

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE DE RIACHO DA CRUZ/ RN

André Silas de Lima

Graduando em Ciência e Tecnologia pela Universidade Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Pau dos Ferros, RN.
silas.portalegre@gmail.com;

Lourynny Hélia de Lima Costa

Bacharel em Ciência e Tecnologia pela UFERSA, graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, campus Pau dos Ferros, RN. lhclora@gmail.com;

Joel Medeiros Bezerra

Professor Adjunto A da UFERSA, CMPF, DETEC, Campus Pau dos Ferros, RN.
joel.medeiros@ufersa.edu.br.

GT 02. GESTÃO E MEIO AMBIENTE NO SEMIÁRIDO

Resumo:

A Microbacia Hidrográfica do Açude de Riacho da Cruz (MHARC) está locada na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, no Rio Grande do Norte, envolvendo seis municípios do Alto Oeste Potiguar, estando situada numa região semiárida do nordeste brasileiro. A MHARC tem importante papel no abastecimento das populações dos municípios de Riacho da Cruz, Viçosa e Portalegre, como também na economia da associação de pescadores existente no município de Riacho da Cruz, pois é responsável pelo acúmulo das águas para o manancial do Açude de Riacho da Cruz. Diante desta realidade, este trabalho teve como objetivo realizar o levantamento morfométrico da MHARC de forma a caracterizar o relevo, a geometria da bacia vertente, a drenagem, tal como esses fatores interferem no comportamento hidrológico da microbacia. Para delimitação da MHARC foi utilizado o QGIS 2.14 Ltr, um SIG gratuito de linguagem aberta, com auxílio do plugin GRASS, o qual possibilitou realizar análises hidrológicas e morfométricas, como também foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do TOPO DATA fornecido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Pelas características analisadas foi possível observar que a MHARC não tem propensão a enchentes em condições normais de precipitação, devido às características topográficas encontradas ela tem propensão a um bom escoamento superficial e tem uma rede de drenagem regular endorreica, com escoamento global dendrítico.

Palavras-chave: Hidrologia; Planejamento territorial; Levantamento; Geoprocessamento.

1. Introdução

O estudo morfométrico de bacias hidrográficas é definido como a análise quantitativa das relações entre a fisiografia da bacia e a sua dinâmica hidrológica. A análise de parâmetros morfométricos tem grande importância nesses estudos, pois por meio da abordagem quantitativa, pode-se ter uma melhor noção do comportamento hidrológico, uma vez que, os parâmetros

(83) 3322.3222

contato@erespp.com.br

www.erespp.com.br

morfométricos são bons indicadores da capacidade de escoamento superficial (NUNES et al., 2006).

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, dentre outros) e do tipo da cobertura vegetal (LIMA, 1986).

A área da bacia hidrográfica, por exemplo, tem influência sobre a quantidade de água produzida como deflúvio. A forma e o relevo, no entanto, atuam sobre a taxa ou sobre o regime dessa produção de água, assim como sobre a taxa de sedimentação. O caráter e a extensão dos canais (padrão de drenagem) afetam a disponibilidade de sedimentos, bem como a taxa de formação do deflúvio (LIMA, 1986).

Ressalta-se ainda, que as características físicas e bióticas, principalmente àquelas relacionadas com a cobertura vegetal do solo desempenham importante papel nos processos relacionados à fase terrestre do ciclo hidrológico, influenciando, dentre outros, a infiltração, a evapotranspiração e os escoamentos superficial e subsuperficial e a quantidade de água produzida como deflúvio.

