



USO DAS GEOTECNOLOGIAS PARA CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DE BACIA HIDROGRÁFICA: estudo de caso na bacia do rio Sana, afluente do rio Macaé, RHVIII – RJ

Wilmar Wan-De-Rey de Barros Junior¹

Vicente de Paulo Santos de Oliveira²

Jader Lugon Junior³

Ronald Rocha de Jesus⁴

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

O artigo tem como objetivo o uso das Geotecnologias como ferramenta para subsidiar os estudos hidrológicos com informações de caracterização fisiográfica de uma bacia hidrográfica. Para aplicação prática foi eleita a bacia do rio Sana como área de estudo, contribuinte do rio Macaé que representa um importante manancial para toda região. Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos utilizando o *software ESRI ArcGIS* e a partir de parâmetros morfométricos relacionados à forma da bacia, rede de drenagem e ao relevo local foram obtidos os valores dos principais indicadores fisiográficos da bacia de estudo como, coeficientes de compacidade e forma, índices de circularidade e de sinuosidade, densidade de drenagem, declividade e tempo de concentração.

Palavras-chave: Hidrologia; Sistema de Informações Geográficas; Sensoriamento Remoto.

¹Aluno do curso de doutorado em Modelagem e Tecnologia para Meio Ambiente Aplicadas em Recursos Hídricos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, wilmarwjr@gmail.com.

²Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, vicentepsoliveira@gmail.com.

³Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, jlugonjr@gmail.com.

⁴Aluno do curso de doutorado em Modelagem e Tecnologia para Meio Ambiente Aplicadas em Recursos Hídricos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, engenheironald@gmail.com.



INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são consideradas como unidade básica de gestão e planejamento por diversos autores e profissionais, são conceituadas como uma área delimitada pela topografia local e em seu interior os fenômenos se interagem de forma sistêmica facilitando o seu entendimento, como a drenagem que é realizada por um sistema de cursos d'água conectados direcionando para um ponto de descarga em comum (BARROS JUNIOR *et al.*, 2018).

A caracterização de uma bacia por parâmetros físicos ambientais possui um papel importante para compreensão de estudos hidrológicos, capaz de nos dar subsídios para entender fenômenos passados, avaliar impactos de futuras intervenções e desenvolvimento de simulações de eventos extremos. Nesse sentido a caracterização fisiográfica possibilita uma boa avaliação do regime hidrológico (MENDES *et al.*, 2017; ESPINOSA *et al.*, 2018).

Em estudos hidrológicos as geotecnologias são ferramentas essenciais para interpretações e análises necessárias em diversos trabalhos, através de dados orbitais (obtidos por meio de sensoriamento remoto) e softwares desenvolvidos em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) podemos obter informações que nos auxiliam de forma mais rápida e precisa (MENDES *et al.*, 2017; BARROS JUNIOR *et al.*, 2018).

Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo estimar índices físicos mais relevantes para caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Sana, localizada na Região Hidrográfica VIII do Estado do Rio de Janeiro (RHVIII-RJ), por meio de uso das geotecnologias, fornecendo dados que auxiliem na gestão e planejamento da mesma.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada a região noroeste do Estado do Rio de Janeiro (RJ), limitando-se pelas coordenadas geográficas dos paralelos de latitude sul 22°13'23" e



22°22'10" e os meridianos de longitude oeste 42°08'08" e 42°15'57", valores cotados em Datum Sirgas 2000.

No âmbito da gestão dos recursos hídricos a bacia hidrográfica do rio Sana está inserida na RHVIII-RJ, abrangendo o distrito do Sana, pertencente ao município de Macaé no RJ. Suas águas contribuem para rio Macaé um importante manancial a nível nacional, pois além de uso para abastecimento humano, suas águas abastecem boa parte das empresas petrolíferas instaladas na região (BARROS JUNIOR et al., 2018).

O ambiente se caracteriza por escarpas serranas e conta com relevantes fragmentos de Mata Atlântica sob influência da Serra do Mar. Até os anos 70 a região teve uma forte exploração da agricultura cafeeira, sendo que nos dias atuais está prevalecendo a pecuária e devido a sua localização e recursos naturais a região apresenta como um potencial ao desenvolvimento turístico (CBH MACAÉ/OSTRAS, 2012).

