



SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO CHORÓ, MUNICÍPIO DE CHORÓ – CEARÁ

Valesca Poliana Sampaio Santana (1); Emanuelle Ribeiro Martins (2); Raul Lopes Sampaio Grangeiro (3); Ramon Müller dos Santos (4); Luiz Alberto Ribeiro Mendonça (5)

¹ Universidade Federal do Cariri – UFCA, valesca-santana@hotmail.com

² Universidade Federal do Cariri – UFCA, emanuelle_ribeiro1@hotmail.com

³ Universidade Federal do Cariri – UFCA, raulgrangeiro@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal do Cariri – UFCA, ramon_soad@hotmail.com

⁵ Universidade Federal do Cariri – UFCA, labmce@gmail.com

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é uma área definida geograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, de modo que todo o curso efluente seja convergido através de uma saída simples denominada exutório.

Estudos feitos em bacias hidrográficas possibilitam a construção e análise das características morfométricas de um determinado local. As análises morfométricas envolvem uma gama de parâmetros que possibilitam uma mais perfeita caracterização do meio de uma bacia hidrográfica, como a possibilidade da ocorrência de certos eventos, como processos erosivos e inundações, seu antagonismo com algumas atividades humanas e/ou com certos padrões de uso e ocupação do solo. Esses parâmetros vêm sendo usados como indicadores dos riscos de deterioração ambiental, que pode ser designada como sendo o risco de degradação do ambiente natural, relacionado à erosão do solo, perda da biodiversidade, assoreamento, contaminação do recurso-solo água, etc. (COSTA et al., 2007 apud MACHADO, 2010).

Neste sentido, este trabalho tem o objetivo principal de avaliar a geomorfologia da bacia hidrográfica da cidade de Choró composta pelos afluentes do Rio Choró e pelo Riacho Conceição, através da obtenção de parâmetros que caracterizam a forma ou geometria, o relevo e o sistema de rede de drenagem da bacia, fazendo assim uma análise morfométrica da mesma. E por objetivo





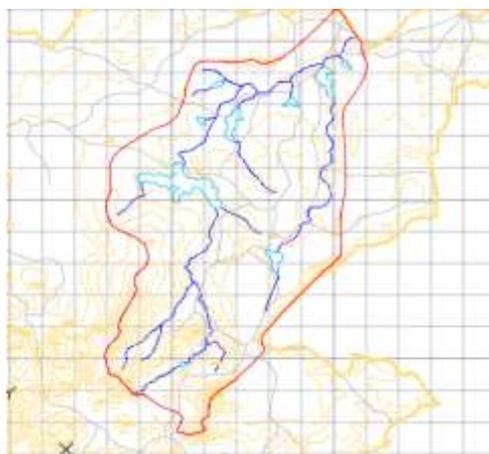
SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

específico: Determinar, a partir de um estudo morfométrico e estatístico, alguns parâmetros de suma importância para a classificação da bacia em estudo quanto a sua forma, o seu sistema de drenagem e seu relevo.

METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do presente trabalho está inserida no município cearense de Choro, localizado numa latitude Sul de $4^{\circ}50'34''$ e longitude Oeste de $39^{\circ}08'27''$, na macrorregião do Sertão de Quixeramobim, mesorregião dos Sertões Cearenses, a uma distância de 180 km, em linha reta, da capital do estado. Conta com uma área total de 815,759 km². A vegetação predominante é a Caatinga. Os climas predominantes são tropical quente e semiárido, com chuvas concentradas em fevereiro e abril, pluviosidade média de 723 mm. O município está totalmente inserido na bacia hidrográfica do rio Choró. Entre os seus afluentes estão os rios. Três irmãos, Cangati; e os riachos: dos Ferras, Caiçarinha, dos Cavalos, os Caçados, Mutamba e Conceição. (IPECE, 2010)

Os dados utilizados no cálculo dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica em análise, como a delimitação dos divisores de águas, os perímetros, as áreas de drenagem e o comprimento do maior curso d'água, comprimento total dos cursos d'água e do talvegue, foram executados fazendo uso do programa computacional Autocad, versão 2015, a partir do mapa georreferenciado do município de Choró disponibilizado pelo Professor Dr. Luiz Alberto Mendonça, professor efetivo do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri.



Figuras 01 e 02: Delimitação da bacia hidrográfica do riacho da Conceição (Fonte: Adaptado, Autor)

Após ter seu contorno definido, determinaram-se os índices que caracterizam a forma da bacia, que são coeficiente de compacidade e o fator de forma. O coeficiente de compacidade de uma bacia





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

hidrográfica, K_c , equação 1, é definido pela relação entre o perímetro da bacia e o perímetro do círculo de igual área. O K_c mínimo é 1, este ocorre apenas quando o perímetro da bacia coincide com o perímetro de um círculo com área idêntica ao da bacia. Para bacias alongadas, o K_c é significativamente superior a 1. Nesse contexto, uma bacia será mais susceptível a enchentes quando o K_c for mais próximo de 1.

