

GERAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS OBTIDOS DE LIDAR NA
BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ)

GERAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS OBTIDOS DE LIDAR NA
BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ)

Barbosa, L.S.¹; Avelar, A.S.²; Coutinho, B.H.³; Coelho Netto, A.L.⁴;

¹IGEO - UFRJ *Email*:leobarbosa@live.com;

²IGEO - UFRJ *Email*:andreavelar@acd.ufrj.br;

³IGEO - UFRJ *Email*:brunohenriquescoutinho@gmail.com;

⁴IGEO - UFRJ *Email*:ananetto@acd.ufrj.br;

RESUMO:

O trabalho apresenta a geração de parâmetros morfométricos a partir de um MDT (1m x 1m) originado de um levantamento LiDAR. A definição dos segmentos de encostas, declividade e rede de canais mostraram boa qualidade final, porém ajustes são necessários. Os canais gerados recebem influências de cortes, aterros e afloramentos devido ao detalhe do MDT. A definição dos segmentos de encostas pelo TPI também apresentou a necessidade de ajustes devido à geração de topos e fundos de vale descontínuos.

PALAVRAS CHAVES:

Morfometria; Encostas; MDT

ABSTRACT:

The paper presents the generation of morphometric parameters from a DTM (1m x 1m resolution) originated from a LiDAR survey. The segments of the slopes, inclination and channel network showed quality enough for geomorphic proposes, but adjustments are necessary. The channel network is influenced by cuts, landfills and outcrops due to the DTM resolution. The definition of the slope segments from TPI method require also adjustments due to generation of the discontinuous tops and valley bottoms.

KEYWORDS:

Morphometry; Slopes; DTM

INTRODUÇÃO:

Os movimentos de massa são processos importantes na evolução das vertentes em relevos montanhosos, porém nessas áreas a ocupação e a degradação ambiental induzem a eventos cada vez mais comuns e críticos para perdas humanas e econômicas.

GERAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS OBTIDOS DE LIDAR NA BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ)

Exemplos recentes no estado do Rio de Janeiro ocorreram nos municípios do Rio de Janeiro, Niterói e Angra dos Reis em 2010 e na Região Serrana em 2011, havendo neste caso mais de 1500 mortes e grandes prejuízos econômicos (Coelho Netto et al. 2011). O Maciço da Tijuca mostra-se característico deste contexto, devido aos processos históricos de adensamento da população nas encostas e áreas circundantes. Nas encostas a intensificação da ocupação informal por comunidades pobres compõem as favelas instaladas principalmente devido à necessidade de proximidade aos locais de trabalhos (Coelho Netto 2005). Devido a esse cenário, a prevenção de desastres relacionado aos movimentos de massa assume hoje um importante papel para a sociedade e por isso aumenta-se a preocupação sobre os avanços metodológicos e os esforços para melhorar a predição e mitigação. Neste sentido as principais preocupações direcionam-se para a melhoria da qualidade dos mapeamentos de suscetibilidade e de risco, que começam com bases topográficas mais detalhadas e que ofereçam possibilidade de análises geomorfológicas. O mapeamento de suscetibilidade necessita destas bases para que possa permitir a predição dos diferentes mecanismos deflagradores de deslizamentos, assim como suas condições de risco. A área total do Maciço da Tijuca é recoberta com maior detalhe pela base do Instituto Pereira Passos (1:10.000) e para as áreas urbanizadas chegando a 1:2.000. Com o levantamento a laser de alta resolução (LiDAR) a base topográfica poderá ser extraída do Modelo Digital de Terreno (MDT) com resolução de 1m x 1m e os parâmetros morfométricos posteriormente gerados para utilização em mapeamentos de suscetibilidade na escala de detalhe 1:2.000 (Fell et al. 2008).

MATERIAL E MÉTODOS:

Light Detection And Ranging (LiDAR) é um sensor remoto ativo de emissão de feixes de luz (laser), que ao refletir na superfície possibilita obter a distância e outras informações devido à refletância do objeto, gerando dados topográficos com alta resolução para áreas amplas (James et al. 2007). Este tipo de levantamento pode ajudar na identificação de canais, feições erosivas (como ravinas e voçorocas), além de melhorar a modelagem topográfica, hidrológica e ecológica. Após a obtenção de uma imagem LiDAR para o Maciço da Tijuca foi utilizado para o tratamento inicial dos dados o software Global Mapper 15, gerando-se uma nuvem de pontos no formato LAS (Lidar Data Exchange Format File) que pode ser convertida em um TIN. Contudo, foram interpolados apenas os pontos relativo ao terreno, classificados como ground, pois devido ao levantamento de alta resolução é necessário diferenciar os pontos levantados referentes à vegetação, edificações e outras feições dos pontos referentes a superfície do terreno. O TIN foi gerado a partir da nuvem de pontos e posteriormente o MDT em grid (1m x 1m). Em sequencia três topografias foram geradas no software ArcMap 10.1 (ferramenta Contour) com curvas de nível espaçadas em 1, 5 e 10m, permitindo diferentes visualizações e análises. A rede de canais foi elaborada de forma automática (ArcHydro10.1) adotando-se um critério estabelecido para o mesmo local de estudo por Araújo (2013) em que a rede de canais é delimitada com área de contribuição mínima, 0,5%, e 0,25% da área total da bacia. Devido à alta resolução do MDT também foi utilizado 0,05%. O mapa de declividades foi gerado pela ferramenta slope do ArcMap10.1 e as classificação seguiu o proposto por Coelho Netto et al. (2007) para os

GERAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS OBTIDOS DE LIDAR NA BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ)

declives críticos em quatro classes (0o–10o, 10o-20o, 20o-35o e >35o). Por fim, a classificação da posição da encosta foi realizada através ferramenta Topographic Position Index (TPI) proposto por Weiss (2001) com 8 diferentes combinações de raios.

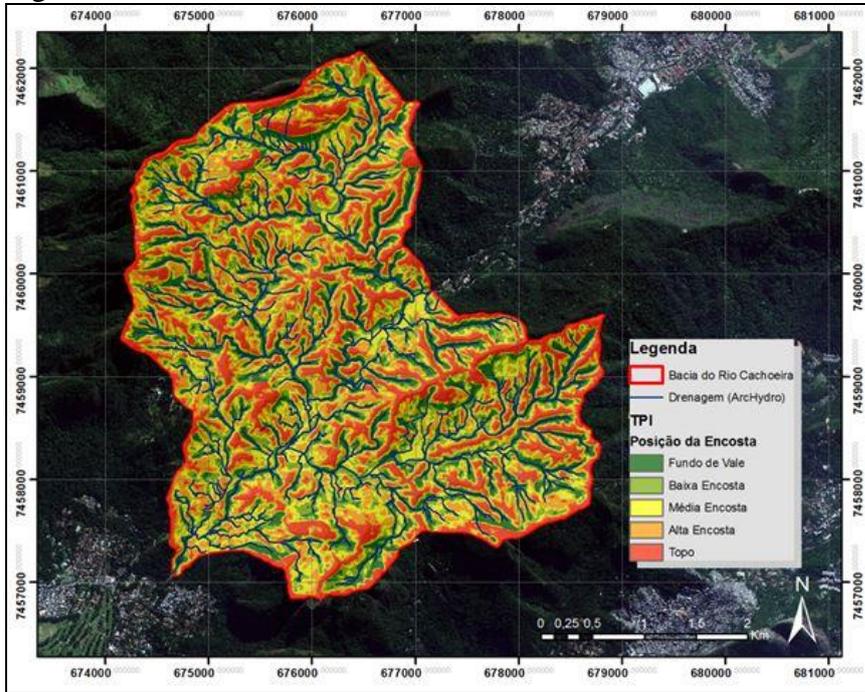
RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O mapa de declividades apontou 12% da área considerada como estável (0° - 10°) para movimentos de massa e favoráveis a deposição; 16% da encostas na classe de 10° - 20° , que segundo Avelar (2003), quando situadas em vale com colúvio propiciam o rastejo (creep) com a incidência de precipitação mais intensa pode gerar fluxos de detritos. A classe de 20° - 35° obteve 43% e são consideradas áreas intermediárias de instabilidade. Já os declives acima de 35° , que são considerados críticos para o deslizamento de materiais das encostas no Brasil, compreenderam 29% da área. O resultado do TPI, forneceram 8 mapas distintos, porém quando comparados com o trabalho de Dias (2010) mostram as mesmas limitações em algumas áreas, em especial quanto à continuidade espacial dos topos e fundos de vale. Depois das diversas combinações de raios a que apresentou melhor resultado foi a soma do TPI value com os raios de 50, 70, 80 e 100 metros (Figura 1). Porém, o importante a ser extraído dessa análise são as ocorrências de áreas de convergência (fundo de vale e baixa encosta), divergência (topo e alta encosta) e de transferência de fluxos (média encosta) para a compartimentação das áreas suscetíveis. A rede de canais elaborada de forma automática pode ser observada na Figura 2, apresentando melhores resultados com 0,05% da área da bacia e tal como o estudo de Araújo (2013) demonstrou que a extração automática dos canais na mesma área de estudo apresentou bom resultado quando comparada com a rede de canais reconstituída 1:10.000. Porém, com o MDT mais detalhado utilizado no presente trabalho a drenagem teve forte influência de estradas, aterros, afloramentos, além de não se adequar bem em áreas planas. Devido a esses erros a rede de drenagem demonstrou a necessidade de ajustes de campo e/ou com fotointerpretação. Segundo o método proposto por Coelho Netto et al. (2007) a delimitação das áreas com diferentes suscetibilidades e mecanismos de movimentos de massa advém da superposição do mapa geomorfológico (em base funcional) com os mapas de espessura de solos, geológico-geotécnico e de uso do solo e cobertura vegetal. O mapeamento geomorfológico funcional expressa as condições geomorfológicas e parâmetros hidrológicos necessários para a iniciação e propagação de movimentos de massa. Este método mostrou-se eficiente no mapeamento de suscetibilidade e risco em Angra dos Reis, RJ (SEA-RJ/COPPETEC, 2010), onde 83,3% dos deslizamentos inventariados pela defesa civil daquele município ocorreram em áreas mapeadas como alta e muito alta suscetibilidade. Outros exemplos deste método foram SMAC-RJ/COPPETEC (2000) e ELETROBRAS/ COPPETEC (2012). O mapeamento geomorfológico funcional é produzido através da superposição de alguns parâmetros geomorfológicos, tais como: declividades críticas; hidrografia; concavidades e convexidades; índice de posição topográfica (TPI) e o índice de eficiência de drenagem (IED, proposto por Coelho Netto et al. 2007). Por isso, torna-se fundamental uma base topográfica ser bem detalhada e georreferenciadas para a escala adequada ao objetivo do mapeamento de risco. Assim o levantamento LiDAR ao gerar um MDT com resolução 1m x 1m e consequentemente uma base topográfica de detalhe poderá auxiliar nos mapeamentos de

GERAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS OBTIDOS DE LIDAR NA BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ)

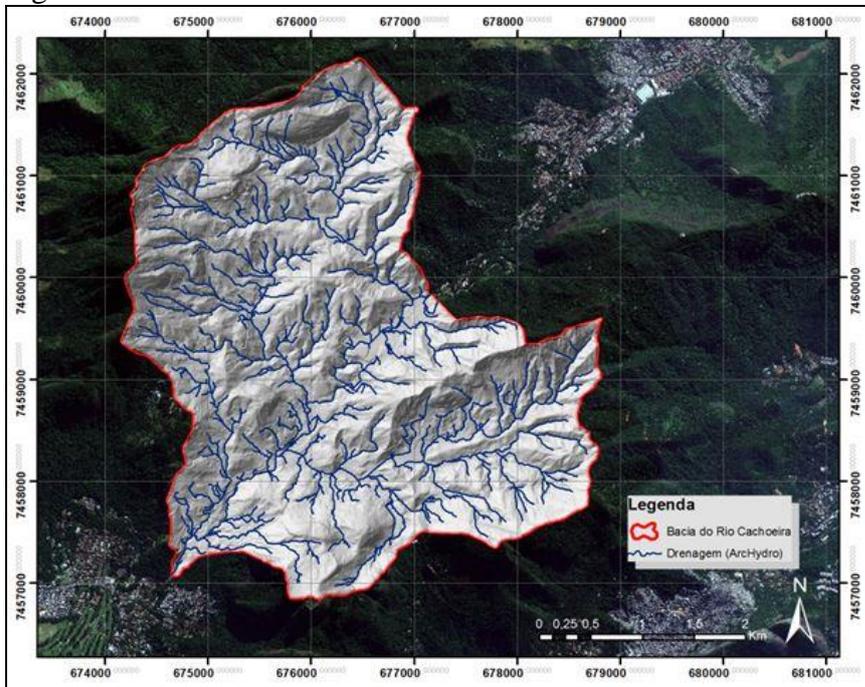
suscetibilidade com nível de detalhe e qualidade maior através do mapeamento geomorfológico (em base funcional).

