

Uso de imagens RapidEye para obtenção de dados hídricos e morfométricos: o caso da Bacia do Rio Coco, Tocantins, Brasil

Rejane Freitas Benevides Almeida¹
Laerte Guimarães Ferreira²
Maximiliano Bayer³

¹Instituto Federal do Tocantins – IFTO/Campus Paraíso do Tocantins
Rodovia BR 153, Km 480, Distrito Agroindustrial, 77.600-000, Paraíso do Tocantins, TO,
Brasil
rejane@ifto.edu.br

²Universidade Federal do Goiás – UFG/Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG
Campus II Samambaia, 74001-970, Goiânia, GO, Brasil
laerte@ufg.br

³Universidade Federal do Goiás – UFG/Instituto de Estudos Sócio-Ambientais
Campus II Samambaia, 74001-970, Goiânia, GO, Brasil
maxibayer@yahoo.com.br

Abstract: This study had as its object use of RapidEye satellite images to obtain water data to support the morphometric analysis of the Coco River Basin. This is located on the right bank of the Araguaia River Basin, in the state of Tocantins, among the cities Caseara, Marianópolis Tocantins, Tocantins Divinópolis, Monte Santo, Paraíso do Tocantins and Chapada Sand. Thus, it was used the manual digitization of the drainage at scale 1: 5,000 from RapidEye satellite images using ArcGIS 10.1. The morphometric parameters were analyzed: magnitude altimetry of the basin (Hm), slope of the main river, the basin slope, drainage density (Dd), stream density (Dh), compactness index (Kc), index of conformation or form factor (F), index of sinuosity (Is), roughness index (Ir), circularity index of the basin (Ic) and time of concentration (Tc). From the results obtained it was observed that the Coco River Basin has a order according Strahler (1952). The results pointed that the basin has a medium capacity of drainage (1,205 km/km²) in a dendritic drainage pattern, presenting low susceptibility to floods, because of the exposed parameters, such as: form factor (0,229) and compactness index (2,17), however strong roughness (667,57), a relevant feature in the intensification of erosion processes. Therefore, the analysis allowed a better understanding about the watershed dynamics regarding its morphometric characteristics, which are of great significance in decision-making processes.

Palavras-chave: RapidEye satellite images, Hydrography, Morphometric, Coco River Basin; Imagens do satélite RapidEye, Hidrografia, Morfometria, Bacia do Rio Coco.

1. Introdução

As bacias hidrográficas ou de drenagem se configuram como uma das principais unidades de gerenciamento territorial e são áreas importantes para a conservação dos recursos naturais, (SILVA et al., 2010, p. 113; MACHADO et al., 2011, p. 1441; RODRIGUES, PISSARRA e CAMPUS, 2008, p. 311), sendo modeladas pelas condições geológicas e climáticas locais (SILVA et al., 2010, p. 113).

A área da bacia hidrográfica é um fator determinante na quantidade de água produzida como deflúvio, tendo, ainda, a forma e o relevo, que atuam sobre a taxa ou sobre o regime dessa produção de água, assim como a taxa de sedimentação (MARINHO FILHO et al., 2013, p. 38). Vestena et al. (2011, p. 94) citam que o fluxo de matéria (nutrientes e poluentes) e

energia, é coordenado principalmente pela dinâmica da água. Essa dinâmica depende da combinação, no tempo e no espaço, de vários fatores que interagem no sistema BH, como rochas, solos, relevo, clima, flora, uso do solo, entre outros.

Para realizar um manejo racional em uma bacia hidrográfica, torna-se indispensável o conhecimento de uma série de parâmetros morfométricos e fisiográficos (SILVA et al., 2010, p. 113). Desse modo, Salles (2010, p. 04) afirma que entender a bacia hidrográfica como um sistema dinâmico aberto, possibilita a análise de seus subsistemas tornando a análise morfométrica associada a outras ciências ambientais de grande valia na compreensão da dinâmica da bacia, uma vez que as mesmas podem apresentar formas, processos e evolução, em muitos casos de forma diferenciada.