MATERIAIS

Os materiais utilizados nessa pesquisa foram:

- Imagem de radar do sensor *ALOS/PALSAR*, Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial 12,5m. Cena ALPSRP271316730, orbita absoluta 27131 (disponibilizada pelo *Geophysical Institute of the University of Alaska Fairbanks*);
- Base cartográfica da área de estudo em formato *shapefile* (Disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE);
- *Software ESRI ArcGIS* versão 10.6 (licença individual para uso pessoal do autor);
- Computador Laptop – Processador Intel i7 Quad Core 1,80 GHz, SSD 250 GB, Memória RAM 8,0 GB, Interface Gráfica *NVIDIA GT 740M* 2,0 GB (uso pessoal do autor).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho é fundamentado por ferramentas de geoprocessamento em ambiente de SIG, tendo como dados primários produtos de sensoriamento remoto. Inicialmente



determinou-se a área de estudo e em seguida deu-se a aquisição de materiais que permitem o levantamento de informações físicas ambientais de caracterização fisiográfica.

Para delimitação da bacia hidrográfica em estudo foram adotados os métodos apresentados por Sabino *et al.* (2017) e Baye (2020), adaptados para o seguinte processo a partir das ferramentas do *ArcToolbox* e tendo o MDE como dado de entrada. Na Figura 1 é apresentado o roteiro metodológico.

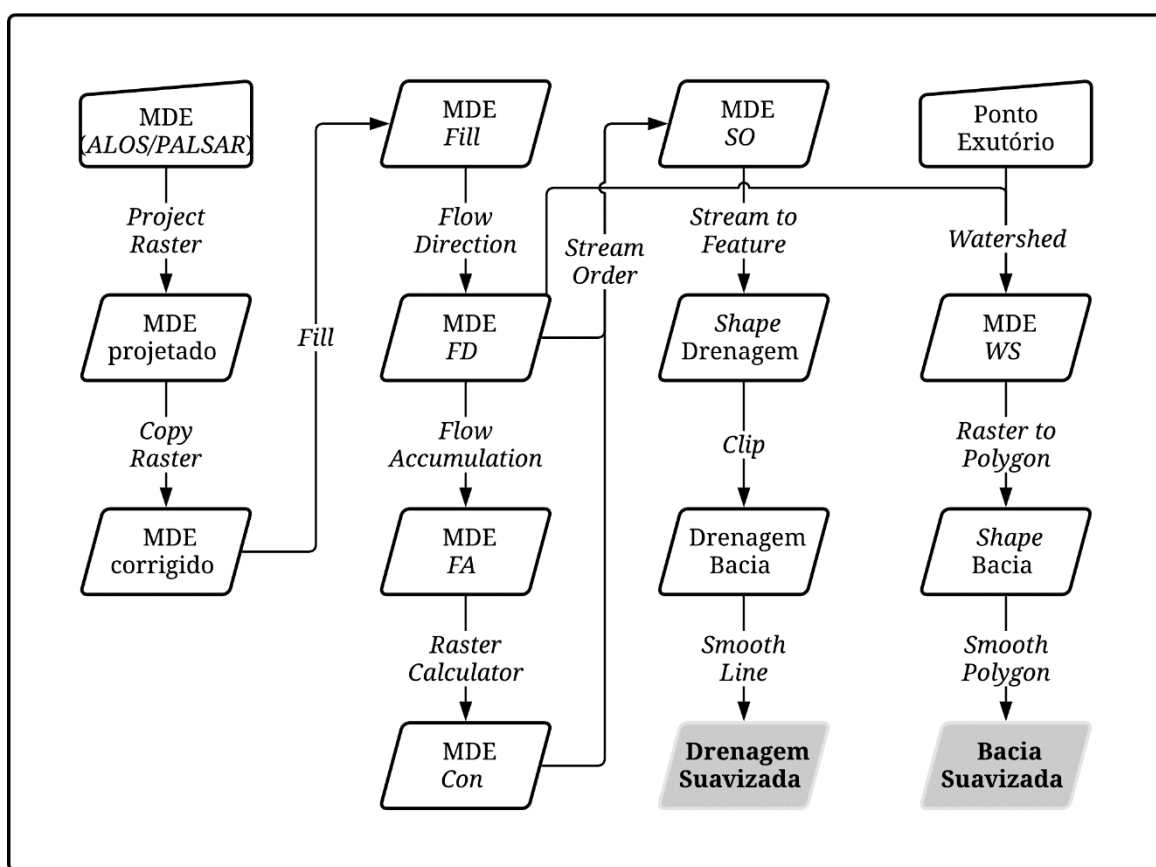


Figura 01: Roteiro metodológico para delimitação da bacia hidrográfica.

As informações para determinação dos valores da caracterização fisiográfica foram obtidas através de ferramentas próprias do *software ESRI ArcGIS* como parâmetros morfométricos relacionados à forma da bacia, rede de drenagem e ao relevo local. A partir desses fatores foram estimados os demais indicadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a execução dos procedimentos metodológicos em SIG foi possível inferir os primeiros resultados, como a delimitação da bacia hidrográfica do rio Sana e sua rede drenagem, como pode ser observado na Figura 2.

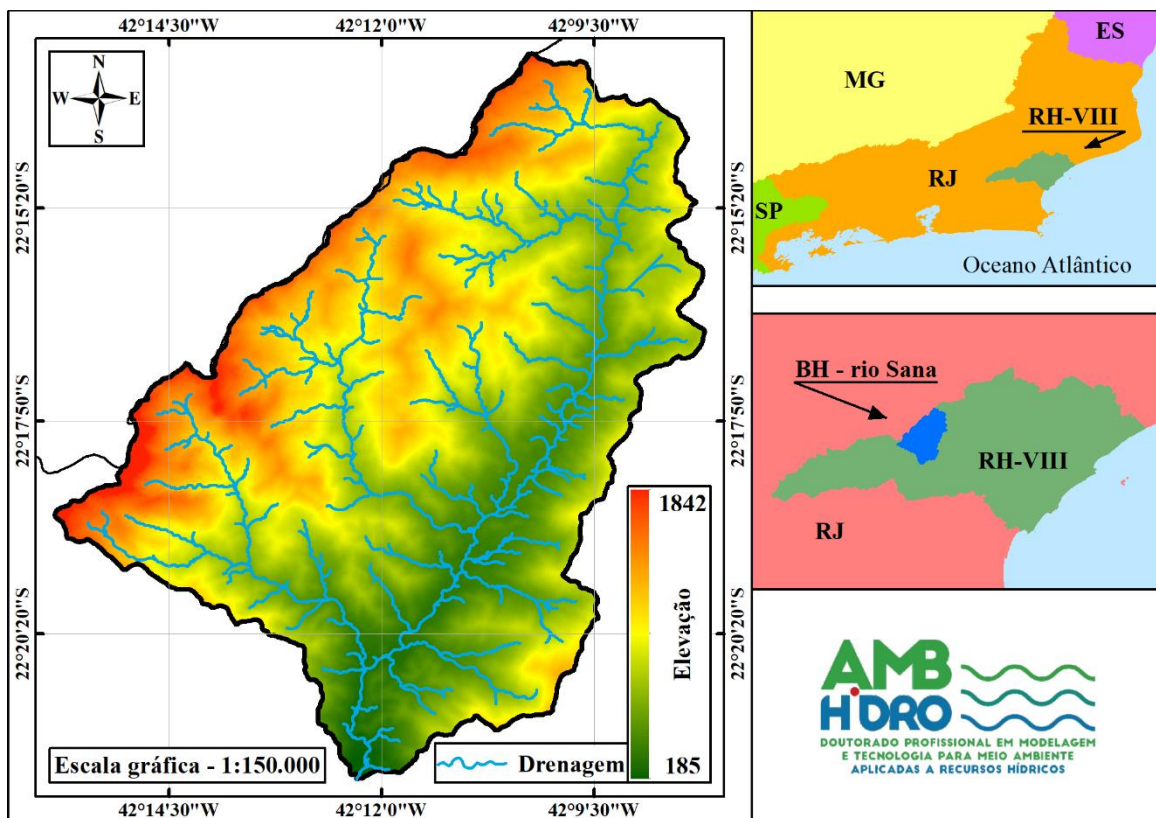


Figura 02: Mapa resultante da delimitação da bacia do rio Sana.

As ferramentas disponíveis na plataforma possibilitaram o levantamento de informações capazes de estimar os valores para os principais parâmetros utilizados na caracterização fisiográfica de bacias hidrográficas, e a partir desses podemos determinar os demais indicadores utilizados nessa pesquisa, como apresentado na Tabela 1.

Dessa forma, a bacia hidrográfica do rio Sana se apresenta com uma área planimétrica de 108,3146 km², perímetro total de 51,8871 km e comprimento axial de 16,1214 km. O curso d'água principal tem o fluxo direcionado no sentido de norte para o sul, percorrendo um caminho de 22,0278 km da sua nascente até o exultório da bacia,

enquanto o somatório de todos os cursos d'água ou comprimento da malha hídrica perfazem 170,3343 km de drenagem.

Tabela 01: Resultados das características fisiográficas

Parâmetros para a bacia do rio Sana	Valores estimados
Área planimétrica (A)	108,3146 km ²
Perímetro (P)	51,8871 km
Extensão do rio principal (L)	22,0278 km
Comprimento axial da bacia (L _{ax})	16,1214 km
Comprimento da malha de drenagem (ΣL)	170,3343 km
Ordem da bacia (Strahler)	5*
Coefficiente de compacidade (K _c)	1,3959*
Fator de forma (K _f)	0,4167*
Índice de circularidade (I _c)	0,5057*
Índice de sinuosidade (I _s)	1,5494*
Densidade de drenagem (D _d)	1,5725 km/km ²
Declividade total (D _t)	0,0474 m/m
Tempo de concentração – Kirpich (T _c)	139,54 min

* Parâmetro adimensional.

Quanto a classificação do grau de ramificação dos cursos d'água, adotou-se o método proposto por Strahler (1957), onde o canal sem tributário é declarado de primeira ordem e na confluência de outro de mesma ordem, o canal seguinte soma 1 grau em sua ordem e seguindo essa lógica por toda malha hídrica. Dessa forma, atribuindo o grau 5 para bacia do rio Sana.

Analisando os valores de K_c e K_f pode se concluir que a bacia possui uma susceptibilidade a cheias de forma moderada, pois de acordo com Pereira *et al.* (2019) os valores de K_c próximos a 1,0 e K_f menores são associados ao risco de inundações. Este fato se confirma ao analisar o I_c, que se encontra com um valor intermediário entre o formato circular ou alongado da bacia.

De acordo com Soares e Galvêncio (2020), o valor de I_s sugere que rio Sana tem

um formato de transição entre tortuoso e retilíneo com trechos regulares e irregulares, enquanto o indicador D_d também se encontra com valor intermediário entre uma drenagem boa e regular para toda a bacia. O parâmetro D_t está relacionado com a concentração da precipitação nos cursos de drenagem, ou seja, relacionando diretamente com T_c , onde indica que a precipitação percorre o toda a bacia em aproximadamente em 140 minutos.

CONCLUSÕES

Nos estudos hidrológicos é fundamental que seja conhecidos os parâmetros físicos ambientais que caracterizam uma bacia hidrográfica, nesse sentido as aplicações computacionais desenvolvidas em ambiente SIG constituem ferramentas importantes para a obtenção de informações que subsidiam o desenvolvimento dos trabalhos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecemos ao Instituto Federal Fluminense, Campus Centro, pelo suporte, por meio do programa de Pós-graduação em Modelagem e Tecnologia para Meio Ambiente Aplicadas em Recursos Hídricos.

REFERÊNCIAS

BARROS JÚNIOR, W. W.; SILVA, J. A. F.; LUGON JÚNIOR, J.; MOREIRA, M. A. C.; SANTOS, L. F. U. Análise da paisagem com o uso de geotecnologias: uma proposta metodológica para o planejamento territorial da Região Hidrográfica VIII-RJ. **Revista de Geociências do Nordeste**, Caicó, v. 4, n. Esp., p. 166-190, 2018.

BAYE, M. Watershed Delineation by Arc Hydro Tools. **International Journal Of Science And Research**, v. 9, n. 5, p. 956-961, 2020.

CBH MACAÉ/OSTRAS: Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras. **Elaboração do plano de recursos hídricos da região hidrográfica Macaé e das Ostras: Relatório de caracterização da região hidrográfica Macaé e das Ostras**. Macaé: 2014. 212 p.



ESPINOSA, M. B.; ARAUJO, R. A.; FARIAS, S. L.; CENTURIÃO, T. D.; ALMEIDA, I. K. Caracterização fisiográfica da Bacia Hidrográfica localizada no município de Russas/CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 16., 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ABGE, 2018. p. 1-10.

MENDES, L. S.; CARVALHO, H. P.; MENDES, N. G.; MORAES, M. R. B. Caracterização fisiográfica da Bacia Hidrográfica experimental do Córrego Água Vermelha. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Abrh, 2017. p. 1-8.

PEREIRA, L. C. F.; BRITO, G. H. M.; VESPUCCI, I. L.; ROCHA, I. J. F. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio dos Patos, GO. **Ipê Agronomic Journal**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 4-13, jun. 2019. <http://dx.doi.org/10.37951/2595-6906.2019v3i1.4319>.

SABINO, H.; VASQUES, G.; DART, R.; HERNANI, L. C. Delimitação de microbacias hidrográficas a partir de um ponto de exutório específico (POUR POINT) utilizando dados SRTM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17., 2017, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: Unicamp, 2017. p. 941-946.

SOARES, G. A. S.; GALVÍNCIO, J. D. Uso do LiDAR para avaliar os padrões hídricos de bacias em áreas urbanas: Caracterização fisiográfica da bacia do Rio Beberibe- PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 7, p. 3659-3674, 2020.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions, American Geophysical Union**, [S.L.], v. 38, n. 6, p. 913, 1957. <http://dx.doi.org/10.1029/tr038i006p00913>.