

Caracterização de subambientes costeiros com base na análise de superfície de tendência: exemplo do delta do rio Doce

Polizel, S.P. (INPE) ; Cremon, E.H. (INPE) ; Rossetti, D.F. (INPE)

RESUMO

Esse trabalho tem por objetivo a identificação e o realce de feições de relevo existentes no delta do rio Doce, baseando-se em dados altimétricos SRTM com a aplicação da análise de superfície de tendência. A superfície de tendência obtida com polinômio de segundo grau é indicada para representar a topografia global do delta. A subtração da tendência do MDE original revelou a micro-topografia, que permitiu identificar feições e processos geomorfológicos que formaram o delta.

PALAVRAS CHAVES

Geomorfologia; Delta; MDE

ABSTRACT

This work aims to enhance the original SRTM-DEM with the trend surface technique to identify landforms and processes in the delta do Rio Doce. Trend surface obtained with second degree polynomial is shown to represent the overall topography of the delta. The subtraction of the trend of the original DEM revealed the micro-topography, which identified geomorphological features and processes that formed the delta.

KEYWORDS

Geomorphology; Delta; DEM

INTRODUÇÃO

O mapeamento e análise de feições de relevo constituem em uma etapa fundamental em estudos geomorfológicos visando a compreensão dos processos que o constituíram. Processos relacionados com o desenvolvimento de sistemas deposicionais quaternários produzem, em geral, feições geomorfológicas de pouca expressão topográfica, dificultando sua detecção na paisagem. Tendências regionais do relevo podem mascarar elementos importantes de relevo, como as caracterizadas por baixas amplitudes altimétricas. Alguns estudos vêm aplicando técnicas de geoprocessamento que possibilitam o realce de variações locais na topografia (HILLER; SMITH, 2008; GUMBRICHT et al., 2005; ZANI et al; 2009a; 2009b; 2012). Uma dessas técnicas é a análise de superfície de tendência, empregada para remover a tendência regional do relevo, auxiliando na análise de características locais (p.e. Zani et al., 2012). A detecção de contrastes topográficos em ambientes costeiros é particularmente sutil, portanto a análise de superfície de tendência sobre dados altimétricos nesse tipo de ambiente pode contribuir no realce das formas de relevo. Uma feição de destaque na costa sudeste do Brasil é o delta do rio Doce, no município de Linhares no Estado do Espírito Santo. Esse trabalho tem por objetivo a identificação e o realce de feições morfológicas desse delta, baseando-se em dados altimétricos derivados de sensoriamento remoto. Para isso, foi feita a análise de superfície de tendência, no intuito de disponibilizar novas informações que contribuam em interpretações dos processos construtivos e destrutivos relacionados a esse sistema costeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

