

Atributos Morfométricos de um Segmento do Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti, Ceará-Brasil

Atributos Morfométricos de un Segmento del Tramo Medio de la Cuenca
Hidrográfica del Río Pacoti, Ceará-Brasil

Morphometric Attributes of a Medium Segment Course of the Pacoti River
Basin, Ceará-Brazil

Pedro Henrique Balduino de Queiroz

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade
Estadual do Ceará- UECE/PROPGEO. E-mail: pedrobalduino@hotmail.com

Andrea Bezerra Crispim

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do
Ceará-UECE/PROPGEO. E-mail: crispimab@gmail.com

Juliana Maria Oliveira Silva

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do
Ceará-UFCE. E-mail: jusilva@hotmail.com

Recebido: 13 de dezembro de 2016 Aceito: 23 de julho de 2017
Disponível on-line em <http://e-revista.unioeste.br/index.php/pgeografica>

Resumo – Este estudo trata da aplicação de parâmetros morfométricos em um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, voltados ao entendimento dos processos hidrogeomorfológicos. Do ponto de vista metodológico, foram determinados os seguintes parâmetros: hierarquia fluvial, coeficiente de manutenção (Cm), extensão do percurso superficial (Eps), densidade de drenagem (Dd), densidade de rios (Dh), índice de circularidade (Ic), coeficiente de compacidade (Kc) e o índice de sinuosidade (Is). Para isto, recorreu-se ao uso das ferramentas do software ArcGis 10.1, obtendo-se coeficiente de manutenção de 1785m²/m; percurso superficial extensão em torno 892,8m; densidade de drenagem de 0,56km/km²; densidade hidrográfica de 0,21 rios/km², índice de circularidade de 0,43; coeficiente de compacidade de 1,50 e índice de sinuosidade de 1,18. De modo geral, observa-se que o trecho da bacia analisado apresenta média predisposição a erosão, baixa densidade de drenagem, baixa tendência à formação de canais e baixa susceptibilidade da bacia a enchentes.

Palavras-chave: Hidrogeomorfologia; Parâmetros físicos; Evolução da drenagem.

Resumen – Este estudio trata de la aplicación de parámetros morfométricos en un segmento del medio curso de la cuenca hidrográfica del río Pacoti, volcados al entendimiento de los procesos hidrogeomorfológicos. Desde el punto de vista metodológico, se determinaron los siguientes parámetros: jerarquía fluvial, coeficiente de mantenimiento (Cm), extensión del recorrido superficial (Eps), densidad de drenaje (Dd), densidad de ríos (Dh), índice de circularidad (Ic), coeficiente de compacidad (Kc) y el índice de sinuosidad (Is). Para ello, se recurrió al uso de las herramientas del software ArcGis 10.1, obteniéndose coeficiente de mantenimiento de 1785 m²/m; Recorrido superficial extensión alrededor de 892,8 m; Densidad de drenaje de 0,56 km/km²; Densidad hidrográfica de 0,21 ríos/km², índice de circularidad de 0,43; El coeficiente de compacidad de 1,50 y el índice de sinuosidad de 1,18. En general, se observa que el tramo de la cuenca analizada presenta media predisposición a la erosión, baja densidad de drenaje, baja tendencia a la formación de canales y baja susceptibilidad de la cuenca a las inundaciones.

Palabras clave: Hidrogeomorfología; Parámetros físicos; Evolución de la drenaje.

Abstract – This study deals with the application of morphometric parameters in a segment of the middle course of the Pacoti river basin, aimed at understanding the hydrogeomorphological processes. From a methodological point of view, it was determined the following parameters: fluvial

hierarchy, maintenance coefficient (Cm), extension of the surface route (Eps), drainage density (Dd), rivers density (Dh), circularity index (Ic) , compactness coefficient (Kc) and the sinuosity index (Is). To this end, it resorted to the use of software tools ArcGis 10.1 was obtained a maintenance coefficient 1785 m²/m; an extension of the surface path about 892.8 m; a drainage density 0.56 km/km²; river density of 0.21 rivers/km², roundness index of 0.43; compactness coefficient of 1.50 and sinuosity index of 1.18. In general, there is a significant susceptibility to erosion, low drainage density, low tendency of the channels and low susceptibility to flooding basin.

Keywords: Hydrogeomorphology; Physical parameters; Evolution of drainage.