Uma ferramenta que tem alcançado grande espaço em análises ambientais de bacias hidrográficas é o uso de geotecnologias através da combinação de técnicas do geoprocessamento e sensoriamento remoto. No caso de estudos morfométricos não é diferente, muitas técnicas estão sendo usadas com vistas a obtenção de informações para comporem e/ou subsidiarem os dados de morfometria das bacias. No entanto, são isolados os casos em que se consegue um arcabouço de informações de grande detalhe, como no caso da rede de drenagem, a qual na maioria das vezes é obtida de banco de dados em escalas que inviabilizam a identificação real da rede hidrográfica. Neste sentido, a utilização de imagens de alta resolução aponta para uma alternativa positiva na obtenção de tais dados. Assim, o presente trabalho tem como objetivo utilizar imagens do satélite RapidEye para obtenção de dados hídricos como suporte na análise morfométrica da Bacia do Rio Coco.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na Bacia do Rio Coco, localizada na margem direita da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, no estado do Tocantins. A área da bacia é de aproximadamente 6.670 Km², subdivididos entre os municípios de Caseara, Marianópolis do Tocantins, Divinópolis do Tocantins, Monte Santo, Paraíso do Tocantins e Chapada de Areia.

É importante mencionar que para este trabalho a região que envolve a planície da bacia (denominados como lagos_coco na imagem abaixo) foi excluída da pesquisa por se tratar de um ambiente bastante heterogêneo, os quais não se enquadram na análise dos parâmetros morfométricos definidos no presente estudo, sendo assim, a área considerada para avaliação foi de 6.256,87 Km².

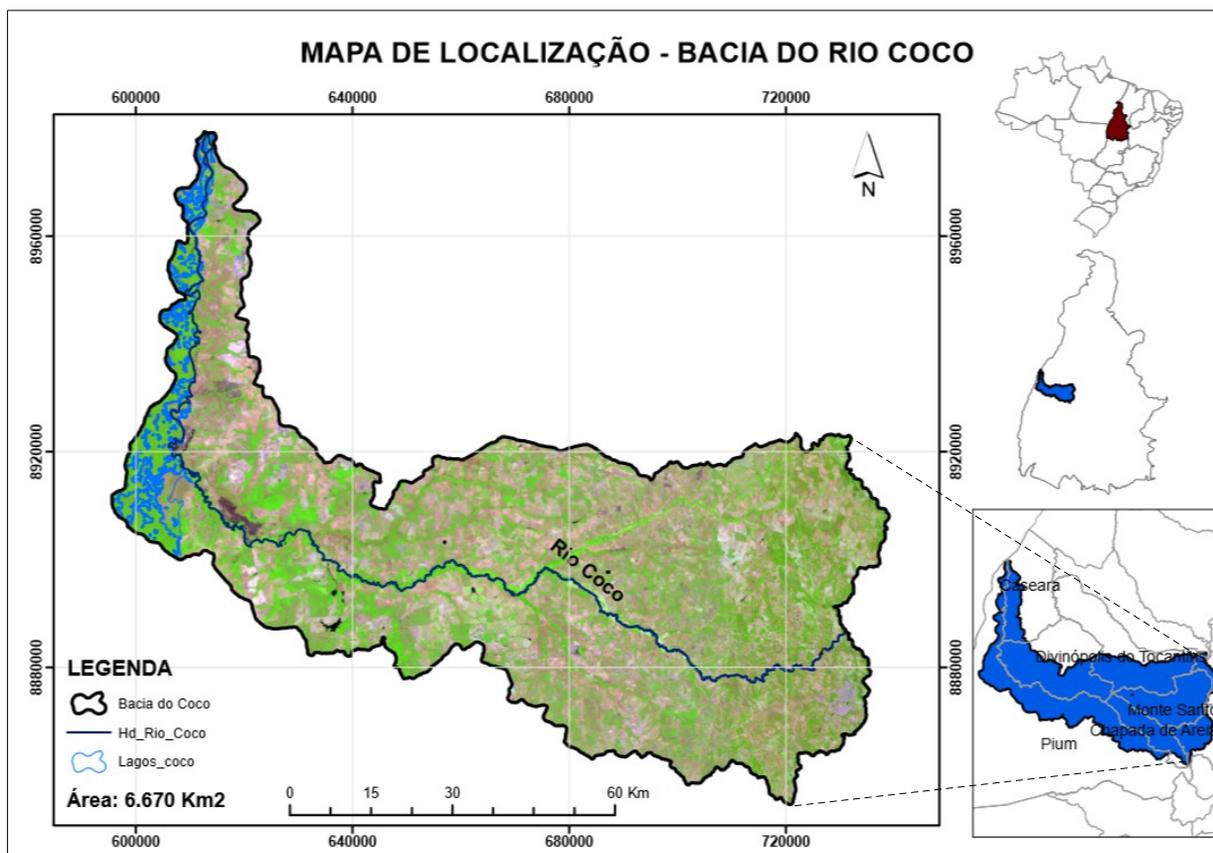


Figura 01 – Localização da Bacia do Rio Coco.

2.2 Metodologia

A aquisição dos atributos do relevo foi realizada a partir de dados do projeto Topodata, este oferece dados do Modelo Digital de Elevação (MDE), elaborados a partir do SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle), sendo a rede de drenagem obtida através da digitalização manual na escala 1:5.000, a partir de imagens do satélite RapidEye, datadas de setembro de 2011, utilizando o ArcGis 10.1.

Nas figuras abaixo é possível compararmos a hidrografia obtida através da digitalização manual com a hidrografia disponibilizada pela Secretaria de Planejamento do Estado do Tocantins (SEPLAN). Nota-se que a utilização de imagens de alta resolução (RapidEye) juntamente com a escala utilizada permitiu uma maior riqueza em relação a drenagem digitalizada, o que se torna de grande importância em trabalhos com bacias hidrográficas, principalmente no que diz respeito às características morfométricas.



Figura 02 – a) Hidrografia 1:100.000 (SEPLAN), b) Hidrografia digitalizada manualmente a partir de imagens RapidEye (1:5.000) e c) Sobreposição das hidrografias.

Utilizou-se a metodologia de Strahler (1952) para a hierarquização da rede de drenagem, onde os canais sem tributários, são considerados como de primeira ordem, dois canais de primeira ordem formam um canal de segunda ordem, dois canais de segunda ordem formam um de terceira ordem e, assim sucessivamente.

Os cálculos de área, perímetro, comprimento da bacia, comprimento do rio principal, comprimento dos cursos d'água, número de canais, declividade e hipsometria foram realizados no ArcGis 10.1. O programa também foi utilizado para a geração dos mapas apresentados no presente trabalho.

Os parâmetros morfométricos avaliados foram: amplitude altimétrica (Hm), declividade do rio principal, declividade da bacia, densidade de drenagem (Dd), densidade hidrográfica (Dh), índice de compacidade (Kc), índice de conformação ou fator de forma (F), índice de sinuosidade (Is), índice de rugosidade (Ir), índice de circularidade da bacia (Ic) e tempo de concentração (Tc).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 01 estão descritos os resultados obtidos a partir da análise morfométrica da Bacia do Rio Coco.

Tabela 01 – Resultados da análise morfométrica da Bacia do Rio Coco.

Características morfométricas	Resultados
Área de drenagem (A)	6.256,87 km ²
Perímetro (P)	613,39 km
Comprimento do Rio Principal	355,9 km
Comprimento dos Cursos d'água	7.544,46 km
Comprimento da Bacia	164,99 km
Índice de compacidade (Kc)	2,17
Índice de circularidade da bacia (Ic)	0,209
Índice de rugosidade (Ir)	667,57
Índice de sinuosidade (Is)	2,37
Tempo de concentração	41,87 h
Fator de forma (F)	0,229
Padrão de drenagem	Dendrítico
Altitude mínima	142,96 m
Amplitude altimétrica	554,22 m
Altitude máxima	697,18 m
Declividade do Rio Principal	0,97 m/km
Declividade da bacia	3,35 m/Km
Ordem da bacia (Strahler)	7°
Densidade de drenagem (Dd)	1,205 km/km ²
Densidade de hidrográfica (Dh)	2,642 canais/km ²

A área considerada para análise foi 6.256,87 km², com um perímetro de 613,39 Km. Esta apresentou um padrão de drenagem dendrítico, com uma densidade de drenagem de 1,205 Km/Km², similar ao encontrado por Oliveira et al. (2009, p. 56) de 1,54 Km/km² em um estudo realizado na bacia hidrográfica do Rio Cascavel na cidade de Guarapuava, Paraná e por Silva et al. (2010, p. 117) ao estudarem a Bacia de drenagem do Açude Soledade na Paraíba (1,5 Km/Km²). Este índice pode variar de 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5 km/km², ou mais, em bacias bem drenadas (VILLELA e MATTOS, 1975, p. 245), indicando, assim, que a bacia em estudo possui média capacidade de drenagem. Cardoso et al. (2006, p. 225) citam que esse parâmetro é uma importante indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia.

Os resultados obtidos para o índice de compacidade (2,17), fator de forma (0,229) e índice de circularidade (0,209) indicam que a Bacia Hidrográfica do Rio Coco apresenta-se como pouco susceptível a enchentes em condições normais de precipitação. Esses resultados sugerem que a bacia não possui uma forma circular, correspondendo, portanto, a uma bacia de característica alongada. Marinho Filho et al. (2013, p. 44) encontraram valores próximos aos registrados para Bacia do Rio Coco em estudos realizados na Bacia do Rio Formoso, encontrando índice de compacidade (1,95), fator de forma (0,21) e índice de circularidade (0,25). Cardoso et al. (2006, p. 244) citam que em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal. Um parâmetro que corrobora com os resultados acima é o tempo de concentração, o qual foi estimado em 41,87 horas, indicando baixa probabilidade de enchentes.

O índice de sinuosidade identificado para o Rio Coco foi de 2,37, segundo Stipp et al. (2010, p. 122), valores acima de 2,0 de sinuosidade é característico de uma rede de drenagem sinuosa, podendo haver acúmulo de sedimentos ao longo do canal, o que pode ser agravado pela ação antrópica.

Na Figura 03 é possível identificar as classes de declividades observadas ao longo da bacia, observa-se a predominância dos intervalos de 0 – 2,6% e 2,6 – 5,5%, demonstrando um relevo plano e suavemente ondulado, conforme a classificação da Embrapa (1979). Ressalta-se que foram identificadas a presença de declives superiores a 45%, sendo encontrado nas proximidades da Serra do Estrondo declives de até 73%, revelando a presença também de um relevo fortemente ondulado. É importante ressaltar que a Bacia do Rio Coco é muito extensa e apresenta um relevo bastante diversificado em toda sua extensão. Na região que abrange a bacia é possível notar tanto áreas acidentadas quanto áreas de planície, sinalizando uma necessidade de compartimentação da bacia para uma análise mais aprofundada.

No que diz respeito a hipsometria é possível observar o predomínio de elevações entre 142 a 201 m e 201 a 240 m, com altitudes variando de 142 m (mínima) a 697 m (máxima), o que justifica a elevada amplitude altimétrica identificada (554 m).

A rugosidade da bacia foi considerada forte ($I_r = 667,57$), esta tem relação direta com a amplitude altimétrica (554 m). Segundo Sousa e Rodrigues (2012, p. 142), elevados valores de rugosidade indicam acentuado escoamento superficial e também as ocorrências erosivas. Elesbon et al. (2011, p. 284) citam que a velocidade de escoamento de um rio depende da declividade dos canais fluviais. Assim, quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento e bem mais pronunciados e estreitos serão os hidrogramas de enchentes, indicando maiores variações de vazões instantâneas.

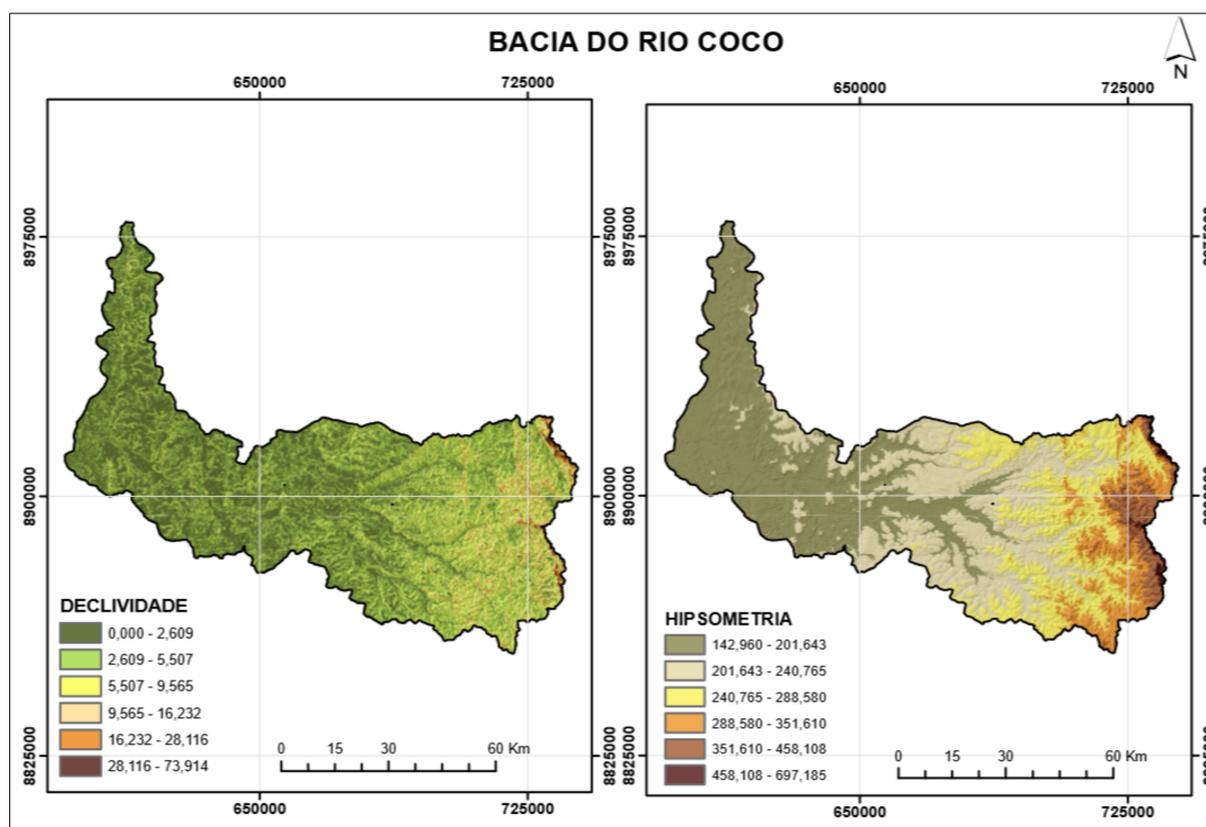


Figura 03 – Hipsometria e declividade da Bacia do Rio Coco.

Como pode ser observado na Figura 04 a Bacia do Rio Coco apresenta ao longo de sua extensão um adensamento variável da rede de drenagem, tem-se na região oeste da bacia (próxima das nascentes) um número significativo de canais, enquanto que nas demais áreas da bacia observa-se uma redução destes. Portanto, ao avaliar a bacia como um todo obteve-se uma densidade hidrográfica de 2,642 canais/km², ou seja, a cada quilômetro quadrado existe 2,642 canais.

No que diz respeito a hierarquia fluvial, a bacia pode ser classificada como de 7º ordem, conforme a classificação de Strahler (1952), sendo possível visualizar uma evolução da mesma de montante para jusante, onde a montante há a presença de um elevado número de canais de menores ordens e a jusante menores quantidades de canais e maior ordem fluvial.

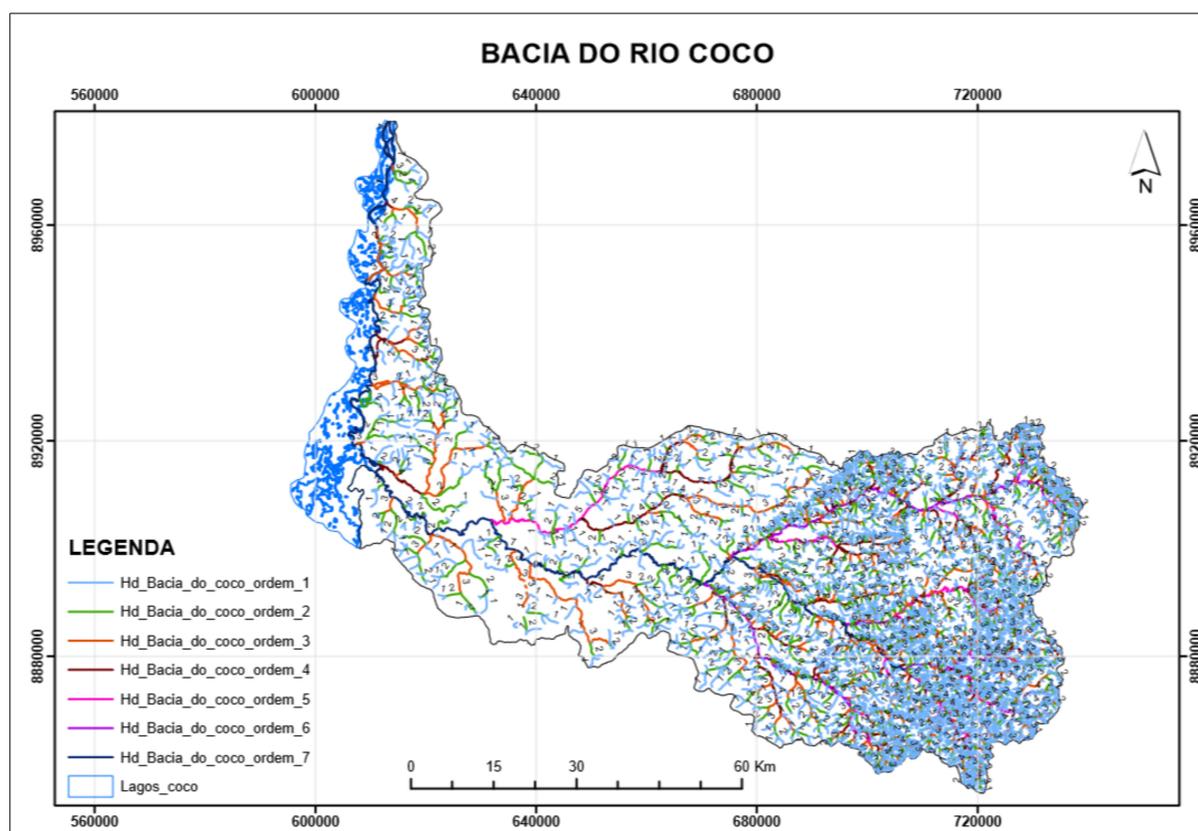


Figura 04 - Classificação dos cursos d'água conforme Strahler (1952).

4. Conclusões

A partir dos resultados obtidos observou-se que o uso de imagens de alta resolução (RapidEye) aliado a escala utilizada (1:5.000) foram bastante úteis para análise realizada, as quais possibilitaram um rico detalhamento da rede hidrográfica presente na bacia, o que é de suma importância em análises morfométricas.

No que diz respeito as informações derivadas da análise morfométrica, observou-se uma hierarquia fluvial para a Bacia do Rio Coco como de ordem 7 e um padrão de drenagem dendrítico, com média capacidade de drenagem (1,205 km/km²). O índice de compactidade (2,17), fator de forma (0,229) e índice de circularidade (0,209) sugerem pouca suscetibilidade a enchentes, porém, o índice de rugosidade calculado foi considerado forte (667,57), o que aliado ao relevo e a pedologia, tende a intensificar os processos erosivos na bacia.

Ressalta-se ainda que devido a grande extensão da bacia e sua diversidade de relevo recomenda-se a aplicação de parâmetros morfométricos nos seus diferentes compartimentos com vistas a uma análise mais aprofundada, uma vez que a mesma apresentou características heterogêneas ao longo de toda sua extensão.

Referências Bibliográficas

CARDOSO, C. A. C.; DIAS, H. C. T. SOARES, C. P. B. MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n.2, 2006. p. 244 e 245.

ELESBON, A.A.A.; GUEDES, H.A.S.; SILVA, D.D.; OLIVEIRA, I.C. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do braço norte do rio São Mateus – Brasil. **Revista Escola de Minas**, v.64, n.3, 2011. p. 284.

MACHADO, Ricardo Augusto Souza; LOBÃO, Jocimara Souza Britto; VALE, Raquel de Matos Cardoso; SOUZA, Ana Paula Mascarenhas Jesus. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais....** Curitiba (PR), 30 de abril a 05 de maio de 2011. p.1441.

MARINHO FILHO, Gilberto Milhomem; MACIEL, Girlene Figueiredo; DIAS, Ricardo Ribeiro; MAGALHÃES FILHO, Luiz Noberto Lacerda; REZENDE, Cláudia da Silva Aguiar; FIGUEIROA, Fernan Enrique Vergara; OLIVEIRA, Loester de Moura. Avaliação de características morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Formoso – TO. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 07, n. 1, jul. 2013. p. 38 e 44.

OLIVEIRA, E. D. CUNHA, M. C., VESTENA, L. R. THOMAZ, E. L. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cascavel, Guarapuava, Paraná. **ANALECTA**. Guarapuava, Paraná v.10 n. 2, jul./dez. 2009, p.56.

RODRIGUES, Flávia Mazzer; PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé; CAMPUS, Sérgio. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego da Fazenda Glória, Município de Taquaritinga, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, jul – set, 2008. p. 311.

SALLES, Moacir Mello. **O uso do SIG na análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio São João (MG)**. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte (MG), 2010. 04 p.

SILVA, Lucas; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana; ALMEIDA, Hermes Alves; COSTA FILHO, José Ferreira. Caracterização Geomorfométrica e Mapeamento dos Conflitos de Uso na Bacia de Drenagem do Açude Soledade. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 03, 2010. p. 113 e 117.

SOUSA, Flávio Alves; RODRIGUES, Sílvio Carlos. Aspectos morfométricos como subsídio ao estudo da condutividade hidráulica e suscetibilidade erosiva dos solos. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 11, n. 25, mai-ago, 2012. p. 142.

STIPP, Nilza Aparecida Freres; CAMPOS, Ricardo Aparecido; CAVIGLIONE, João Henrique. Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Taquara – uma contribuição para o estudo das ciências ambientais. **Portal da Cartografia**, Londrina v. 3 n. 1, 2010. p. 122. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia>.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, 1952. p. 1117 – 1142.

VESTENA, Leandro Redin; CHECCHIA, Tatiane; KOBAYAMA, Masato. Análise morfométrica e geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Caeté, Alfredo Wagner (SC). **Bol. geogr.**, Maringá, v. 29, n. 2, 2011. p. 94.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.