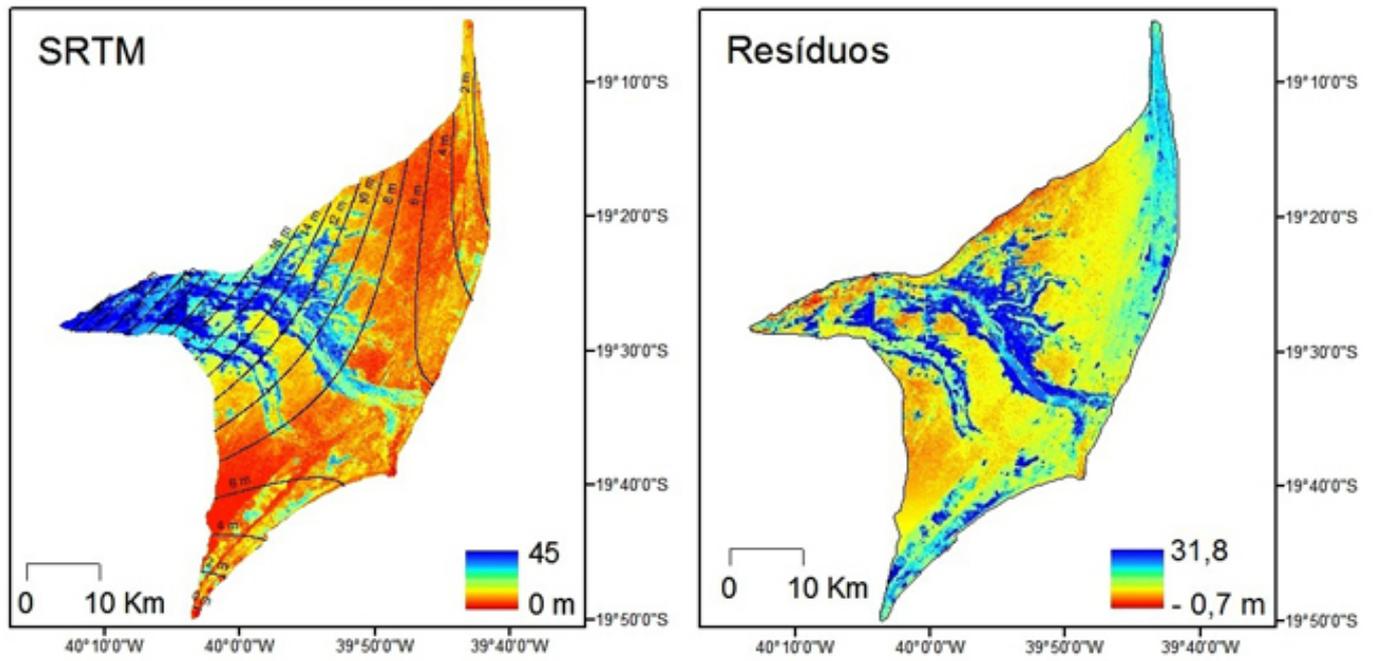
A análise de superfície de tendência é um método de interpolação baseado em regressão polinomial. Este método permite, a partir de dados georreferenciados, o ajuste de uma superfície teórica contínua por meio de critérios de regressão por mínimos quadrados, em relação aos valores da variável dependente Z, considerando como variáveis independentes as coordenadas Norte-Sul (Y) e Leste-Oeste (X). Em dados topográficos, a análise de superfície de tendência fornece um plano de

informação contendo o padrão regional topográfico (a tendência). Outro plano de informação, obtido da subtração da tendência dos dados originais, representa a micro-topografia (resíduos) (c.f. CREMON, 2012; ZANI et al., 2012). Para a geração da superfície de tendência do delta do rio Doce foram utilizados dados altimétricos da missão SRTM, pré-processados do projeto TOPODATA (VALERIANO; ROSSETTI, 2012). A delimitação desse delta foi realizada por análise e interpretação visual desses dados, combinadas com a análise de imagem óptica TM/Landat-5. A aplicação da análise de superfície de tendência no intuito de preservar a independência espacial das amostras foi feita mediante a geração de pontos aleatórios sobre os limites do delta. Este procedimento visou à aplicação de regressões polinomiais espaciais, uma vez que o valor de Z é função da posição (X, Y). Nesse trabalho, foram testadas funções do primeiro ao quarto grau polinomial. Para a geração do mapa de micro-topografia (resíduos), foi realizada a álgebra de mapas simples com a tendência computada sendo a subtraída do MDE- SRTM (dado original). Isso foi feito para as quatro superfícies de tendência obtidas, resultando em mapas de micro-topografia para o delta do rio Doce contendo as alturas relativas à tendência. Com base no produto de micro-topografia derivado da tendência de melhor significância, foi possível mapear e interpretar as feições de relevo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

