

45 mm

MAPAS DE SEPPÔMEN E SEKKOKUMEN COM BASE NO GDEM DE ASTER E SUAS APLICABILIDADES ÀS ANÁLISES GEOMORFOLÓGICAS DE COMPLEXOS INTRUSIVOS DE MENDANHA E MORRO DE SÃO JOÃO

Akihisa Motoki¹; Susanna Eleonora Sichel²; Samuel da Silva²; Kenji Freire Motoki²
rochasornamentais@yahoo.com.br

¹ DMPI/UERJ; ² LAGEMAR/UFF; ³ DG/UFRN; ⁴ CENPES/PETROBRAS
Rua São Francisco Xavier 524, Sala A-4023, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ.

Palavras-chave: seppômen; nefelina sienito; erosão diferencial; ASTER; GDEM; BAZ

1. INTRODUÇÃO

Mapas de seppômen, sekkokumen e de declividade são eficientes instrumentos para análises geomorfológicas. O seppômen reproduz virtualmente a morfologia antes da erosão vertical de drenagens e revela anomalias geológicas que aparecem na morfologia. Esta técnica é útil para estudos de edifícios vulcânicos, movimento de falhas e mitigação de desastres naturais. Os autores desenvolveram metodologias para confecção dos mapas virtuais acima citados a partir de GDEM, que é o modelo de elevação digital feito por altimetria de radar de componente ASTER da satélite TERRA. O referido sistema de software confecciona simultaneamente os mapas virtuais de vários intervalos de malha e calcula o parâmetro de macro concavidade do maciço. Como o primeiro caso, os autores aplicaram esta técnica para estudos geomorfológicos do maciço de rochas alcalinas félsicas do Estado do Rio de Janeiro, com atenção especial de Mendanha e Morro de São João. O presente trabalho mostra os resultados e as considerações de origem dos relevos dos maciços, se as morfologias atuais de saliência positiva são originadas de: Vulcões extintos hipotéticos ou; Erosão diferencial dos corpos intrusivos devido à forte resistência erosiva das rochas constituintes.

2. MÉTODOS PARA CONFEÇÃO DE SEPPÔMEN E SEKKOKUMEN

ASTER é o componente de sensoriamento remoto equipado no satélite TERRA. A partir de 2009, a ERSDAC disponibilizou o DEM confeccionado por altimetria por radar, denominado GDEM. Esse tem resolução horizontal de 30 m e cobre todas as áreas entre 60°N e 60°S. Os autores adotaram GDEM como mapa topográfico base.

O mapa de seppômen é elaborado por seguintes etapas: 1) Dividir o mapa topográfico base em áreas quadradas por uma malha de intervalo definido (Figura 1A); 2) Marcar ponto o mais alto de cada quadrada; 3) Fazer um novo mapa topográfico somente pelos pontos marcados (Figura 1B). O mapa de sekkokumen é elaborado por método similar porém utilizando-se os pontos mais baixos. O mapa confeccionado pela diferença altimétrica entre o ponto mais alto e mais baixo corresponde ao mapa de declividade. O software original BAZ (Basic Applications of Zenith geomorphological technology) ver. 1.0 build 72 e executam estes trabalhos produzindo mapas de seppômen e sekkokumen com base na malha de

45 mm

intervalos de 60 m, 120 m, 240 m, 480 m, 960 m, 1920 m, 3840 m, além disso calcula o parâmetro de macro concavidade do maciço, denominado de MCI. Os resultados são expressos por software gráfico, tal como Surfer™.

O mapa de seppômen de malha grossa apresenta a geomorfologia do passado do tempo relativamente recente com os detalhes morfológicos. O mapa de seppômen baseado em uma malha grossa mostra paleogeomorfologia de um passado remoto de forma ambígua (Figura 1C). Tendências similares são observadas nos mapas de sekkokumen. Em geral, para análises de um maciço o intervalo de 0.5 km a 1 km é conveniente e, para peneplanície elevada, o intervalo de 2 km a 4 km é recomendado. A melhor forma para escolher o intervalo adequado de malha é fazer mapas com base em intervalos diferentes da malha. Esta operação por trabalhos manuais foi inviável porém foi possibilitada pelo sistema BAZ.