A delimitação de bacias hidrográficas a partir de imagens de satélites também é possível, entretanto, sua maior ou menor precisão vai depender, não só do tamanho da bacia a ser mapeada, como, principalmente, da qualidade e riqueza de informações da imagem considerada. O uso do computador e dos Sistemas de Informações Geográficas permite uma exploração mais exaustiva das informações levantadas sobre a área de estudo e sua combinação é capaz de gerar mapas interpretativos, sob a demanda de usos concretos (FERRAZ & VETTORAZZI, 1998)

As bacias hidrográficas apresentam uma variedade infinita de formas geométricas, que supostamente refletem o comportamento hidrológico da bacia, sendo que quando apresentada em um plano, apresenta a forma geral de uma pera, que é a mais comum. Em geral as formas de superfície de uma bacia côncava, determinando a direção geral do escoamento dos rios que compõem a bacia hidrográfica (GREGORY & WALLING, 1973).

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas é de grande importância para estudos ambientais, principalmente quando o ambiente em questão está sofrendo alterações em seus cursos d'água, pois eles desempenham papéis importantes dentro do ecossistema (PINTO JÚNIOR & ROSSETE, 2005).

No município de Riacho da Cruz, localizado na região Oeste do estado do Rio Grande do Norte, a bacia hidrográfica mais importante é a do rio Apodi-Mossoró, a qual é integrada por várias sub-bacias e/ou microbacias, dentre as quais está a microbacia do Açude de Riacho da Cruz. Sendo essa a principal microbacia que contribui na drenagem dos deflúvios para o açude de Riacho da Cruz, o qual é considerado um manancial, dispendo de reservas de água para captação voltada ao abastecimento público nos municípios de Riacho da Cruz, Viçosa e Portalegre. O manancial tem sofrido processo de transformação mediante períodos prolongados de estiagem, associados com as modificações de uso e ocupação do solo.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou delimitar de forma automática, tal como analisar a morfometria da microbacia hidrográfica do Açude Riacho da Cruz/RN, por meio de análise e interpretação de dados digitais de elevação, com seu processamento em SIG.

2. Materiais e métodos

2.1. Caracterização da área

A pesquisa foi realizada na microbacia hidrográfica do Açude de Riacho da Cruz, com exutório no açude público de Riacho da Cruz, localizado no município de Riacho da Cruz, na região Oeste do estado do Rio Grande do Norte (**Figura 1**), contida na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, que tem cerca de 14.276 km².

A microbacia em estudo está locada numa região em que as condições de semiaridez são predominantes, a qual em quase toda a sua extensão apresenta classificação climática de clima quente e semiárido, com estação chuvosa podendo atrasar para o outono (SOUSA et al., 2011).



Figura 01: Localização do município de Riacho da Cruz/RN.

Fonte: Google maps, 2017.

A bacia hidrográfica do Açude Riacho da Cruz foi escolhida para estudo devido ao fato de arredores conterem uma inúmera quantidade de pequenas propriedades rurais em plena atividade agrícola e pecuária. Além de estar sob pressão antrópica da expansão urbana destes municípios. Além de do fato de estar inserida na bacia hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró e a microbacia comportar um manancial de extrema importância local.

2.2. Análise morfométrica

A análise morfométrica da bacia hidrográfica foi realizada a partir das características geométricas, de relevo, e das características da rede de drenagem, sendo realizada através de cartas temáticas geradas a partir de imagens raster do Modelo Digital de Elevação (MDE) derivado da imagem SRTM, sendo utilizadas as folhas do TOPO DATA 05S39_ZN e 06S39_ZN correspondente a área da MHARC. Sendo utilizados os recursos computacionais e analíticos do Sistema de Informação Geográfica (SIG) através do software gratuito - QGIS 2.14 Ltr, o qual se trata de um software livre e aberto. Também foi utilizado como ferramenta de apoio para obtenção dos mapas o software Google Earth, auxiliando na identificação do ponto de exutório.

No software foi feito um mosaico que projetou a geometria das coordenadas planas no Datum SIRGAS 2000, zona 24S, onde o processamento foi realizado utilizando-se o plugin GRASS. No plugin foi utilizado o comando *r.watershed* para extração da rede de drenagem de forma quase automatizada, como também, a direção escoamento das vertentes. Em seguida, foi utilizado do comando *r.water.outlet* para delimitação da microbacia de forma automática com base nas coordenadas do exutório. Após a delimitação converteu-se o raster da bacia e o da rede de drenagem para vetor utilizando o comando *r.to.vect*.