Introdução

Os estudos morfométricos permitem o entendimento da dinâmica da paisagem contribuindo para o desenvolvimento de avaliações e interpretações das condições ambientais, tornando-se de grande relevância no âmbito da Geomorfologia Fluvial. Assim, a análise morfométrica de bacias hidrográficas é uma das principais formas de se avaliar quantitativamente, a interação entre processos e condicionantes geomorfológicos. Ela permite caracterizar os aspectos geométricos e de composição das bacias, estabelecendo indicadores relacionados à forma, ao arranjo estrutural e à composição integrativa entre os elementos (CHEREM, 2008).

Para Chorley e Hagget (1974), os modelos morfométricos em hidrologia buscam estabelecer interações dos eventos hidrológicos e a geometria das bacias de drenagem (morfometria). Desse modo, as características da rede de drenagem podem ser racionalizadas com base na teoria do escoamento/infiltração, possibilitando controlar o padrão de escoamento das precipitações sobre as bacias e auxiliando na racionalização de eventos hidrológicos extremos.

O trabalho intitulado “Estudo morfométrico em um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti” é resultado das atividades do Programa de Pós-graduação em Geografia - Mestrado, da Universidade Federal do Ceará- UFC. Este trabalho tem como finalidade efetuar a caracterização morfométrica de um setor do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, atentando para a dinâmica dos processos hidromorfológicos, que por sua vez, mantêm relação direta com as condições de uso, relevando o estado ambiental da bacia.

O rio Pacoti nasce na vertente-oriental da Serra de Baturité, no município de Pacoti, mais precisamente na cota 850 m. Possui um curso longitudinal de cerca de 150 km até desaguar no mar, na divisão municipal entre Fortaleza e Aquiraz, e sua bacia hidrográfica drena uma área de 1283,63 km² com um perímetro total de 345,5 km. Apresenta uma configuração longilínea e rede de drenagem predominantemente dendrítica, em que o primeiro terço tem declividade de 2,0% e a jusante, como reflexo do relevo suave que atravessa, tem declividade em torno de 0,1%. Em direção à foz, o rio Pacoti drena os municípios de Redenção, Acarape, Pacajus, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz.

A opção por estudar apenas um trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti se deu, pela necessidade de investigar de forma mais específica os processos hidrogeomorfológicos no setor, pois entende-se que uma bacia hidrográfica quando subdividida em hierarquias menores, se constitui em unidade fundamental de trabalho, justamente por apresentar uma área menor, mais fácil de ser monitorada. O recorte espacial de análise abrange uma área de aproximadamente 247,6 km², inserida entre as coordenadas geográficas UTM 512000/9540000 e 542000/9528000, e integra grande parte dos municípios de Redenção e Acarape, conforme evidencia a Figura 1.

Do ponto de vista geológico, esse setor da bacia é formado pelas seguintes unidades litoestratigráficas: Complexo Ceará, Granitóides Diversos, e Depósitos Aluviais. Do ponto de vista geomorfológico, esse setor da bacia abrange os Sertões Periféricos do Maciço de

Baturité, marcado pela alternância de relevo plano e suave (200 m) com trechos ondulados, altitudes em torno de 600 m. Nos setores com relevo ondulado, a topografia exhibe feições dissecadas e com algumas características semelhantes às feições morfológicas do ambiente serrano.