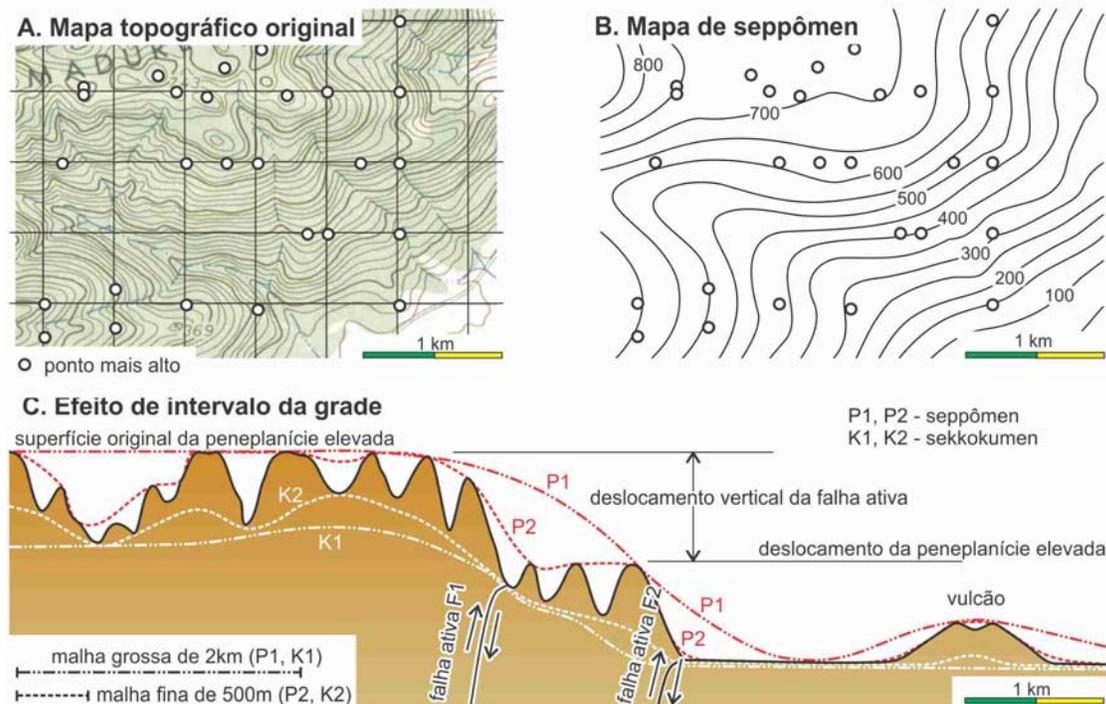
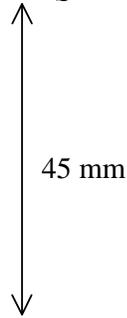


Figura 1. Ilustração esquemática para o método de confecção de mapa de seppômen (A, B) e para o efeito de intervalo de malha para seppômen e sekkokumen (C), modificado de Motoki et al. (2008)

MACIÇO MENDANHA

O maciço intrusivo de rochas alcalinas félsicas de Mendanha ocorre na região ocidental do município de Nova Iguaçu, cerca de 35 km ao oeste-noroeste da cidade do Rio de Janeiro, RJ. Esse tem 18 km de comprimento em ESE-WSW, 8 km de largura em WNW-SES e 950 m



de altura relativa. É constituído de nefelina sienito e álcali sienito com ocorrências locais de gnaíse do embasamento, traquito, brecha vulcânica e dique de lamprófiro.