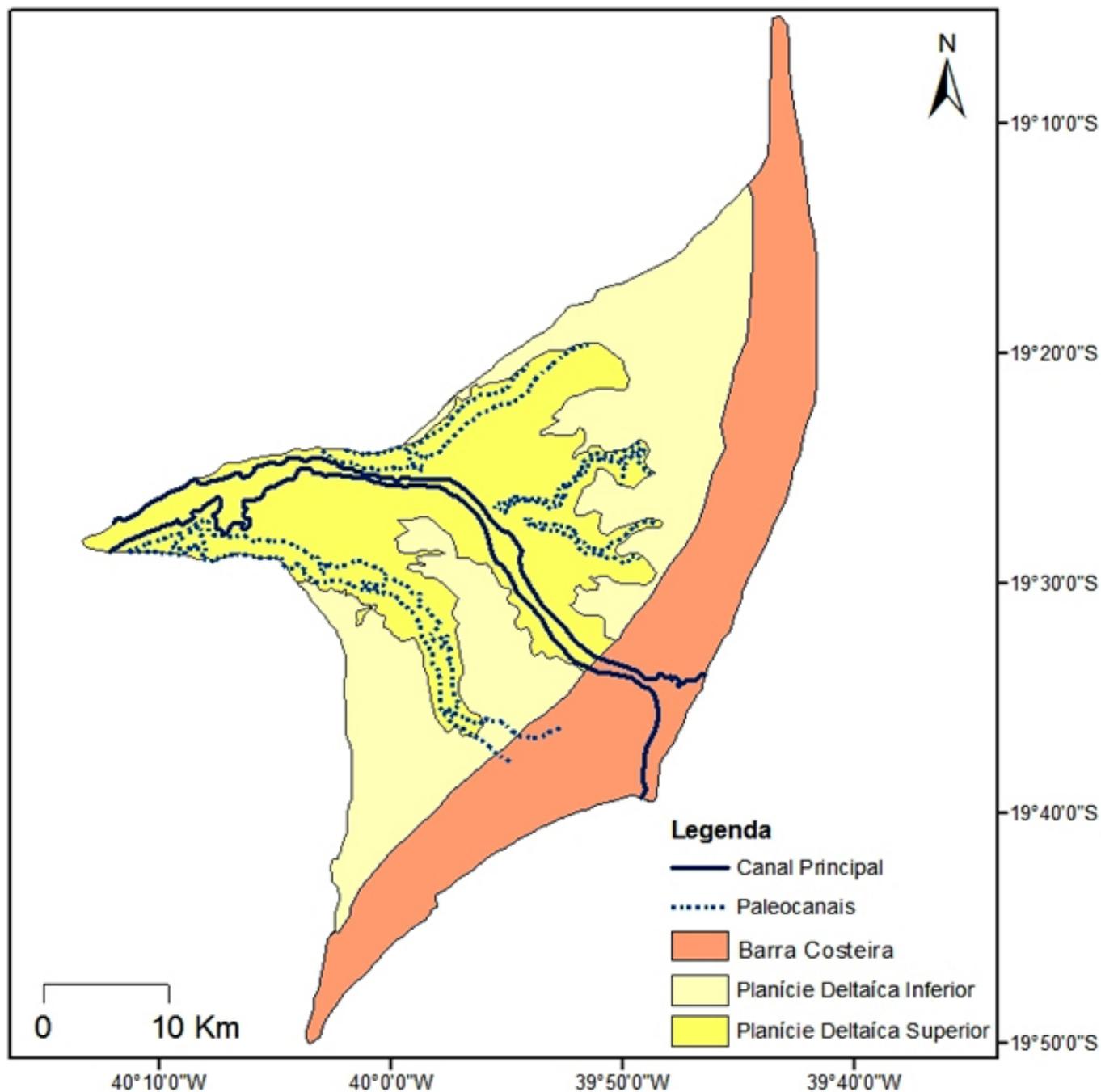
Superfícies de tendência de graus 1 a 4 foram obtidas a partir da aplicação de regressões polinomiais sobre dados SRTM. Pela análise destas, nota-se que o delta tem um caráter de distribuição do continente para o mar. Foram gerados quatro mapas de resíduos, resultantes da subtração das superfícies de tendência dos quatro graus polinomiais do MDE-SRTM. Com base na análise dos mapas de resíduos e na comparação das tendências geradas constatou-se que a superfície de segunda ordem foi a mais coerente, evidenciando que os resíduos realçaram as feições geomorfológicas (Figura 1). O mapa de resíduos, em relação ao MDE sem processamento, realçou os sub-sistemas deltaicos, contribuindo para a caracterização destes. As áreas com deposição mais intensa, correspondente às áreas mais elevadas, foram destacadas. As áreas com atuação de processos fluviais e marinhos puderam ser separadas com facilidade, considerando a diferença de altimetria apresentadas no mapa de resíduos. A partir do mapa de resíduos resultante da superfície de tendência de segundo grau polinomial, foram identificadas e extraídas as feições geomorfológicas características da morfologia deltaica (Figura 2). Esse produto serviu para o reconhecimento dos seguintes subambientes no delta do Rio Doce: barreiras costeiras, planície deltaica inferior e planície deltaica superior, além de uma série de paleocanais e canal principal atual. A planície deltaica superior configura-se pelo domínio dos processos fluviais, configurados por erosão e deposição proveniente da atividade dos rios. A planície deltaica inferior é influenciada por processos marinhos, principalmente por correntes de maré e ondas, as quais são responsáveis pela redistribuição dos sedimentos trazidos pelos rios ao longo da costa. As barras costeiras constituem-se nos os principais componente desse delta, pois representa a área na qual ocorre rápida deposição de grande volume de sedimentos trazidos pelos rios à medida que o fluxo perde energia ao adentrar na bacia marinha. O mapeamento de paleocanais, extraídos do mapa de resíduos, permite revelar a forte dinâmica de migração do rio Doce durante a evolução de seu delta. O segmento distal desse rio, correspondente a um trecho de mais de 50 km, foi deslocado em mais de 10 km para norte até ocupar sua posição atual. As causas que levaram a essa dinâmica permanecem por ser investigadas.

Figura 1



MDE - SRTM com os contornos da tendência e mapa de resíduos do delta do rio Doce.

Figura 2



Subambientes do sistema costeiro deltaico do rio Doce, mapeado com base no resultado da superfície de tendência topográfica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de superfícies de tendência é uma técnica útil e funcional para a compreensão da micro-topografia baseada na avaliação do relevo regional. A tendência topográfica global do delta do Rio Doce pode ser descrita de modo satisfatório baseada em uma equação polinomial do 2º grau. A remoção do componente global da altimetria do delta revelou formas locais que dificilmente seriam observadas no MDE-SRTM, com base na análise do intervalo das amplitudes altimétricas. Os resultados alcançados permitiram verificar que flutuações locais do relevo podem revelar áreas de sedimentação recente. A análise geomorfológica dos subambientes desse delta obtida com a aplicação dessa técnica pode auxiliar em estudos morfoestruturais e de evolução do relevo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Hiran Zani pelas sugestões e críticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

HILLER, J. K.; SMITH, M. Residual relief separation: digital elevation model enhancement for geomorphological mapping. *Earth Surface Processes and Landforms*, v.33, p. 2266-2276, 2008.

CREMON, É. H. Caracterização morfológica do sistema fluvial do Rio Demini (Amazônia Setentrional) com base em sensoriamento remoto. 2012. 165 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2012/03.05.13.53-TDI). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2012.

GUMBRICHT, T.; MCCARTHY, T. S.; BAUER, P. The micro-topography of the wetlands of the Okavango Delta, Botswana. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 39, p. 27-39, 2005.

ROSSETTI, D. F. Ambientes Costeiros. In: *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*, FLORENZANO, T. G (Org). São Paulo, Oficina de Textos, 2008, p. 247 - 283.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. *Applied Geography*, v. 32, n. 2, p. 300-309, 2012.

ZANI, H.; ASSINE, M. L.; McGLUE, M. M. Remote sensing analysis of depositional geofoms in alluvial settings: method development and application to the Taquari megafan , Pantanal (Brazil). *Geomorphology*, v. 161-162, p. 82-92, 2012.

ZANI, H.; ASSINE, M. L.; SILVA, A.; CORRADINI, F. A. Redes de drenagem distributária e formas deposicionais no Megaleque do Taquari, Pantanal: uma análise baseada no MDE-SRTM. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 2, p. 21-28, 2009a.

ZANI, H.; ASSINE, M. L.; SILVA, A.; CORRADINI, F. A.; KUERTEN; S.; GRADELLA, F. S. Geofomas deposicionais e feições erosivas no Pantanal Mato-Grossense identificadas por Sensoriamento Remoto. *Geografia*, v. 34, n. Especial, p. 643-654, 2009b.