. M.; Abdon, M. M. Aplicação de dados SRTM a estudos do Pantanal. *Revista Brasileira de Cartografia*, v.1, n. 59, 2007.