A Figura 2 mostra os mapas de seppômen para o maciço Mendanha com base nas malhas de 1920 m, 960 m, 480 m, 240 m. O mapa com da grade de 1920 m mostra a existência de dois pontos mais altos, Mendanha e Marapicu. O relevo virtual do maciço é liso e não há relevantes drenagens. Os mapas da malha de 960 m e 480 m mostram a escarpa marginal de 30° a 35°, o platô virtual de 700 m de altitude e a saliência no topo de 250 m de altura relativa. O platô virtual é composto de cristas altas e vales profundos e, portanto não corresponde a peneplanície elevada remanescente. Esses são observados comumente em maciços de rochas alcalinas do Estado do Rio de Janeiro. No mapa com base na malha de 240 m, o platô vertical não é perceptível devido às três drenagens profundas.

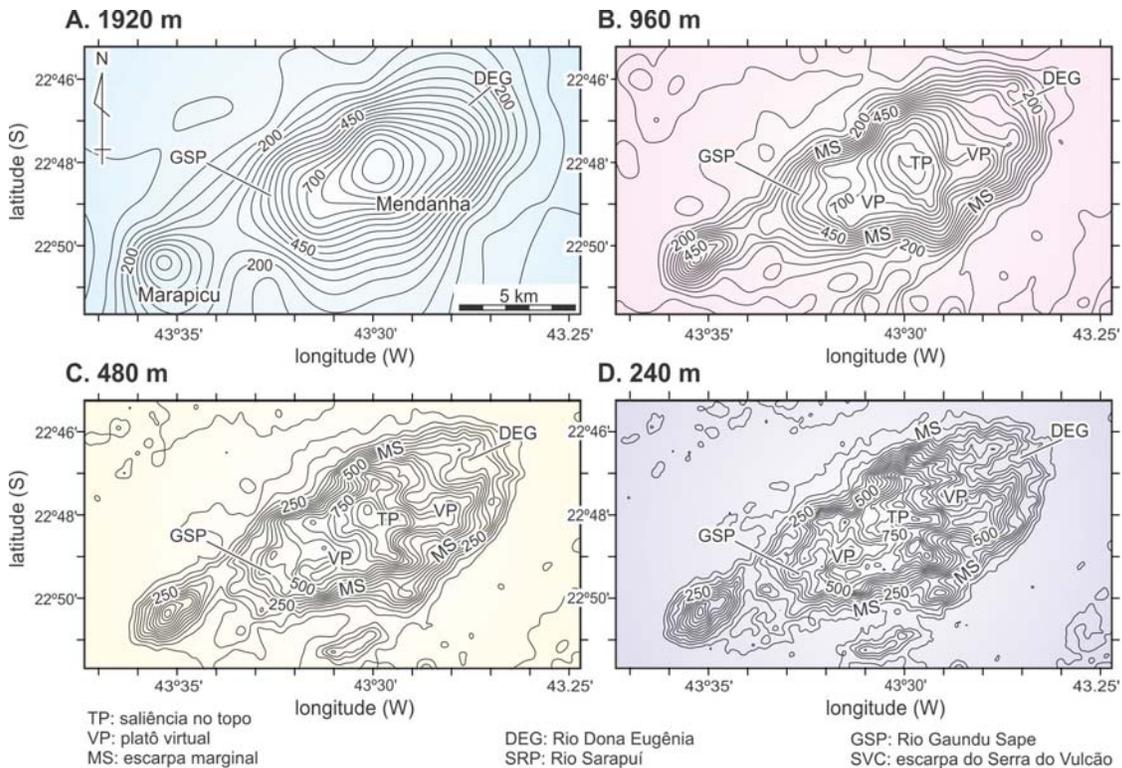
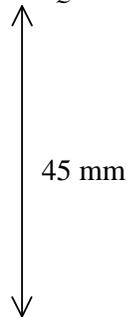


Figura 2. Mapas de seppômen para o maciço Mendanha com base nas malhas de 1920 m (A), 960 m (B), 480 m (C), 240 m (D), segundo Motoki & Motoki (2011).

A Figura 3 apresenta a relação entre altura do seppômen v.s. declividade com base na malha de 480 m. Os pontos plotados do maciço Mendanha mostram correlação positiva com uma boa convergência nos os sítios baixos e a correlação negativa nas localidades altas. O



constante “a” da regressão quadrada desses pontos ($y=ax^2+bx+c$) é negativo quando o maciço tem forma geral convexa. Essa forma geral é característica das áreas de erosão pouco desenvolvida ou dos maciços rochosos com alta resistência erosiva. Motoki & Motoki (2011) propõem 1000 vezes do constante a como o índice de concavidade de maciços (MCI). Este parâmetro representa grau de desenvolvimento da erosão por drenagens, sendo útil para estudos geomorfológicos. O MCI do maciço Mendanha é -0.7.

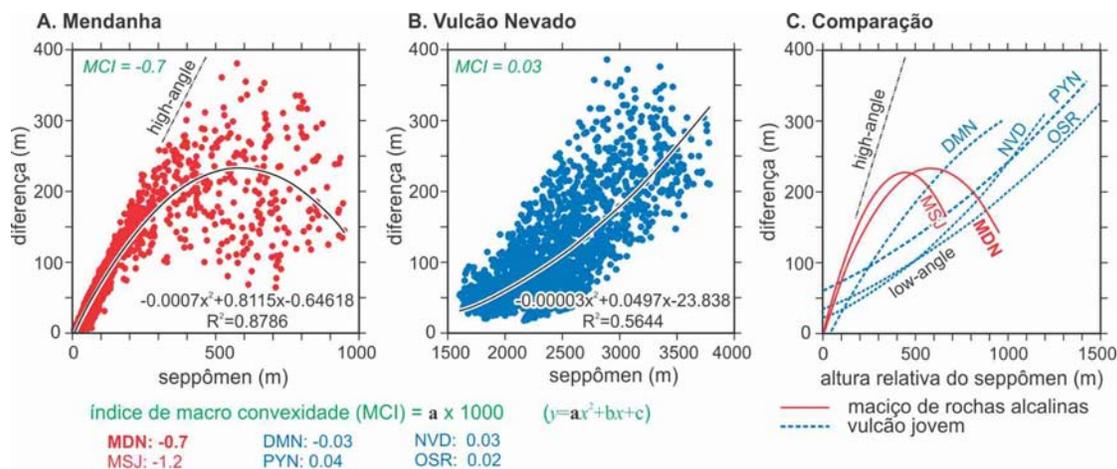


Figura 3. Relação entre o seppômen e declividade segundo Motoki & Motoki (2011): A) Maciço Mendanha; B) Vulcão Nevado; C) Comparação entre maciços de rochas alcalinas félsicas e vulcões jovens. As curvas representam a regressão quadrada dos pontos projetados. MDN - Mendanha; MSJ - Morro de São João; NVD - Vulcão Cerro Nevado; PYN - Vulcão Payún Liso; DMN - Vulcão Cerro de Diamante; OSR - Vulcão Osorno.

MORRO DE SÃO JOÃO

O Morro de São João é um maciço semicircular de 4 km x 4.5 km com altura relativa de 650 m segundo GDEM. Quase todas as partes do maciço é composto de rochas alcalinas félsicas, como nefelina sienito. A Figura 4 mostra os mapas de seppômen com as malhas de 960 m, 480 m, 240 m. O mapa da malha de 960 m (não demonstrado) apresenta forma virtual cônica do maciço com superfície regular. O mapa da malha de 480 m mostra os aspectos similares, porém observa-se pequena área lisa na proximidade do topo (VP) cercada pela escarpa marginal de alto ângulo, de 25° a 30° (MS). O mapa com base na malha de 480 m de malha apresenta distintamente a escarpa marginal (MS), o platô virtual (VP) e a saliência no topo (TP). Sendo similar ao maciço Mendanha, o platô virtual não corresponde a peneplanície elevada remanescente. O MCI para o Morro de São João é -1.2, sendo menor do que do maciço Mendanha (Figura 3). Esta observação aponta que a forma geral do Morro de São João é convexa, sendo tridimensionalmente muito diferente de edifício vulcânico.