Figura 1



Mapa de posição da encosta

Figura 2



Rede hidrográfica gerada por ArcHydro

GERAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS OBTIDOS DE LIDAR NA BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ)

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Apesar da pesquisa estar em estágio inicial o levantamento LiDAR já demonstra grande potencial para a extração de parâmetros morfométricos detalhados, isto é, com resolução de 1m x 1m. Os resultados mostraram que pode ser utilizado para melhorar qualidade dos mapeamentos geomorfológicos, porém algumas limitações metodológicas ainda precisam ser ajustadas. As correções na rede de canais consistem principalmente no posicionamento do início dos canais nas cabeceiras de drenagem, bem como a influência dos cortes, aterros e afloramentos que geram canais por serem zonas de concentração de fluxos no MDT. O TPI necessita de correções nos topos e fundos de vales não contínuos. Outros parâmetros como o IED por exemplo, serão melhores estudados, porém tal parâmetro é dependente da rede de drenagem e deverá sofrer influência desta na sua geração.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem a Fundação Geo-Rio e a empresa Hansa – Geofísica e Aerolevantamento LTDA. pelo fornecimento do levantamento LiDAR utilizado neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:

Araujo, I. S. (2013) Modelo Chuva-Vazão relacionado às Interações de uso Urbano e Cobertura Florestal na bacia do rio Cachoeira - Maciço da Tijuca (RJ). Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013. 193 p.

Avelar, A. S. (2003). Iniciação e desenvolvimento de fluxos detríticos em encosta: ensaios triaxiais de choque e em caixa experimental abordando o caso do Soberbo (RJ). Tese de doutorado. (COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia Civil, 2003) 247 p.

Coelho Netto, A.L. (2005) A INTERFACE FLORESTAL-URBANA E OS DESASTRES NATURAIS RELACIONADOS À ÁGUA NO MACIÇO DA TIJUCA: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental. Revista do Departamento de Geografia, 16 (2005) 46-60.

Coelho Netto, A.L.; Avelar, A.S.; Fernandes, M.C.; Lacerda, W.A. (2007): Landslide Susceptibility in a Mountainous Geocosystem, Tijuca Massif, Rio de Janeiro: The Role of Morphometric Subdivision of the Terrain. *Geomorphology*. Amsterdam, 87(3): 120-131.

Coelho Netto, A. L. ; Sato, A.M. ; Avelar, A. S. ; Araujo, I. S. ; Vianna, Gomes, L.G. ; Melos, A. R. ; Lima, P. H. M. ; Ferreira, D. L. C. ; Silva, A. P. A. ; Silva, R. P. (2011) .

GERAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS OBTIDOS DE LIDAR NA
BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ)

January 2011: The Extreme Landslide Disaster in Brazil (in press). In: Catani F.; Margottini C.; Trigila A., Iadanza C.. (Org.). II World Landslides Forum - Landslides and Urban Risks. 00ed.Roma: Springer-Verlag.

Dias, M. A. (2011), “Influência da topografia na dinâmica de bordas floresta-gramínea em um relevo montanhoso – maciço da Tijuca, RJ”, 123 p. - Dissertação de mestrado – PPGG – UFRJ, 2011.

ELETRONBRAS/COPPETEC. (2012). Atualização do mapeamento Geológico-Geotécnico e avaliação dos elementos de estabilização das encostas da CNAAA, Angra dos Reis. Laboratório de Geo-Hidroecologia/ UFRJ; Fundação COPPETEC. Fell, R., Corominas, J., Bonnard, C., Cascini, L., Leroi, E., Savage, W.Z., 2008.

Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. Engineering Geology 102, 85–98.

James, L. A.; Watson, D. G., Hansen, W. F. (2007) Using LiDAR data to map gullies and headwater streams under forest canopy: South Carolina, USA. In: Catena 71 (2007) 132–144

SEA/COPPETEC. (2010). Mapeamento (Escala 1:5 000) de Áreas de Riscos, Frente aos Deslizamentos de Encostas no Município de Angra Dos Reis, RJ. Laboratório de Geo-Hidroecologia/ UFRJ; Fundação COPPETEC; Secretaria de Estado de Ambiente – Governo do Estado do Rio de Janeiro.

SMAC-RJ/COPPETEC. (2000). Diagnóstico/Prognóstico sobre a Qualidade Ambiental do Geoecossistema do Maciço da Tijuca - subsídios à regulamentação da APARU do Alto da Boa Vista. Relatório Técnico. Laboratório de Geo-Hidroecologia/ UFRJ; Fundação COPPETEC; Secretaria Municipal do Meio Ambiente; Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

Weiss, A. 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA.