

Influência da resolução espacial na análise morfométrica da bacia do rio Quitandinha em Petrópolis - RJ

Rafael João Sampaio¹; Fabrício Polifke da Silva¹; Vinícius dos Santos Batista, Gisele Dornelles Pires¹

¹Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

samprafael@gmail.com, briciopolifke@gmail.com, viniciusufllaa@gmail.com, gdornele@gmail.com

Resumo – *A análise morfométrica possibilita a obtenção de informações de uma de uma bacia hidrográfica utilizando apenas informações cartográficas. Com o advento de novas tecnologias, como radar, drone e lidar, juntamente com a difusão de algoritmos de geoprocessamento, os modelos digitais de elevação (MDE) estão se consolidando como a principal fonte de dados para este tipo de análise em bacias pouco monitoradas, uma vez que, a partir destes é possível modelar a área e hidrografia da bacia e, consequentemente, os parâmetros morfométricos da bacia. Neste estudo, duas fontes de dados com diferentes escalas espaciais são utilizadas para caracterizar a susceptibilidade da bacia do rio Quitandinha, no município de Petrópolis – RJ, a eventos de cheias. Os parâmetros morfométricos originários de dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução de 30 m, e de um modelo digital de elevação hidrologicamente consistido (MDEHC), obtido de cartas topográficas de 1:50000, com resolução de 10 m, são confrontados. Os resultados sugerem que a variação da escala possui uma considerável influência nos parâmetros geométricos da bacia, entretanto, apesar das diferenças nos índices morfométricos, a classificação geral da bacia em relação a vulnerabilidade a cheias não é alterada.*

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, SIG, modelagem hidrológica

Abstract - *A morphometric analysis enables a survey of information from a hydrographic window that can only contain cartographic information. With the advent of new technologies such as radar, drone and dealing with the diffusion of geoprocessing algorithms, digital measurement models (MDE) are consolidating as a main source of data for this type of analysis in poorly monitored basins , Once, from the standpoint of modeling an area and the hydrography of the basin and, consequently, the morphometric parameters of the basin. In this study, the two digital models of evaluation are used to characterize a susceptibility of the Quitandinha river basin, in the municipality of Petrópolis - RJ, a flood events. The original morphometric parameters of the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), with a resolution of 30 m, and a digital hydrocarbon model (MDEHC), obtained from 1: 50000 topographic charts, with a resolution of 10 m, are compared . The results of this change of scale in the geometric values of the basin, however, are the same in the morphometric indices; a general classification of the basin in relation to the vulnerability to floods is not altered.*

Keywords: Remote sensing, GIS, hydrological modeling

1 Introdução

O conhecimento da superfície terrestre é fundamental para compreender o comportamento hidrológico das bacias hidrográficas. Dessa forma, a topografia do terreno possui uma grande importância no desenvolvimento de modelos de processos hidrológicos fisicamente realistas, através da relação inerente entre o relevo superficial e o fluxo da bacia (Woodrow et al. 2016). A topografia pode ser considerada o fator principal da maioria dos processos que ocorrem na superfície da terrestre (Jenson 1991).

A análise de uma bacia de drenagem baseada em parâmetros morfométricos é muito importante para o planejamento de bacias hidrográficas, uma vez que fornece uma ideia sobre as características da bacia em relação a declividade, topografia, condição do solo, características de escoamento superficial, potencial hídrico superficial, etc. (Rai et al. 2018; Sukristiyanti et al. 2018). Esta análise possibilita conhecer os aspectos dos parâmetros lineares, de área e de relevo (Abboud e Nofal 2017). Isto porque, através das linhas de drenagem de uma área é possível explicar a geometria tridimensional existente na região e auxiliar a descrição do seu processo de evolução morfométrica (Singh 1980). Os índices de forma usados na morfometria da bacia de drenagem relacionam-se com a quantificação da forma da bacia e fornecem um meio para descrever as características hidrológicas de uma bacia hidrográfica, sendo assim um aspecto importante da característica da bacia hidrográfica (Strahler 1964).

Os modelos digitais de elevação (MDE) contribuíram substancialmente para o progresso da modelagem hidrológica espacial ao longo das últimas décadas. Os MDEs são representações matriciais da topografia de uma região e são muito utilizados em estudos de bacias hidrográficas (Aher et al. 2014; Altaf et al. 2014; Singh et al. 2014; Rai et al. 2017; Ameri et al. 2018). Técnicas avançadas de aquisição de dados de elevação, interpolação e condicionamento hidrológico revolucionaram a precisão do MDE e a extração de derivadas topográficas da superfície digital do terreno.

Uma dessas técnicas se destacam neste contexto, pois possibilita modelar os caminhos de fluxo em MDEs tendo por base as diferenças de elevação entre as células da grade e suas células vizinhas. Através dessas diferenças é possível estimar a direção do fluxo superficial topograficamente direcionado que passa por cada célula da grade do MDE (Tribe 1992). As informações de direção de fluxo derivadas desses algoritmos de roteamento podem ser usadas para derivar atributos hidrológicos, como a área de captação de subidas e a localização das divisões de drenagem. Cada método de roteamento de fluxo tem uma abordagem única, redistribuindo o fluxo de uma célula de grade para seus vizinhos de declínio.

Entretanto, uma limitação que ocorre nos MDEs é a ocorrência de depressões no modelo, que pode afetar a modelagem da hidrografia da área. Um método de contornar este problema é chamado de *stream burning*. Esta técnica de controle de fluxo permite corrigir os padrões de drenagem de superfície derivados de MDE através de uma camada vetorial com a hidrografia local. As elevações das células coincidentes com as características com o dado vetorial são ajustadas (Lindsay 2016). Trabalhos como Oliveira (2012) exploram esta técnica.

O presente trabalho se propõe a analisar dois MDE, na análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Quitandinha, localizada no município de Petrópolis – RJ, buscando estudar como diferentes técnicas de concepção do MDE pode interferir nos parâmetros morfométricos de uma bacia.

2 Metodologia e área de estudo

A bacia do rio Quitandinha é uma sub-bacia do rio Piabanha, localizado no município de Petrópolis (Figura 1). A ocorrência de enchentes durante o verão neste município tem aumentado em magnitude e frequência nos últimos anos. Dentre os principais justificativas para tal aumento destaca-se o aumento da urbanização na área bacia e consequentemente intervenções antrópicas, que resultaram em alterações significativas nos canais principais.

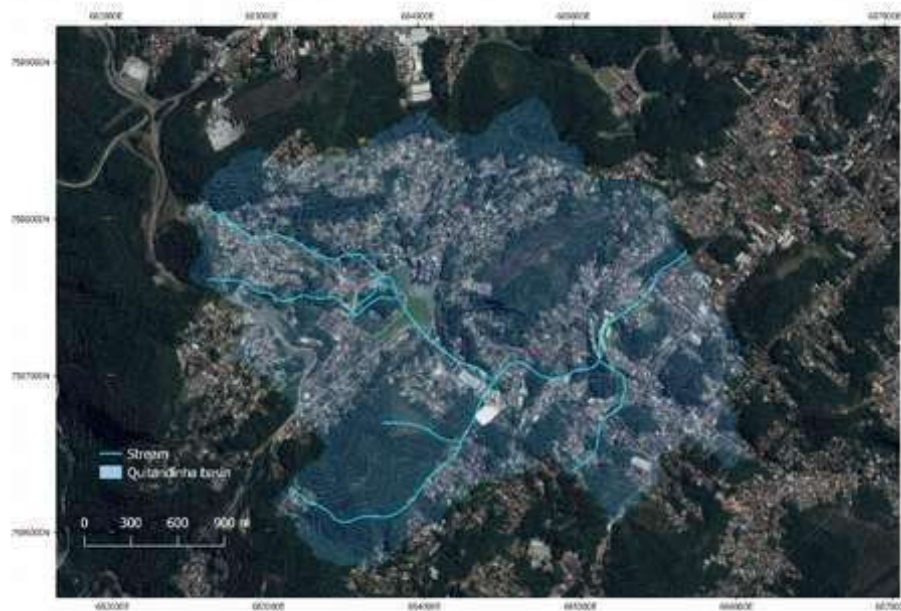


Figura 1 - Bacia do rio Quitandinha

2.1 Dados e delimitação da bacia

A análise morfométrica da bacia teve como base duas fontes de dados principais: Cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com escala de 1:50000, que foram utilizadas para construir um modelo digital de elevação da bacia hidrologicamente consistido (MDEHC) com resolução espacial de 10 metros, e dados da Missão Topográfica Radar Shuttle (SRTM), com resolução de 30 metros. As Curvas de nível vetorizadas e os pontos cotados da carta topográfica foram utilizadas na primeira etapa da produção do MDE por meio do algoritmo *v.surf*, do *software* GRASS GIS. A hidrografia das cartas foi utilizada para convecção do MDEHC, através da ferramenta *Burn Stream Network* do *software* SAGA – GIS. A partir do MDEHC, delimitou-se a área da bacia do rio Quitandinha com as funções *r.watershed* e *r.water.outlet* do *software* GRASS GIS. Através destes algoritmos foram confeccionados os mapas de acúmulo de fluxo e direção de fluxo. Nesta etapa foi estabelecido o número mínimo de 2500 píxels para definição de canal.

Na sequência, foi inserido a coordenada do exutório da bacia, possibilitando assim a delimitação da bacia hidrográfica e modelagem a hidrografia. A obtenção dos parâmetros morfométricos e confecção das layers finais foi utilizado o *software* Qgis 16.04. A Figura 2 resume a metodologia.

O MDE SRTM, com resolução de 30 metros, foi obtido pelo endereço virtual do Serviço Geológico Americano (*earthexplore.usgs.gov*). O modelo inicialmente foi submetido ao algoritmo GRASS *r.fill.dir*, que preencheu eventuais falhas ocorridas no modelo, retirando depressões. Na sequência seguiu-se com algoritmos

r.watershed e *r.water.outlet*, também do *software* GRASS GIS, para produção dos mapas de acúmulo e direção de fluxo. Afim de obter uma área de contribuição semelhante para cada canal, foi estabelecido um número mínimo de 278 pixels. Os passos seguintes são semelhantes ao do MDEHC, com a determinação do exutório, modelagem da bacia e da hidrografia e estimação dos parâmetros morfométricos.

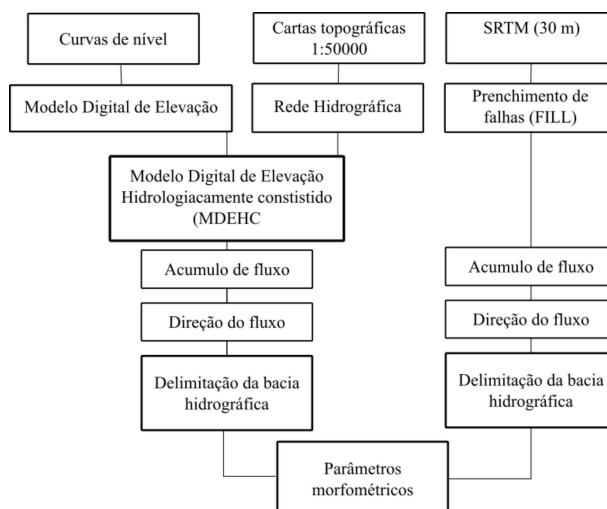


Figura 2 - Diagrama da metodologia

2.2 Parâmetros morfométricos

A tabela 1 apresentam os parâmetros morfométricos utilizados neste estudo. A partir dos vetores obtidos pelos dois modelos digitais de elevação, foram calculados a área (A), perímetro (P), comprimento da hidrografia (H), comprimento do canal principal (C), distância vetorial dos pontos extremos do canal principal (L) e a amplitude altimétrica (Aa), obtido pela diferença entre os pontos de maior e menor altitude da bacia. Como parâmetros morfométricos foram utilizados o fator de forma (Ff), o índice de circularidade (Ic), densidade de drenagem (Dd), coeficiente de compacidade (Kc), índice de sinuosidade (Is), relação do relevo (Rs) e razão de alongação (Re). A tabela 1 resume estes índices.

Tabela 1 - Parâmetros geométricos e morfométricos utilizados no estudo

Parâmetros geométricos	Fórmula
Área – A	
Perímetro - P	
Hidrografia - H	
Maior comp - L	
Distancia vetorial - dv	
Comprimento axial - La	
Amplitude altimetrica - Ah	
Parâmetros morfométricos	
Fator de forma - Ff	A/La^2
Índice de circunlaridade - Ic	$4 \cdot \pi \cdot A/p^2$
Densidade de drenagem - Dd	(H/A)
Coeficiente de compacidade - Cc	$0.2821 P/raiz(A)$
Índice de sinuosidade - Is	(L/dv)
Relação do relevo - Rs	(Ah/L)
Razão de alongamento - Re	$raiz(4 \cdot \pi \cdot A)/La$

O fator de forma relaciona a área da bacia com a área de um quadrado com lateral do mesmo tamanho do eixo axial da bacia. O índice de circularidade (I_c) relaciona a área da bacia com a área de um círculo de igual perímetro ao da bacia. A densidade de drenagem (D_d) relaciona o comprimento total da hidrografia com área da bacia. O coeficiente de compacidade (K_c) relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de um círculo com mesma área que a bacia. O índice de sinuosidade (I_s) relaciona o comprimento do canal principal com as distância vetorial do canal principal. A relação do relevo é a razão entre a amplitude altimétrica da bacia e o comprimento do maior canal da bacia. A razão de alongamento relaciona o diâmetro de um círculo de mesma área que a bacia com o comprimento axial da bacia.

3 Resultados

A figura 3 apresenta os resultados das hidrografias modeladas a partir dos MDEs. Em comparação com a malha hidrográfica do IBGE (1:50000), neste trabalho adotado como referência, em ambos os modelos houve erros consideráveis nas extremidades da malha, como pode ser observado na região sudoeste da imagem, em que ambos os modelos não estimaram um canal morro acima. Também é evidenciado na imagem a redução da acurácia do algoritmo de estimação em regiões de topografia plana. Esta redução ocorre devido ao aumento da significância do erro de estimação de altitude do MDE na modelagem da hidrografia em regiões de menor declividade, como discute Callow et al (2007). O MDEHC, devido a sua concepção, possui um desempenho melhor em áreas planas em relação ao SRTM. Salienta-se que, a metodologia de *burn stream* pode ser aplicada também ao dado de SRTM.

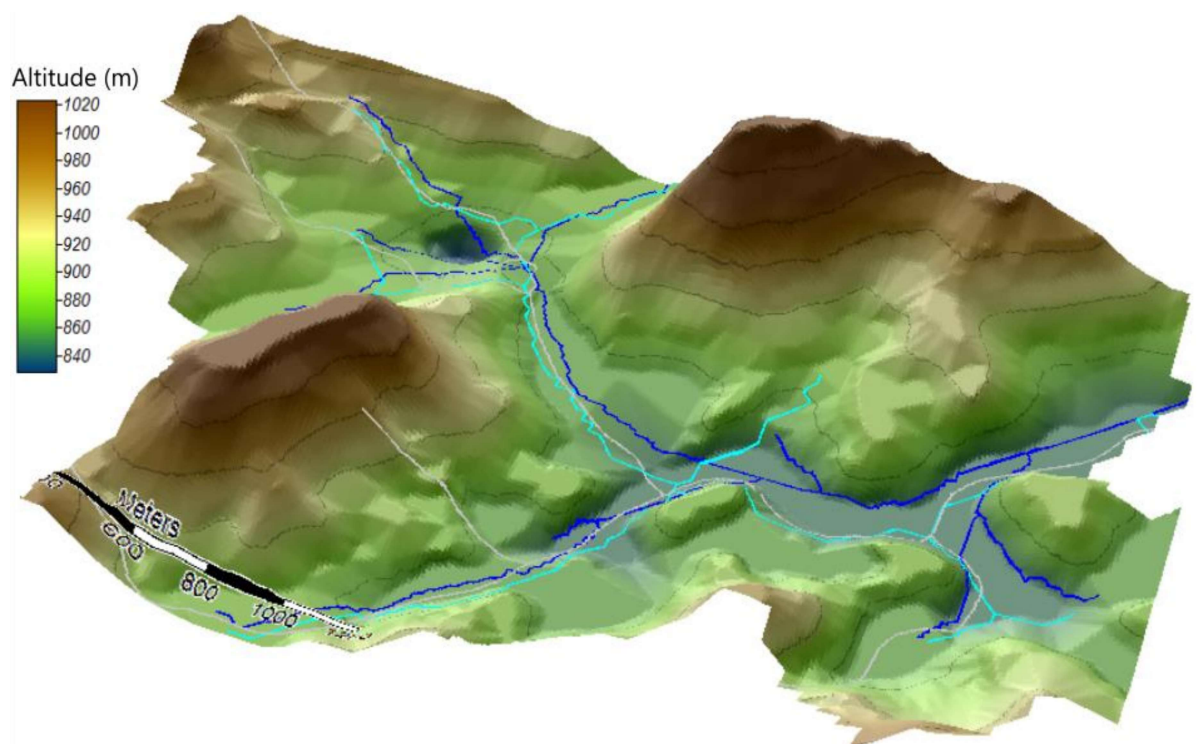


Figura 3 - Hidrografias modeladas no mapa hipsiométrico da bacia: Azul claro – SRTM 30 metros, azul escuro – MDEHC e branco hidrografia do IBGE 1:50000.

A tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros morfométricos obtidos dos dois modelos digitais de elevação. Em relação aos parâmetros geométricos, o SRTM produziu maiores valores de área, perímetro e hidrografia, quando comparado MDE derivado das cartas topográficas (MDEHC). Em contrapartida, os valores de comprimento do maior curso do rio, distância vetorial entre os extremos, comprimento axial e amplitude altimétrica da bacia possuíram maiores valores para o MDE SRTM.

Os valores do fator de forma foram 0,66 e 0,64 para o MDEHC e para SRTM, respectivamente. Ambos os resultados apontam para uma alta propensão de enchentes na bacia. No entanto, o índice de circularidade (I_c) apresentou valores de 0,24, para o MDEHC, e 0,41, para o SRTM, o que indicam um bom escoamento da bacia em ambos os casos. Apesar da diferença do I_c para os dois modelos, essa não altera a característica da bacia para este parâmetro.

Tabela 2: Resultados da análise morfométrica

	MDEHC 10 m	SRTM 30 m
Área – A	6,72 km ²	6,81 km ²
Perímetro - P	18,62 km	14,36 km
Hidrografia - H	9,37 km	8,83 km
Maior comp - L	3,72 km	4,25 km
Distancia vetorial - dv	1.29 km	1.40 km
Comprimento axial - La	3.20 km	3.25 km
Amplitude altimetrica -Ah	186 m	216 m
Parâmetros morfométricos		
Fator de forma - Ff	0,66	0,64
Índice de circularidade - I_c	0,24	0,41
Densidade de drenagem - Dd	0,0014	0,0013
Coefficiente de compacidade - Cc	2,01	1,54
Índice de sinuosidade - I_s	2,88	3,02
Relação do relevo - Rs	0,05	0,05
Taxa alongamento - Te	0,91	0,90

Os valores para o coeficiente de compacidade foram, respectivamente para o MDEHC e SRTM, 2,01 e 1,54. Valores mais próximo de 1 indicam que a bacia possui uma maior tendência a enchentes, assim sendo o MDEHC indica uma menor tendência a enchente comparado com o SRTM. Os resultados da densidade de drenagem foram semelhantes sendo 0,0014 e 0,0013 (MDEHC e SRTM), sendo em ambos os casos uma drenagem considerada pobre, que aumentando a propensão a enchentes. Para o índice de sinuosidade (I_s) valores entre 1 e 2 indicam canais mais retilíneos, enquanto valores maiores que 2 indicam canais sinuosos. Por este índice a bacia possui canais sinuosos, para ambos os modelos (MDEHC – 2,88, SRTM – 3,02) indicando uma baixa tendência a enchentes.

Os dois últimos parâmetros analisados, Rs e Te, apresentaram valores semelhantes para o SRTM e o MDEHC. Para o Rs os dois modelos apresentaram um valor de 0,05. Este valor indica uma declividade baixa para bacia, deixando menos susceptível a eventos de enchentes. Entretanto o Te possui valores de 0,91 e 0,90

respectivamente para o MDEHC e SRTM. Este valor indica que a bacia é consideravelmente circular, o que a torna mais susceptível a enchentes.

4 Conclusões

Este trabalho apresentou o desempenho dos MDEs SRTM e MDEHC como base para análise morfométrica da bacia do rio Quitandinha. Os resultados apresentados demonstraram limitações de ambos os modelos na modelagem da rede hidrográfica em regiões mais planas. Em relação aos parâmetros morfométricos, a diferença de resolução entre os dois modelos não alterou a classificação da bacia em relação a susceptibilidade a enchentes, no entanto os parâmetros geométricos, principalmente o perímetro e o comprimento a hidrografia apresentaram diferenças consideráveis. Dos sete parâmetros analisados quatro (Ic, Kc, Is e Rs) descreveram uma baixa susceptibilidade da bacia a enchentes, enquanto três (Ff, Dd e Te) apresentaram uma alta susceptibilidade. De forma geral ambos os modelos se apresentaram com potencial alternativa para análise morfométrica de pequenas bacias hidrográficas.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE pela disponibilização dos dados e a toda comunidade de desenvolvedores de software livre que viabilizaram o software aqui usados.

6 Referências

Abboud IA, Nofal RA (2017) J. African Earth Sci. 126: 58-74

Aher PD, Adinarayana J, Gorantiwar SD (2014) Quantification of morphometric characterization and prioritization for management planning in semi-arid tropics of India: A remote sensing and GIS approach. Journal of Hydrology, 511:850–860.

Altaf S, Meraj G, Romshoo SA (2014) Morphometry and land cover based multi-criteria analysis for assessing the soil erosion susceptibility of the western Himalayan watershed. Environmental Monitoring and Assessment, 186(12): 8391–8412.

Ameri AA, Reza H, Cerda A (2018) Science of the Total Environment Erodibility prioritization of sub-watersheds using morphometric parameters analysis and its mapping: A comparison among TOPSIS, VIKOR, SAW, and CF multi-criteria decision-making models. Science of the Total Environment, 614:1385–1400.

Callow JN, Van Niel KP, Boggs GS (2007) How does modifying a DEM to reflect known hydrology affect subsequent terrain analysis? Journal of Hydrology, 332 (1–2):30–39

Jenson SK (1991) Applications of hydrologic information automatically extracted from digital elevation models. Hydrol. Process. 5:31–44.

Lindsay JB (2016) The practice of DEM stream burning revisited. 668: 658–668.

Oliveira AH et al (2012) Consistência hidrológica de modelos digitais de elevação (MDE) para definição da rede de drenagem na sub-bacia do horto florestal Terra Dura, Eldorado do Sul, RS. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 36 (4):1259–1267

Rai KP, Narayan V, Mohan K (2017) Remote Sensing Applications : Society and Environment A study of morphometric evaluation of the Son basin , India using geospatial approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 7:9-20

Singh P, Gupta A, Singh M (2014) Hydrological inferences from watershed analysis for water resource management using remote sensing and GIS techniques. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 17(2):111–121.

Strahler AN (1964) Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: Chow, V.T. (Ed.), *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw Hill Book Company, New York, Section 4-11.

Sukristiyanti S, Maria R, Lestiana H (2018) Watershed-based Morphometric Analysis: A Review. *Global Colloquium on GeoSciences and Engineerin*. 118, DOI :10.1088/1755-1315/118/1/012028

Tribe A (1992) Automated recognition of valley lines and drainage networks from grid digital elevation models: a review and a new method. *J. Hydrol*. 139: 263– 293.

Woodrow K, Lindsay JB, Berg AA (2016) Evaluating DEM conditioning techniques, elevation source data, and grid resolution for field-scale hydrological parameter extraction. *Journal of Hydrology*, 540:1022–1029

Downscaling do índice de vegetação normalizado produto do MODIS (500m) para a resolução espacial do Landsat 8 (30 m)

Rafael João Sampaio¹; Gisele Dornelles Pires¹; Fabrício Polifke da Silva¹

¹Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

samprafael@gmail.com, gdornele@gmail.com, briciopolifke@gmail.com

Resumo – *O presente estudo avalia um método de downscaling para dados do Índice de Vegetação Normalizado (NDVI) obtidos pelo sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) combinados com imagens do sensor Landsat 8. As imagens Landsat 8 possui uma resolução espacial de 30m e uma resolução temporal de 16 dias, enquanto o MODIS possui resoluções de espaciais de 250, 500 e 1000 metros, coletados semanalmente ou diariamente. Desta forma ambos sensores combinados podem produzir séries históricas de NDVI com altas resoluções espaciais e temporais. Neste tudo, uma regressão linear foi utilizada para produção de imagens sintéticas com resolução espacial de 30m e temporal de 7 dias, a partir de imagens MODIS e Landsat. A aplicação do método foi realizada na bacia do rio Piabanha, através de duas cenas MODIS, produto MYD09, de datas de 25 de setembro de 2014 a 11 de outubro de 2014, e duas cenas de Landsat 8 OLI / TIRSS da mesma data. A metodologia reconhece que uma relação linear ocorre entre mapas de escala maior e menor de uma região, desde que ambos estejam nas mesmas condições atmosféricas. Assim, com as duas imagens MODIS e uma imagem Landsat 8 (25 de setembro de 2014) foi gerada uma imagem sintética do NDVI para o dia 11 de outubro de 2014. A imagem Landsat 8 de 11 de outubro foi utilizada para validar a imagem sintética. Os resultados encontram um coeficiente de determinação (R^2) de 0,62. Esse valor sugere o potencial da metodologia para downscaling, visando o monitoramento contínuo do NDVI para o nível de pequenas bacias hidrográficas remotas.*

Palavra Chave: *sensoriamento remoto, pequena bacia hidrográfica, regressão linear*

Abstract - *This study evaluates a downscaling method to combination of images from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) and images from Landsat 8. The images MODIS is available very often (i.d. some products is dearly like indices normalized difference vegetation –NDVI). Unlike, the MODIS the images Landsat have 16 day or longer of temporal resolution. However, Landsat satellite scenes own 30 m of special resolution, while MODIS keep 250m, 500m and 1000m. The use both images combined with downscaling method can produce a gallery with high temporal and high special resolution. The application of the method was done in Piabanha River Watershed. For this we used two scenes MODIS, product MYD09, of dates September 25/2014 and October 11/2014, and two scenes Landsat 8 OLI/TIRSS from of the same date. The methodology is based on a linear regression, acknowledging that a linear relationship occurs between larger and smaller scale maps of a region, provide that both are in the same atmospheric conditions. Thus, imagery MODIS and an image Landsat 8(September 25/2014) was generating an image synthetic the NDVI to day October 11/2014. The image Landsat 8 of the October 11/2014 was used to validate the image synthetic. The results find a coefficient of determination (R^2) of 0,62. This value suggested that the downscaling method has the potential to use in continuously monitoring NDVI for level of small watersheds.*

Keywords: *remote sensing, small watershed, linear regression.*

1 Introdução

Dados suas características espectrais, muitas informações podem ser registradas sobre a vegetação a partir de sensores remotos orbitais. O principal artifício usado neste contexto são os índices de vegetação, definidos como medidas radiométricas adimensionais, as quais indicam a abundância relativa e a atividade da vegetação verde, incluindo índice de área foliar (IAF), porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde, e radiação fotossinteticamente ativa absorvida (Jensen 2009). O Índice de Vegetação Normalizada - NDVI é o índice mais conhecido dentre todos os índices de vegetação (Meneses e Almeida, 2012), sendo utilizado pela primeira vez por Rouse et al. (1973).

Com o advento de satélites como NOAA/AVHRR, SPOT/VEGETATION, TERRA/MODIS, SeaWiFS e a missão Landsat, foi possível produzir séries temporais do NDVI para a maior parte da superfície terrestre, oferecendo assim bases para uma infinidade de trabalhos ao redor do mundo. Estes englobam estudos em agricultura (Balaghi et al. 2006), estudo de biomas e ecossistemas (Barbosa et al. 2006, Beck et al. 2005; Atkinson et al., 2011), meteorologia (Grist et al. 1996; Plessis 1997), tratamento das séries históricas de NDVI (Brown et al. 2006; Gu et al. 2009; Wang et al. 2009; Hidr. et al. 2008), entre outras. As técnicas de sensoriamento remoto, no entanto, apresentam diversas limitações. Uma delas é a pobre distribuição temporal das estimativas baseadas em satélites (Mohamed et al. 2005).

O Landsat 8, por exemplo, possui uma resolução temporal de 16 dias. Conforme as circunstâncias, este intervalo pode ser ampliado, pois muitas vezes a superfície está coberta com nuvens na hora de coleta, o que torna a imagem inapropriada para utilização, aumentando assim a periodicidade dos dados (Hong et al. 2009). Sensores como o MODIS/Terra possui uma escala temporal mais refinada, com coleta de dados diariamente. No entanto, sua resolução espacial (250, 500 e 1000 metros) é consideravelmente menor que de outros sensores de média resolução, como o próprio o Landsat 8 (30m). Isto pode restringir seu uso em determinadas áreas, como é o caso de plantios agrícolas e estudos em pequenas bacias hidrográficas.

Uma alternativa apresentada para mitigar estas limitações do sensoriamento remoto são as técnicas downscaling. Downscaling é definida como um aumento da resolução espacial a partir da desagregação do conjunto de dados originais (Hong et al. 2009). Este processo de dimensionamento realiza uma restauração da variação em uma escala específica, assumindo que os valores da maior escala são a média dos valores da menor escala e que existem mais incertezas nos produtos em escala reduzida do que nos produtos de maiores escalas, pois é infinitamente grande o número possível de produtos na escala reduzida. Tradicionalmente, os procedimentos downscaling foram testados nas áreas de meteorologia e climatologia para obter informações de climas locais a partir de imagens de sensoriamento remoto com resolução grosseira (Liang 2004).

Neste contexto, o presente trabalho analisa uma metodologia simples apresentada por Hong et al. (2009) para fusão e refinamento de escalas. Duas imagens MODIS e uma imagem Landsat 8 foram utilizadas para construir uma imagem sintética do NDVI para bacia do Piabanha – RJ. A proposta apresentada visa abrir um caminho para produção de séries históricas de NDVI com resolução espacial do Landsat 8 (30m) e resolução temporal do MODIS (diário).

2 Materiais e Métodos

2.1 Imagens Landsat e MODIS

O Espectroradiômetro Imageador de Resolução Moderada – MODIS é um sensor criado por uma equipe interdisciplinar de cientistas no final dos anos noventa. Ele surgiu no intuito de suprir uma carência de dados orbitais para o monitoramento da superfície terrestre, sendo um auxiliar do sensor AVHRR. A motivação para execução deste projeto foi às mudanças drásticas e rápidas sofridas na superfície do planeta durante as décadas antecessoras (Mas et. Al 2011).

Para aplicação da metodologia foram utilizadas as imagens MODIS, cenas h13v11 e h14v11, do produto MYD09, coletadas no dia 24 de setembro e 11 de outubro de 2014. Este produto oferece dados de refletância da superfície diariamente e possuem uma resolução de 500 metros. Apesar dos produtos MYD13 e MOD13 oferecerem diretamente o NDVI, optou-se por utilizar os dados de refletância pela maior proximidade das datas de coleta das imagens Landsat, isto é, assegurar que as imagens de ambos os sensores foram coletadas nas mesmas condições atmosféricas.

O programa Landsat se constitui em uma série de sensores orbitais enumerados conforme a sequência de lançamento, iniciada em 1972. O Landsat 8, qual será utilizado neste estudo, é o último satélite dessa série, sendo lançado em fevereiro de 2013 e começando a disponibilizar dados em maio do mesmo ano (USGS 2015). É equipado com os sensores OLI (Operational Land Imager) e TIRS (Thermal Infrared Sensor) que produz imagens a cada 16 dias, com 8 bandas espectrais de 30m de resolução espacial. Para o presente estudo utilizou-se duas cenas órbita/pontos 217/075, coletadas no dia 25 de setembro e 11 de outubro de 2014. Uma comparação da área de estudos representadas pelas imagens MODIS e Landsat 8 é apresentada na Figura 1. Nota-se a perda de informação por conta da menor resolução espacial do MODIS.

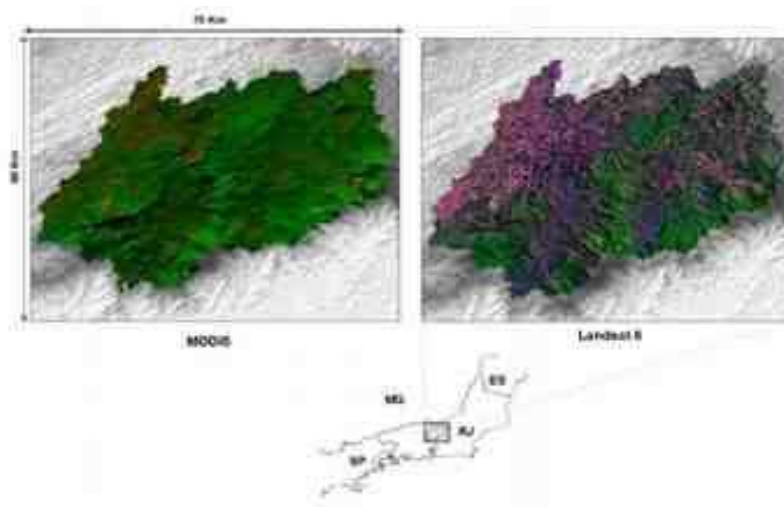


Figura 1 - Bacia do rio Piabanha representada por uma imagem MODIS(RGB – 721) e Landsat 8 (RGB – 654).

2.2 Área de Estudo

A bacia do rio Piabanha é uma sub-bacia do Rio Paraíba do Sul, localizada entre a Região Serrana e a Região Centro-Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro. Sua área é de aproximadamente 2.050 Km² e compreende os municípios de Petrópolis, Teresópolis, Areal, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, São José do Rio Preto e Três Rios. A Figura 2 representa a bacia hidrográfica do Rio Piabanha.