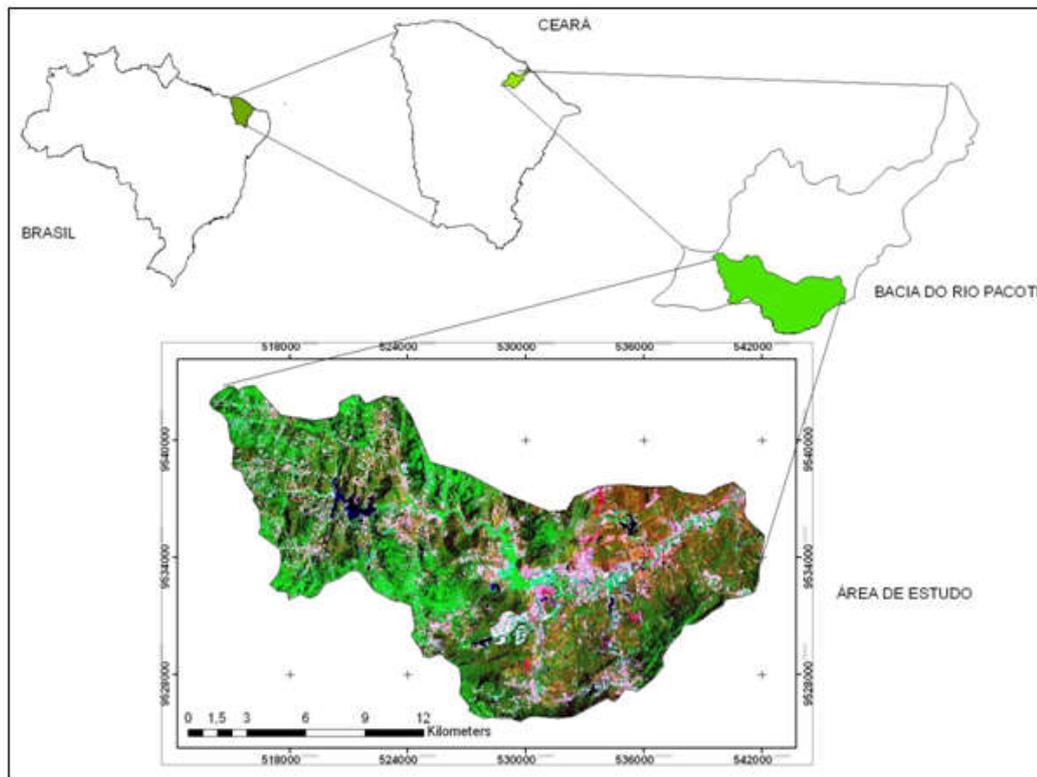


Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.
Fonte: Queiroz, 2010.

As condições climáticas subúmidas favorecem a intensificação das condições de dissecção do relevo. Nos setores com relevo de topo contínuo e formas aguçadas, separados geralmente por vales em “V”, a dissecção varia de muito fraca (< 250 m) a muito forte (>750 < 1750m). Já os setores de topos convexos, onde o relevo de topo é convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da rede de drenagem, separado por vales em “V” e eventualmente por vales de fundo plano, a dissecção é fraca (<250m).

A caracterização climática para este setor da bacia está representada pelos dados de temperatura e precipitação dos municípios de Redenção e Acarape. Os valores anuais de pluviosidade para Redenção oscilam entre 344,5 mm/ano (1993) e 1902,1 mm/ano (2001). No município de Acarape oscilam entre 365,6 mm/ano (1993) e 1767,2 mm/ano (1994), resultando numa média total de 1.164 mm para Redenção e 1039,4 mm para Acarape. No que se refere às temperaturas médias mensais, o município de Redenção registrou mínima de 24,7° C em julho e a máxima de 26,4°C em dezembro e janeiro, indicando uma média anual de 25,6°C. Já no município de Acarape, a mínima foi de 26,1°C em julho e a máxima de 27,7°C em dezembro e janeiro, revelando numa média anual de 27,0°C (FUNCEME, 2008).

De acordo com o levantamento realizado pela EMPBRAPA (2009), a pedologia da área é formada pelas seguintes classes de solos: Argissolos Vermelho Amarelo Eutrófico (193,4 km²) e Distrófico (12,4 km²), Luvisolos (25,6 km²) e Neossolos Flúvicos (12,82 km²).

Materiais e Métodos

Os parâmetros adotados neste trabalho são abordados em quatro itens: a hierarquia fluvial, que abrange basicamente a classificação dos cursos d'água dentro da bacia, a análise linear, envolvendo as medições efetuadas ao longo das linhas de escoamento (comprimento do rio principal), análise areal, que corresponde às medições planialtimétricas e lineares (área da bacia no trecho, forma, densidade de rios e densidade de drenagem), bem como a análise das formas da bacia, (índice de circularidade, coeficiente de compacidade) (HORTON, 1945; STRAHLER, 1952; MILLER, 1953; WISLER e BRATER, 1964). Para a determinação de todos os parâmetros morfométricos foram utilizadas as ferramentas do software ArcGis10.1.

No que se refere à hierarquização dos canais fluviais foi utilizada a proposta de Stralher (1952), em que: os segmentos de canais formadores, sem tributários, são denominados de primeira ordem; da confluência de dois canais de primeira ordem surgem os segmentos de canais de segunda ordem que só recebem afluentes de ordem inferior; da confluência de dois segmentos de canais de segunda ordem surgem os segmentos de terceira ordem que recebem afluentes de ordens inferiores.