Através desse sistema foi possível realizar a delimitação da microbacia hidrográfica, através de alguns passos, em que, na sua caracterização geométrica foram determinados a área, o perímetro, o fator de forma (Ff), o coeficiente de compacidade (Kc), o índice de circularidade (IC), a densidade hidrográfica (Dh), o número de canais por ordem de Strahler, o qual devido a limitação do módulo do GRASS teve-se que realizar manualmente tal hierarquização fluvial, além da determinação do comprimento do eixo da bacia, em que foram determinados através das seguintes equações (**Tabela 01**):

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		Equação
Área de drenagem (A)	Área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos (km ²)	A
Perímetro da bacia (P)	Linha imaginária que delimita a bacia através de um divisor de águas principal (km)	P
Fator de forma (F _f)	Em que: A é a área de drenagem da bacia (km ²) e L o comprimento do curso d'água principal da bacia (km). Sendo avaliado conforme Villela e Mattos (1975).	$K_f = \frac{A}{L^2}$
Coefficiente de compacidade (K _c)	Relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de uma circunferência de área igual à da bacia, em que quanto mais próximo de 1, mais circular será a bacia e maior será sua capacidade de proporcionar grandes cheias (MELLO & SILVA, 2013).	$K_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$
Índice de circularidade (I _c)	Tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a bacia tende a forma alongada (TONELLO et al., 2006).	$I_c = \frac{12,57A}{P^2}$
CARACTERÍSTICAS DO RELEVO		
Altitudes máxima e mínima da microbacia e maior e menor altitude do canal principal (H _{min} ; H _{máx} ; HC _{máx});	As altitudes foram expressas em metros.	H _{min} ; H _{máx} ; HC _{máx} ; HC _{min} ;
Amplitude altimétrica (ΔH)	Diferença entre as altitudes máxima e mínima ocorrentes na bacia.	ΔH = H _{máx} - H _{min} ;
Declividade média da bacia (I)	Em que: I é a declividade média da bacia (%); D a equidistância vertical entre as curvas de nível (km); CN o comprimento total das curvas de nível (km), conforme Mello & Silva (2013)	$I = \frac{D}{A} \left(\sum_{i=1}^n CN_i \right) 100$
Declividade do curso d'água principal – álveo (I _{eq})	Em que: I _{eq} é a declividade equivalente (m km ⁻¹); ΔH a amplitude altimétrica do curso d'água principal (m); e L é o comprimento do curso d'água principal (km), utilizado por Bezerra et al. (2015).	$I_{eq} = \frac{\Delta H}{L}$
CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DRENAGEM		
Comprimento do curso d'água principal (L):	Geralmente é expresso em km.	L
Rede de drenagem (Rd)	Somatório dos comprimentos (em km) de todos os cursos d'água de uma bacia hidrográfica, sejam eles: perenes, intermitentes ou efêmeros – da bacia hidrográfica.	$Rd = \sum Li$
Densidade de drenagem (Dd)	Em que: Dd é a densidade de drenagem (km/km ² ou m/ha), Rd a rede de drenagem (km ou m) e A é a área de drenagem da bacia (km ² ou em ha). Sendo classificado conforme Beltrame (1994).	$Dd = \frac{Rd}{A}$
Ordem dos cursos d'água	Utilizou-se neste trabalho a classificação apresentada por Strahler (1957)	-
Extensão média do escoamento superficial (C _m)	Relaciona a densidade de drenagem da bacia hidrográfica com o comprimento médio lateral da rede de drenagem.	$C_m = \frac{1}{4 \cdot D_d}$
Tempo de Concentração (T _c)	é o tempo de percurso da água precipitada desde o ponto cinematicamente mais afastado da bacia hidrográfica até a secção de referência. O tempo de concentração (minutos) será calculado pela fórmula de Kirpich Modificada, expressa por Rodrigues et al. (2016). ΔH é a diferença de cotas nas extremidades do dreno principal.	$\tau_c = 85,2 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,395}$
Índice de Sinuosidade (Sin)	Relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (VILLELA & MATTOS, 1975).	$Sin = \frac{L}{L_t}$

Tabela 01: Características morfométricas, de relevo e de rede de drenagem.