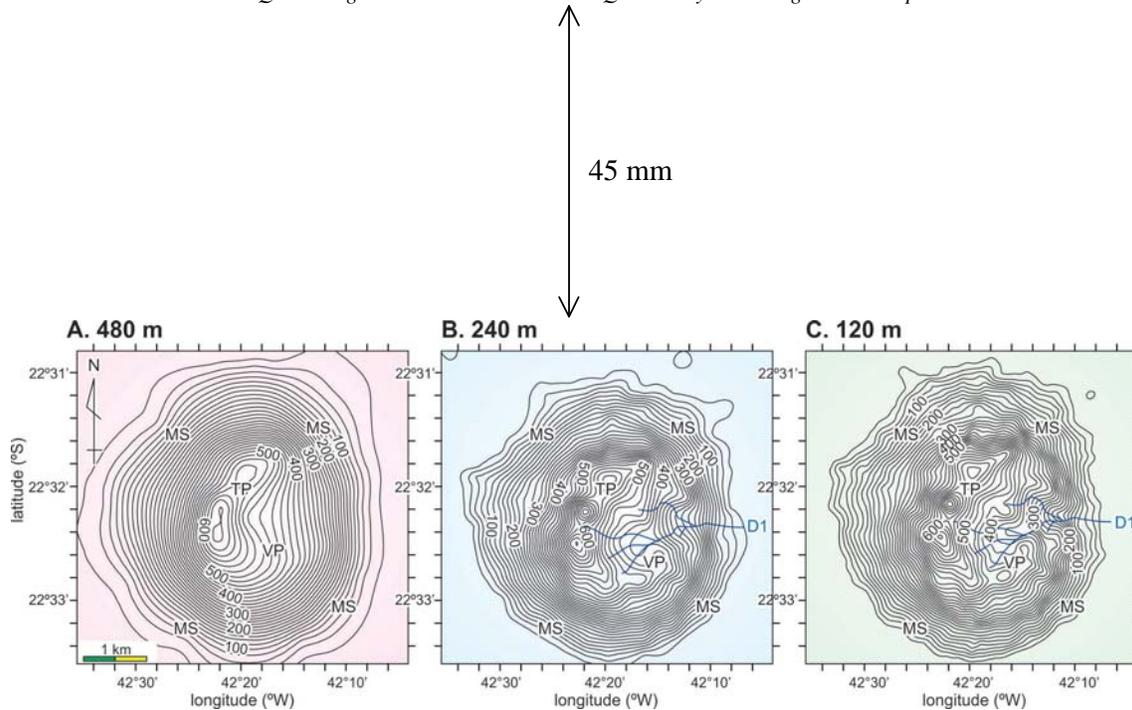


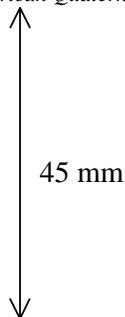
Figura 4. Mapas de seppômen para Morro de São João com base nas malhas de 1920 m (A), 480 m (B), 240 m (C), 120 m (D), segundo Motoki et al. (2011). Os símbolos são mesmos da Figura 2.

COMPARAÇÃO MORFOLÓGICA COM VULCÕES JOVENS

Havia a opinião de que o maciço Mendanha e Morro de São João seriam vulcões extintos formados no Cretáceo, sendo preservados até o presente. Esta opinião foi divulgada por fontes populares, como artigos de jornais, programas de televisão e páginas da Internet. Entretanto, os trabalhos geológicos (e.g. Motoki et al., 2007; Brotzu et al., 2007) esclareceram que esses maciços são constituídos por nefelina sienito e álcali sienito. Os trabalhos geomorfológicos para o maciço Mendanha comprovaram a inexistência do Vulcão de Nova Iguaçu (Motoki et al., 2008; Motoki & Motoki, 2011). Entretanto, o Morro de São João não tinha estudos geomorfológicos deste objetivo até recentemente (Motoki et al., 2011).