$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$ (Equação 1), onde P =perímetro e A =área da bacia.

O fator de forma, K_f , equação 2, é determinado através da relação entre a largura média da bacia (L') e o comprimento axial do curso d'água (L), o qual indica a maior ou menor tendência de uma bacia à picos de enchente. Uma bacia com K_f baixo, ou seja, com L grande será menos susceptível a enchentes que outras de mesma área, mas K_f maior. Isto pode ocorrer porque numa bacia estreita e longa, com K_f baixo, há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda a área.

$K_f = \frac{A}{L^2}$ (Equação 2), onde A =área da bacia e L = comprimento do maior curso d'água

Com relação ao sistema de drenagem, foram determinados os seguintes índices: ordem dos cursos d'água, razão de bifurcação, densidade de drenagem e sinuosidade dos cursos d'água. A ordem dos cursos d'água foi determinada considerando-se a classificação de canais de Horton-Strahler (1957), os cursos d'água sem tributários são classificados como de primeira ordem; da junção de dois canais de primeira ordem aparecem os canais de segunda ordem, e assim por diante, a ordem da bacia hidrográfica vem a ser o valor do canal de maior ordem (STRAHLER, 1957 apud COLLARES, 2000).



Figura 03: Ordem dos cursos d'água.

Pela razão de bifurcação, entende-se que quanto maior for o índice, maior o grau de ramificação da rede de drenagem de uma bacia e maior a tendência para o pico de cheia (CARVALHO & SILVA,





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

2006). Sabendo a ordem de cada canal e o número de canais em cada ordem, construiu-se um gráfico do logaritmo do número de canais por ordem versus a ordem dos mesmos. Da equação da reta obtida pode-se encontrar a razão de bifurcação através da equação: $Rb = \log^{-1}(b)$ (Equação 3), onde b =coeficiente angular da reta U (ordem do curso d'água) versus Nu (quantidade de cursos para aquela ordem).

A Densidade de drenagem foi calculada pela relação entre o comprimento total dos canais de escoamento ($\sum Li$) com área da bacia hidrográfica (A), equação 4. A densidade de drenagem mostra o comprimento de canal fluvial para drenar cada unidade de área da bacia, informando assim, sobre a disponibilidade do escoamento hídrico (GRANEL-PEREZ, 2001 apud MACHADO, 2010). $Dd = \frac{\sum Li}{A}$ (Equação 4).

A Sinuosidade do curso d'água foi calculada pela divisão da extensão do curso d'água principal da bacia (L) pelo talvegue (medida em linha reta da foz a desembocadura do rio) (STRAHLER, 1957 apud COLLARES, 2000). A sinuosidade de um curso d'água é um fator controlador da velocidade do escoamento, determinado pela equação 6: $Sin = \frac{L}{L_{vet}}$ (Equação 6) (STUDART, 2006).

Quanto ao relevo da bacia, foram determinados os índices declividade média da bacia e declividade do rio principal. A Declividade média foi calculada pela equação 7, onde é possível avaliar o grau de vulnerabilidade à erosão causada pelo escoamento hídrico superficial da área em questão, possibilitando a comparação de áreas mais vulneráveis à ação de processos erosivos (COSTA et al., 2007 apud MACHADO, 2010) Pode ser determinada pelo método das quadrículas, que consiste em traçar uma malha quadriculada (1000x1000) sobre o mapa da bacia e traçar vetores indicando a direção do escoamento, da cota mais alta pra mais baixa. $D = \frac{\sum Xi fi}{\sum fi}$ (Equação 7)

A declividade do álveo (Curso d'água principal) foi calculada pelo método da declividade equivalente constante, equação 8, que considera o tempo de percurso da água por toda a extensão do perfil longitudinal, adotando que este perfil tivesse uma declividade constante análoga a uma declividade equivalente. (CARVALHO & SILVA, 2006). $S3 = \left(\frac{\sum Li}{\sum \left(\frac{Li}{Di} \right)} \right)^2$ (Equação 8), onde Li =comprimento do rio no trecho i , Di =declividade média no trecho i .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS	
Área de drenagem	98446094,83 m
Perímetro da bacia	46135,3511 m ²
Comprimento total dos cursos d'água	60235 m
Comprimento do Talvegue	16460,67 m





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

FORMA DA BACIA	
Coefficiente de compacidade (KC)	1,3
Fator de forma (Kf)	0,18
PARÂMETROS DE SUPERFÍCIE	
Maior percurso d'água	23358 m
Declividade média da bacia	0,0635 m/m
DECLIVIDADE MÉDIA DO RIO PRINCIPAL	
S3	0,016 m/m
SISTEMA DE DRENAGEM	
Ordens dos cursos d'água	3
Razão de bifurcação	-1,3
Densidade de drenagem	0,58 km/km ²
Sinuosidade do curso d'água	1,42 m/m

Quadro 1: Resumo dos índices de forma, do sistema de drenagem e do relevo obtidos da bacia em estudo.