A **Tabela 02** demonstra os valores de referência para classificação da densidade hidrográfica, indicando a capacidade de gerar novos cursos d'água.

Dh (*N1/km ²)	Denominação
< 3	Baixa
3 – 7	Média
7-15	Alta
>15	Muito Alta

Tabela 02: Classificação da densidade hidrográfica (Dh) de bacias.

*N1 = Comprimento dos rios de primeira ordem conforme Strahler (1952).

Fonte: Lollo (1995).

Já a **Tabela 03** apresenta os valores de referência para classificação da densidade drenagem, estando relacionado com a infiltração e a estruturação dos canais.

Dd (*N1/km ²)	Denominação
< 0,5	Baixa
0,51 – 2	Média
2,01 – 3,5	Alta
>3,5	Muito Alta

Tabela 03: Classificação da densidade de drenagem (Dd) de uma bacia

Fonte: Beltrame (1994).

2.3. Resultados e discussão

A microbacia é formada pelo território de seis municípios do Alto Oeste Potiguar, sendo: Martins, Portalegre, Riacho da Cruz, Serrinha dos Pintos, Umarizal e Viçosa (**Figura 02**).

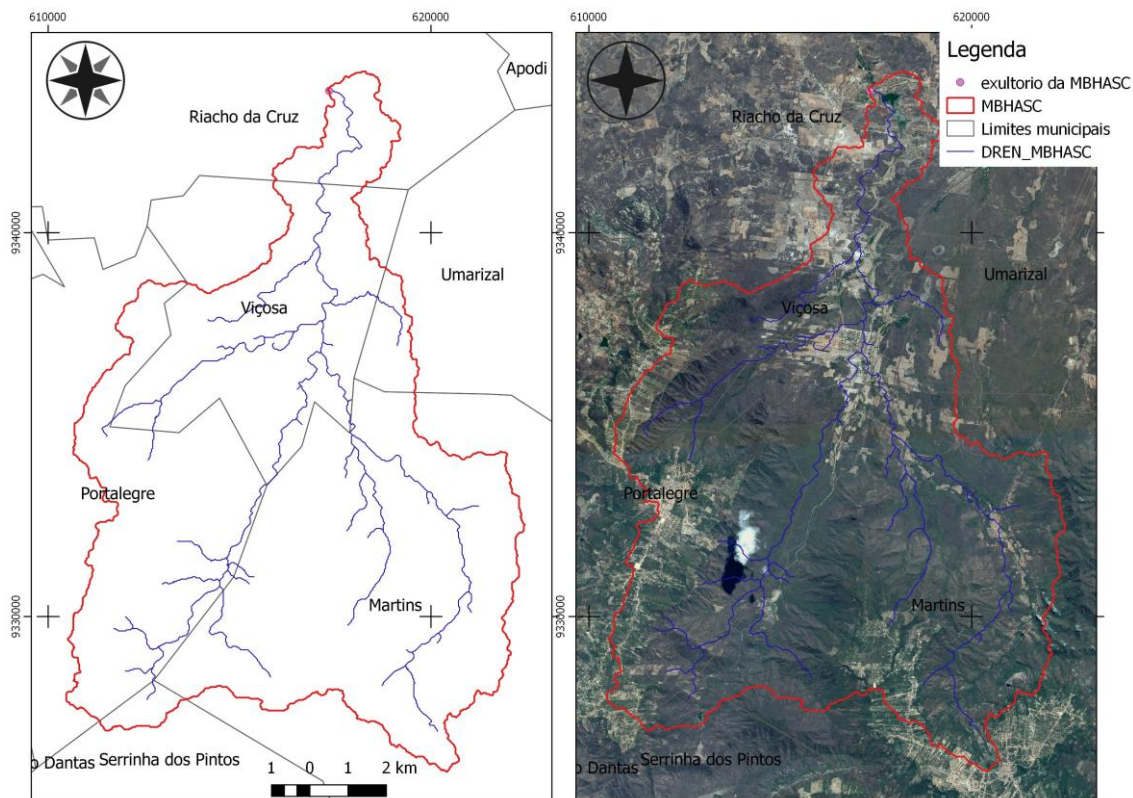


Figura 02: Divisão territorial dos municípios que constituem a microbacia do açude do Riacho da Cruz.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Ao se utilizar o SIG QGIS foi possível gerar distintos dados necessários para delimitação automática da microbacia do açude do Riacho da Cruz, e conseqüentemente, sendo possível determinar e extrair os parâmetros morfométricos expostos anteriormente, sendo assim representado os seus valores na **Tabela 04**.

		Unidades		
Geométricas	Área da Bacia	A	Km ²	124,49
	Perímetro	P	Km	68,93
	Coeficiente Compacidade	K_c	-	1,73
	Fator de Forma	K_f	-	0,21
	Índice de Circularidade	I_c	-	0,34
Relevo	Maior altitude da bacia	$H_{máx}$	m	729,99
	Maior altitude do canal principal	$HC_{máx}$	m	705,23
	Menor altitude da bacia	$H_{mín}$	m	156,31
	Menor altitude do canal principal	$HC_{mín}$	m	170,87
	Amplitude altimétrica	ΔH	m	573,68
	Declividade média da bacia	I	%	16,84
	Declividade do curso d'água principal	I_{eq}	m/Km	23,56
Gradiente de canais	G_c	m/Km	29,98	

Rede de Drenagem	Ordem da bacia	-	Ordem	4ª
	Número Total de Drenos	N	Und	141
	Comprimento do curso d'água principal da bacia	L_c	Km	24,35
	Comprimento do Talvegue	L_t	Km	16,92
	Índice de Sinuosidade	I_s	-	1,439
	Rede de drenagem	R_d	Km	81,78
	Densidade de drenagem	D_d	Km/Km ²	0,66
	Densidade da Rede de Drenagem	D_r	Km/Km ²	1,13
	Extensão média do escoamento Superficial	C_m	Km	0,38
	Tempo de Concentração	t_c	min	1446,18

Tabela 04: Características morfométricas da micro-bacia hidrográfica do Açude de Riacho da Cruz/RN.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

De acordo com os dados apresentados na **Tabela 04**, acima, pode-se constatar os seguintes resultados, em relação às características:

- **Geométricas**

A microbacia apresenta uma geometria com coeficiente de compacidade (K_c) de valor igual a 1,73, sendo que esse valor é maior que 1,50 valor padrão para análise de proporções a enchentes. Assim, a mesma não está propensa a grandes enchentes em condições normais de precipitação, excluindo-se eventos de intensidades anormais. Tal fato pode ainda ser comprovado pelo valor encontrado para o fator de forma (K_f) que é igual a 0,21, que segundo Villela & Mattos (1975) quanto mais próximo de um (1) maior a propensão à enchentes, pois, a bacia fica cada vez mais próxima de um quadrado e com maior concentração do fluxo.

E pode-se comprovar também de acordo com o I_c (0,34), que a microbacia tem proporções medianas a propensão a grandes enchentes, por ser menor que 0,51, indicando que a bacia tende a ser mais alongada em relação a nascente com sua foz, contribuindo para o processo de escoamento (SCHUMM, 1956).

- **Relevo**

A microbacia apresenta altitude máxima de 729,993 m e a mínima de 156,308 m, respectivamente (**Figura 03**). Já, o valor encontrado para a amplitude altimétrica (H_m) foi de 573,685 m. Logo, a microbacia possui relevo montanhoso, influenciando na quantidade de radiação que a bacia hidrográfica recebe e, conseqüentemente, na evapotranspiração, na temperatura e na precipitação (TONELLO et al., 2006). O resultado para a declividade do curso d'água principal (Relação de relevo, R_r) na microbacia indica o favorecimento do escoamento superficial.

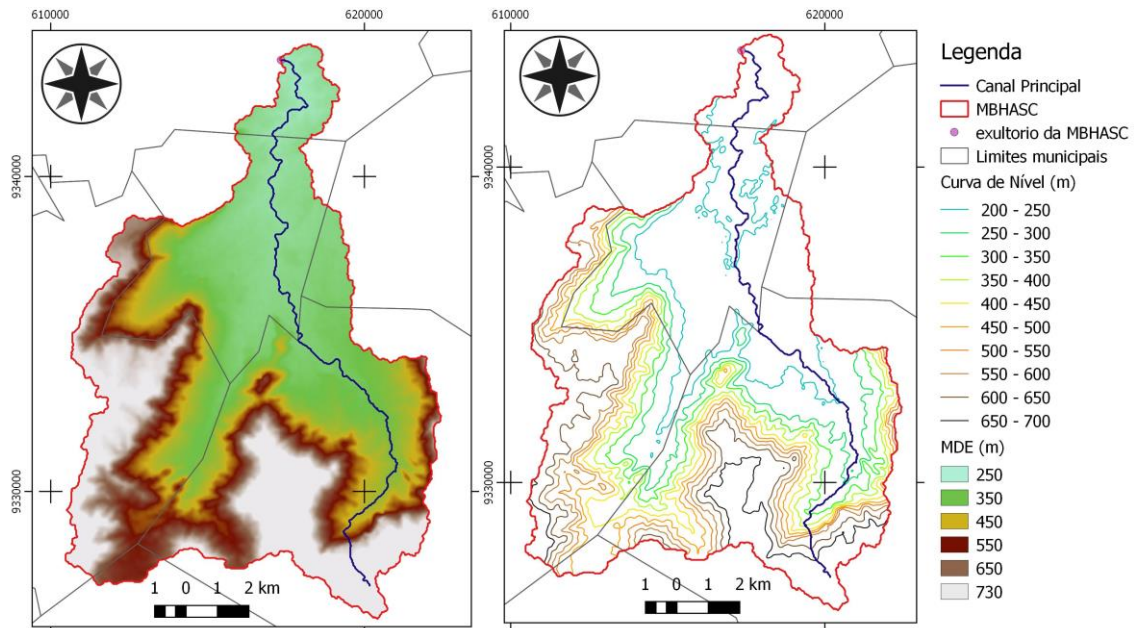


Figura 03: Mapa hipsométrico da microbacia hidrográfica e curvas de nível do Açude de Riacho da Cruz/RN.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

- **Rede de Drenagem**

A ordem dos cursos d'água da bacia foi determinada utilizando-se a metodologia descrita por Strahler (1952), em que os canais sem tributários são denominados de primeira ordem, os canais de segunda ordem são originados na confluência de canais de primeira ordem, os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, os canais de quarta ordem são originados da confluência de dois canais de terceira ordem e assim sucessivamente. Dessa forma, quanto maior a ordem da bacia, maior será a ramificação do sistema de drenagem, sendo a bacia estudada de ordem 4 (**Figura 04**).

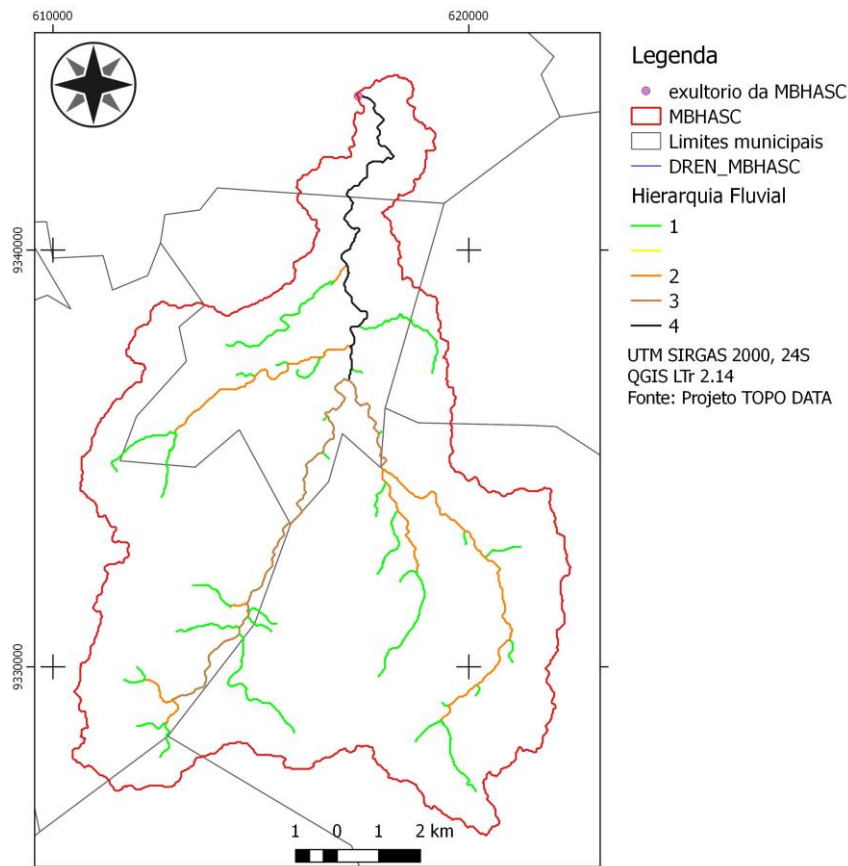


Figura 04: Rede de drenagem da microbacia hidrográfica do Açude de Riacho da Cruz/RN

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

O índice de sinuosidade (I_s) encontrado foi de 1,439 os quais indicam que os canais de drenagem desta microbacia não têm forma retilínea, mas também, não podem ser considerados como sinuosos, ou seja, os canais têm uma forma transitória.

A densidade de drenagem, que é uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica das bacias hidrográficas, representa o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressa a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas (CHRISTOFOLETTI, 1981). Sabendo que seu valor obtido foi de 0,67 Km/Km², comparando esse valor com a **Tabela 03** de Beltrame (1994), tem-se uma média quantidade de infiltração e uma média estruturação dos canais.

Quanto a densidades de rede de drenagem, foi obtido um valor de 1,132, fazendo uma relação com a classificação da densidade hidrográfica em faixas de valores de Lollo (1995) esquematizado na **Tabela 02**, essa microbacia terá uma baixa capacidade de gerar novos cursos d'água.

Ao se analisar a **Figura 04** também é possível perceber que a microbacia é endorréica e tem o sistema de drenagem dendrítico. Que segundo Trindade, Capoane e Filho (2004) endorréica é quando as drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar, desembocado em lagos ou dissipando-se nas areias do deserto, ou perdendo-se nas depressões cársticas e sistema de drenagem dendrítico é seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore.

Essa bacia tem uma distância média de 0,38 km para a água da chuva escoar sobre os terrenos da microbacia, o que implica que a MBHARDC tem propensão a um bom escoamento das águas decorrentes das precipitações, diminuindo assim o nível de infiltração de água no subsolo da microbacia.

E por fim, o tempo de concentração dessa bacia, a qual demora 1446,18 min, cerca de 24 horas para que toda a bacia considerada contribua para o escoamento superficial na seção estudada, o que contribui para acúmulo mais rápido de água no manancial existente na microbacia.

03. Considerações finais

A partir da delimitação automática e da análise morfométrica da microbacia hidrográfica do Açude do Riacho da Cruz-RN, possibilitou-se inferir um preliminar diagnóstico ambiental da área de estudo. Em que demonstrou o comportamento diferenciado de três compartimentos distintos da microbacia hidrográfica, determinando que não propicia grandes enchentes, tem um relevo montanhoso, hierarquia fluvial de quarta ordem, ou seja, são oriundos de várias ramificações e tem uma média quantidade de infiltração com um bom fluxo de escoamento, com escoamento global endorréico e sistema de drenagem dendrítico.

Referências Bibliográficas

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. M. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo – RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas (SIG). **Scientia Forestalis**. n. 53, jun. 1998.

GREGORY, K.J. & D.F. WALLING, 1973. **Drainage Basin Form and Process - a Geomorphological Approach**. John-Wiley & Sons., New York. 456p.

PINTO JÚNIOR, O. B.; ROSSETE, A. N. 2005. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Cachoeira, MT-Brasil. **Revista Geoambiente On-line**, 4: 38- 53.

SOUSA, D. C. B.; REINALDO, G. P. B.; COSTA, T. K. G.; DANTAS, K. K. C.; MAMEDE, G. L.; SILVA, P. C. M. Estimativa de assoreamento dos reservatórios da bacia hidrográfica do açude Santa Cruz do Apodi-RN. **Anais... XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2011.

SILVA, A. M.; MELLO, C. R. **Apostila de Hidrologia**. Universidade Federal de Lavras, 2008. Disponível em:

<<http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/CARACTERIZACAO%20MORFOMETRICA%20DAS%20BACIAS%20HIDROGRAFICAS%20INERIDAS%20NO%20MUNICIPIO%20DE%20RIO%20VERDE%20GOIAS.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2017.

ANDRADE, N. L. R. DE; XAVIER, F. V.; ALVES, É. C. R. DE F.; SILVEIRA, A.; OLIVEIRA, C. U. R. DE. 2008. Caracterização morfométrica e pluviométrica da Bacia do Rio Manso – MT. **Geociências**, 27 (2): 237 - 248.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952. <[http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)>. Acesso em: 4 out. 2017.

KRONKA, F. J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, M. M.; KANASHIRO, M. M.; YWANE, M. S. S.; LIMA, L. M. P. R.; et al. Monitoramento da vegetação natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 16-21 abril 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1569-1576.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - BRASIL. REM: **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672001000200008> .

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 242p.

LOLLO, J. A. O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas. 1995. Tese (**Doutorado em Geotecnica**) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

MELLO, C. R. de.; SILVA, A. M. da. **Hidrologia: Princípios e Aplicações em Sistemas Agrícolas**. UFLA/MG. 2013, 455p.

NUNES, F. G.; RIBEIRO, N. C.; FIORI, A. P. Propriedades morfométricas e aspectos físicos da bacia hidrográfica do Rio Atuba: Curitiba-Paraná. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 6., 2006, Goiânia. **Artigos...** Goiânia: UFG, 2006.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597- 646 1956. [http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2)

SILVA, L. G. T.; SILVA, B. N. R. da; RODRIGUES, T. E. **Análise fisiográfica das várzeas do baixo Tocantins: uma contribuição ao manejo e desenvolvimento dos sistemas de uso da terra.** Belém, PA: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2002. 34 p. (Documentos, 149).

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.

TRINDADE, P. M. P.; CAPOANE, V; FILHO, W. P. **AULA 2 Padrões de drenagem.**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Disponível em:

<http://w3.ufsc.br/labgeotec/pdf/hidrogeografia/aula2_padroes_de_drenagem.pdf>. Acesso em 4 out. 2017.

PAZ, A. R. **Hidrologia Aplicada**, 2004. 25p. e 50p. Disponível em:

<http://www.ct.ufpb.br/~adrianorpaz/artigos/apostila_HIDROLOGIA_APLICADA_UERGS.pdf>. Acesso em: 4 out. 2017.