As visões bidimensionais do Morro de São João, tais como a imagem de satélite e silhueta horizontal, têm aparentes similaridades com vulcões jovens. Entretanto, a forma tridimensional é caracteristicamente convexa, com o MCI negativo, sendo muito diferente de vulcões ativos e jovens, que têm o MCI positivo. A diferença se manifesta tipicamente nas encostas. Os maciços de rochas alcalinas félsicas têm escarpa marginal de alto ângulo, desde o sopé até o topo. O perfil longitudinal das drenagens é regular e não côncava. Por outro lado, a encosta dos vulcões é de baixo ângulo no sopé e íngreme no topo. O perfil longitudinal das drenagens é caracteristicamente côncavo. As características morfológicas contrastadas são apresentadas expressivamente na Figura 3C.

Desta forma, considera-se que os relevos atuais do maciço Mendanha e do Morro de São João são atribuídos à erosão diferencial devido à forte resistência erosiva de nefelina sienito e álcali sienito, e não, aos supostos vulcões. Essas rochas são mecanicamente firmes, com a resistência pela compressão uniaxial de em torno de 170 MPa. Além disso, o regolito é impermeável devido aos argilo-minerais originados do intemperismo químico de nefelina e feldspato alcalino e os efeitos de passividade intempérica protegem o maciço.



CONCLUSÕES

1. O sistema de software original BAZ elabora simultaneamente os mapas de seppômen, sekkokumen e de declividade com base nas malhas de intervalos de 60 m, 120 m, 240 m, 480 m, 960 m, 1920 m, 3840 m a partir de ASTER GDEM, o que viabilizou os estudos comparativos dos mapas virtuais de diferentes intervalos de malha.
2. Os mapas de seppômen apresentam que o maciço Mendanha e o Morro de São João são caracterizados pela escarpa marginal, o platô virtual e a saliência no topo. Esses são características de maciços de rochas alcalinas félsicas.
3. Os índices de macro concavidade (MCI) do maciço Mendanha e o Morro de São João são negativos, respectivamente -0.7 e -1.2, apresentando forma geral convexo desses morros. A forma convexa é atribuída aos baixos efeitos de erosão das drenagens originados de forte resistência erosiva das rochas constituintes. Por outro lado, os vulcões jovens têm valores positivos do MCI apresentando sua forma côncava.
4. Os relevos atuais do maciço Mendanha e do Morro de São João são originados de erosão diferencial devido à forte resistência erosiva de nefelina sienito e álcali sienito, e não, derivados de supostos vulcões extintos. Essas rochas têm alta firmeza mecânica e o corpo rochoso é protegido por efeitos de passividade intempérica.

REFERÊNCIAS

- Brotzu, P., Melluso, L., Bennio, L., Gomes, C.B., Lustrino, M., Morbidelli, L., Morra, V., Ruberti, E., Tassinari, C., & D'Antonio, M. 2007. Petrogenesis of the Early Cenozoic potassic alkaline complex of Morro de São João, southeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 24, pp. 93-115.
- Motoki, A. & Motoki K.F. 2011. Geomorphological analyses by summit level and base level technique based on ASTER satellite DEM for Mendanha felsic alkaline intrusive massif, State of Rio de Janeiro, Brazil. *REM-Revista Escola de Minas*, Ouro Preto. (submissão)
- Motoki, A., Petrakis, G.H., Sichel, S.E., Cardoso, C.E., Melo, R.C., SOARES, R.S., & Motoki, K.F. 2008. Landform origin of the Mendanha Massif, State of Rio de Janeiro, Brazil, based on the geomorphological analyses by summit level map technique. *Geociências*, Rio Claro, vol. 27, n. 1, pp. 99-115, 2008.
- Motoki, A., Silva, S., Sichel, S.E., & Motoki, K.F. 2011. Geomorphological analyses by summit level and base level maps based on the ASTER GDEM for Morro de São João felsic alkaline Massif, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Geociências*. Rio Claro. (submissão).
- Motoki, A., Soares, R., Netto, A.M., Sichel, S.E., Aires, J.R., & Lobato, M. 2007. Genetic reconsideration of the Nova Iguaçu Volcano model, State of Rio de Janeiro, Brazil: eruptive origin or subvolcanic intrusion? *REM-Revista Escola de Minas*, Ouro Preto, vol. 60, n. 4, pp. 583-592.