Pelo valor de coeficiente de compacidade é possível concluir que a bacia não se aproxima de uma bacia circular, pois para isso, o Kc teria que ser próximo de 1. A análise é mais precisa e eficaz quando comparada a outras bacias. Analisando o resultado do fator de forma, bacias alongadas apresentam pequenos valores do fator de forma e são menos susceptíveis às inundações, uma vez que se torna menos provável que uma chuva intensa cubra toda a sua extensão. Este valor do fator de forma, combinado com aquele anteriormente apresentado do coeficiente de compacidade da bacia do Choró, sugere que a forma dessa bacia a torna pouco propensa a inundações.

Quanto ao sistema de drenagem, A ordem do curso d'água da bacia analisada é de 3º ordem, sendo a maior classe detectada pelo método Horton-Strahler. O valor para a razão de bifurcação é baixo, indicando pouca propensão à enchentes. Com relação densidade de drenagem, caracterizada, segundo VILELA e MATTOS (1975), os valores deste índice para as bacias naturais encontram-se, geralmente, compreendidos na faixa de 0,5 km-1 a 3,5 km-1, sendo que o limite inferior caracteriza as bacias com drenagem pobre e o limite superior aplica-se a bacias excepcionalmente bem drenadas. A bacia em estudo foi caracterizada pela sua densidade de drenagem como mediamente drenada ($0,5 < Dd < 2,00$), $Dd=0,58$ km/km², porém, muito próxima de ser classificada como pobremente drenada.

Quanto ao relevo, o índice declividade média mostrou que a bacia possui relevo suave ondulado, por possuir declividade média menor que 8%, onde apenas 6,35% da sua superfície é composta por fortes relevos. Para determinação deste parâmetro, foram delimitadas quadriculas de 1000x1000, visto que a bacia possui uma extensa área. Em relação à declividade do rio principal, foi escolhido o





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

método da declividade equivalente constantes, em que se verificou uma declividade de 0,016131 m/m ou 16,13%. A declividade do rio principal foi consideravelmente baixa, o que permite a análise de que os riscos de enchentes são pequenos.

CONCLUSÃO

É importante ressaltar que a análise de uma bacia não deve ser realizada analisando somente as variáveis aqui discutidas. Isto porque inúmeros outros fatores relacionados ou não a estes parâmetros influenciam diretamente no desempenho de uma bacia, no risco de ocorrência de enchentes, por exemplo. Podem ser citados o ciclo hidrológico da região, as características geomorfológicas do solo da bacia delimitada (porosidade, tipo de solo, permeabilidade, dentre outros inúmeros fatores geotécnicos), a vegetação existente, a ação antrópica. Portanto, para verificar uma bacia, embora a caracterização aqui realizada não seja de fácil desenvolvimento e rápida compreensão, é limitada para representar a bacia caso o objetivo seja outro (por exemplo, analisar eficiência, projetar uma barragem). Porém, como passo inicial para entendimento hidrológico, foi de fundamental importância no conhecimento e desenvolvimento prático da metodologia empregada.

Quanto aos fatores analisados, foram considerados os valores ideais, por exemplo: o coeficiente de compacidade (k_c) é recomendado que seja superior a 1, assim, quanto maior, menos propenso a enchentes. O fator de forma (k_f), o indicado é que seja o menor possível. Porém, o ideal seria comparar os valores calculados com relação a bacias de área similar. Outra consideração importante a ser realizada é que, o método, por ser manual, pode gerar erros que não foram quantificados (porém seria possível estatisticamente), e que o aconselhado seria trabalhar a delimitação da bacia com algum recurso computacional aplicado ao geoprocessamento de informações e possibilidade de cálculos hidrológicos.

REFERENCIAS

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. *Apostila Hidrologia*. UFRRJ. Rio de Janeiro – RJ. 2006.

COLLARES, E. G. *Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica de Rio Capivari* – SP. 2000. 211 p. Tese (Doutorado em Geotecnia) USP. São Carlos.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. *Hidrologia*. 2ª Edição. Ed. Blucher. São Paulo – SP. 1988.





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

IPECE-Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará. Perfil Básico Municipal 2013 Brejo Santo. Governo do Estado do Ceará. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/perfil-basico-municipal-2013.html>. Acesso em: 24 de Abril de 2014.

MACHADO, P. J. O. [org.]. *Diagnóstico Físico- Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro – Um exercício acadêmico de Gestão dos Recursos Hídricos*. 1ª Edição. Ed. Geographica. Juiz de Fora – MG. 2010.

STUDART, T. M. C. Apostila Hidrologia. UFC. Fortaleza – CE, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo-SP, 1975.