Para determinar o comprimento médio dos segmentos hídricos em cada uma das ordens foi utilizada a proposta de Horton (1945). Na equação 1, L_m representa o comprimento médio dos canais, L_u o comprimento dos canais em cada ordem, N_u o número de canais de cada ordem.

$$L_m = L_u / N_u \quad (1)$$

A relação de bifurcação representa a relação entre o número total de segmentos de determinada ordem e o número total de segmentos da ordem imediatamente superior. Estes valores indicam o grau de dissecação da bacia hidrográfica e, quanto maior for o índice de bifurcação maior será o grau de dissecação. Valores geralmente abaixo de 2 indicam relevo colinoso. Para determinar a relação de bifurcação foi utilizada a equação 2, onde R_b é a relação de bifurcação, N_u o número de segmentos de determinada ordem e $N_u + 1$ é o número de segmentos da ordem imediatamente superior.

$$R_b = N_u / N_u + 1 \quad (2)$$

A densidade hidrográfica relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia hidrográfica. Em outras palavras, expressa a magnitude da rede hidrográfica, indicando sua capacidade de gerar novos cursos d'água em função das características pedológicas, geológicas e climáticas da área. Vale ressaltar que a densidade hidrográfica e a densidade de drenagem referem-se aos aspectos diferentes da textura topográfica. Na equação 3, n é o número de canais e A é a área total da bacia.

$$D = N / A \quad (3)$$

A densidade de drenagem se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes na área estudada, os quais influenciam o fornecimento e o transporte de material detrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica. Em outras palavras, para um mesmo tipo de clima, a densidade de drenagem depende do comportamento hidrológico das rochas. Assim, nas rochas mais impermeáveis, as condições para o escoamento superficial são melhores, possibilitando a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem. Para Villela e Matos (1975) esse índice pode variar entre 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5 km/km² ou mais em bacias bem drenadas. Na equação 4, C é o comprimento total dos canais e A é a área total da bacia.

$$D = C / A \quad (4)$$

A Extensão do Percurso Superficial (Eps) representa a distância média percorrida em metros (m) pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente. O resultado obtido também serve para caracterizar a textura topográfica, sendo calculada através da equação 5, onde Eps é a extensão do percurso superficial e Dd é a densidade de drenagem.

$$Eps = 1 / 2 \times Dd \quad (5)$$

O coeficiente de manutenção fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento. É considerado como um dos índices mais importantes do sistema de drenagem. Na equação 6, Dd é a densidade de drenagem.

$$Cm = 1 / Dd \times 1000 \quad (6)$$

O índice de circularidade representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia, que, na expansão areal, melhor se relaciona com o escoamento fluvial. Assim, $Ic=0,51$ representa um nível moderado de escoamento, não contribuindo na concentração de águas que possibilitem cheias rápidas. Valores maiores que 0,51 indicam que a bacia tende a ser mais circular, favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas). Já os valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento (SCHUMM, 1956). Na equação 7, A é a área total da bacia e P é a área do círculo de perímetro igual ao da área total da bacia.

$$Ic = 12,57. A / P^2 \quad (7)$$

O coeficiente de compacidade (Kc) relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Conforme Silva e Mello (2008), podem-se classificar bacias hidrográficas em função do valor de Kc da seguinte forma: $1,00 \leq Kc < 1,25$ - bacia com alta propensão às grandes enchentes; $1,25 \leq Kc < 1,50$ - bacia com tendência mediana às grandes enchentes; $Kc \geq 1,50$ - bacia não sujeita às grandes enchentes. Na equação 8 Kc é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro (m) e A refere-se área de drenagem (m²).

$$Kc = P / \sqrt{A} \times 0,28 \quad (8)$$

O índice de sinuosidade relaciona o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal. De acordo com Schumm (1956), valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo, já valores superiores a 2,0, indicam que o canal tende a ser tortuoso e os valores intermediários indicam formas transitórias, regulares e irregulares. Na equação 9, L é o comprimento do canal principal e dv é a distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal.

$$Is = L / dv \quad (9)$$

Resultados e Discussão

A análise morfométrica realizada no segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, indicou uma área de 247,6 km², e um perímetro de 84,13 km. O comprimento verdadeiro (projeção ortogonal) do rio principal é da ordem de 38,21 km, e a distância vetorial que representa o comprimento em linha reta entre os dois pontos extremos do canal é da ordem de 25,55 km. No trecho analisado, foram contabilizados 54 canais com um comprimento total de 140 km de extensão. Desses 54 canais, 42 segmentos são de primeira ordem, 9 de segunda, 2 de terceira e 1 de quarta ordem. Esses valores indicam um elevado controle estrutural nas nascentes do rio, comandando a formação de cursos fluviais. A tabela 1 apresenta uma síntese geral dos dados morfométricos obtidos para este setor do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti.

Tabela 1: Síntese dos parâmetros morfométricos aplicados na área de estudo.

Parâmetros morfométricos		Valores obtidos			Interpretação
Área		247,6 km ²			Representa a área delimitada neste setor do médio curso da bacia.
Comprimento Verdadeiro		38,21 km			Projeção ortogonal do canal
Distância Vetorial		25,55 km			Distância em linha reta do canal
Hierarquização Fluvial	Ordem dos Canais	Total	Comp. Total (km)	Comp. Médio (km)	Esses valores indicam um elevado controle estrutural nas nascentes do rio, comandando a formação de cursos fluviais.
	1ª ordem	42	81,7	1,94	
	2ª ordem	9	26,5	2,94	
	3ª ordem	2	19,5	9,75	
	4ª ordem	1	12,3	12,3	
Índice de Bifurcação	Ordem dos canais	Rb			Esses valores de bifurcação indicam que nas áreas de nascentes o relevo é bastante dissecado.
	2ª ordem	4,66			
	3ª ordem	4,50			
	4ª ordem	2,00			
Coeficiente de Manutenção		1785 m ² /m			O valor é elevado indicando que a bacia, no trecho, não é rica em cursos d'água
Extensão do Percurso Superficial		892,8 m			O valor encontrado é elevado e indica uma predisposição à erosão.
Densidade de Drenagem		0,56 km/km ²			Baixa densidade de drenagem
Densidade Hidrográfica		0,21 rios/km ²			Baixa densidade hidrográfica, indicando uma baixa tendência à formação de canais.
Índice de Circularidade		0,43			O trecho da bacia hidrográfica do rio Pacoti mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação
Coeficiente de Compacidade		1,50			
Índice de Sinuosidade		1,18			O canal principal da bacia tende a ser transicional, ora sinuoso, ora retilíneo

Fonte: Queiroz, 2010

Pormenorizando os dados, verificou-se que os segmentos de primeira ordem possuem um comprimento total de 81,7 km, os de segunda 26,5 km, os de terceira 19,5 km, e o de quarta ordem 12,3 km. Obteve-se que os canais de primeira ordem têm comprimento médio em torno de 1,94 km, os de segunda ordem 2,94 km, os de terceira 9,75 km, e o de quarta ordem 12,3 km. No que se refere aos índices de bifurcação, foram encontrados os seguintes valores: 4,66 para os canais de segunda ordem; 4,50 para os canais de terceira ordem e 2,0 para os canais de quarta ordem. Esses valores de bifurcação indicam que nas

áreas de nascentes o relevo é bastante dissecado. A Figura 2 apresenta a hierarquia fluvial para a área em questão.

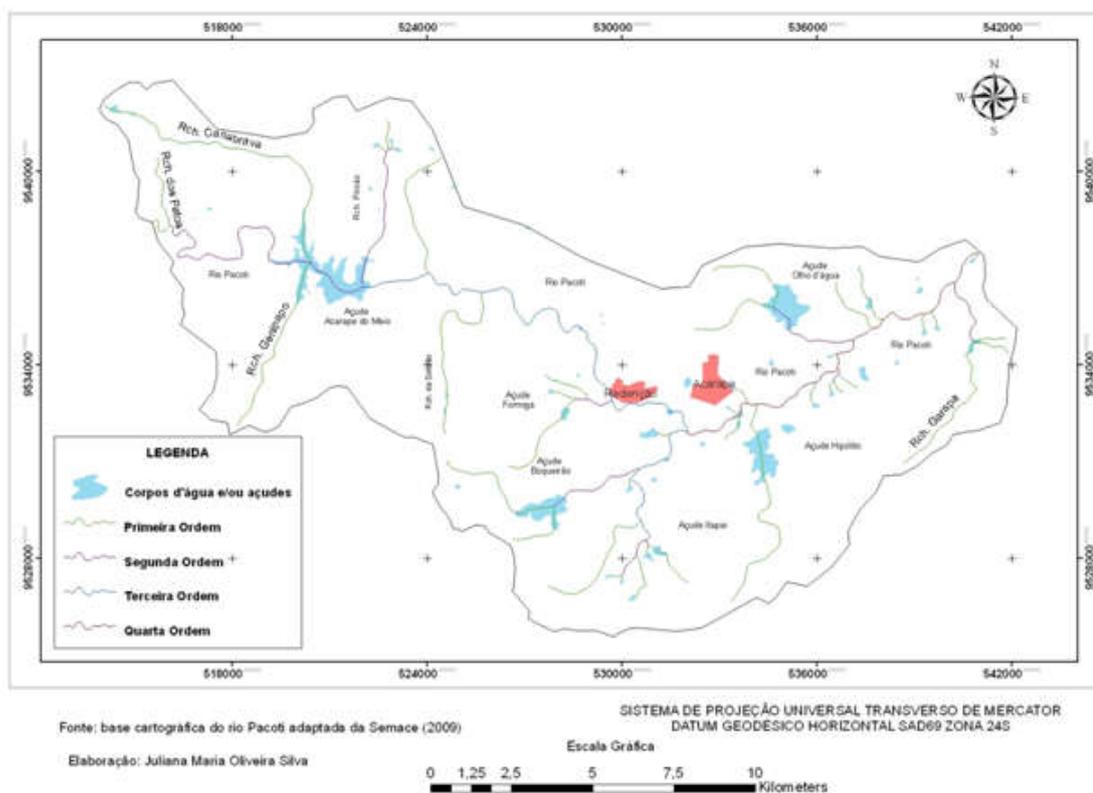


Figura 2: Hierarquização fluvial da área de estudo.

Fonte: Queiroz, 2010.

Em seguida, foi calculado o Coeficiente de Manutenção, que indica a área mínima necessária para existir um metro de canal de escoamento, ou seja, indica a capacidade de manter cursos perenes. Para a área, o valor do coeficiente de manutenção encontrado é de 1.785 m²/m. Cabe ressaltar que este valor é elevado indicando que a bacia, no trecho, não é rica em cursos d'água. O coeficiente de manutenção encontrado predomina nas áreas onde o relevo é mais plano, diminuindo gradativamente na medida em que o relevo se torna mais ondulado. Este comportamento pode ser explicado quando da ocorrência de chuvas de grandes intensidades nas áreas planas. O escoamento superficial tende a se concentrar, formando fluxos preferenciais e gerando, desta forma, os canais que compõem a rede de drenagem. No relevo mais acidentado o escoamento superficial tende a seguir a declividade natural do terreno, escavando o solo nos pontos de menor resistência ao cisalhamento. O resultado é a maior concentração de canais naturais por km² e, e com aumento da densidade de drenagem.

Um terceiro índice analisado refere-se à Extensão do Percurso Superficial, (Eps) que para a área é de 892,8 m indicando o comprimento do caminho percorrido pelas águas pluviais antes de se estabilizarem ao longo de um canal. Para Rocha (1997), em termos ambientais, a determinação deste parâmetro é de fundamental importância, podendo ser relacionado ao indicativo de erosão. O valor encontrado para a área em estudo é elevado, indicando uma predisposição à erosão (QUEIROZ, 2010. p.60).

A partir dos valores do coeficiente de manutenção e extensão do percurso superficial, é possível enfatizar que a vegetação formada por matas úmidas e matas secas ajuda a proteger as vertentes contra os processos erosivos. Entretanto a remoção desta cobertura vegetal sem técnicas adequadas expõe os solos e os materiais inconsolidados,

naturalmente susceptíveis a erosão. Tal efeito provoca um aumento no escoamento superficial e sub-superficial favorecendo uma dinâmica intensa nas vertentes, principalmente em áreas de alta declividade, que pode conduzir a processos de erosão laminar e concentrada.

Outro parâmetro avaliado diz respeito à densidade de drenagem, que para o setor em estudo foi da ordem de 0,56 km/km², considerado baixa dentro da classificação de Villela e Mattos (1975). No entanto, deve-se considerar como uma baixa drenagem se comparados a outras áreas de terrenos cristalinos. Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados às regiões de rochas permeáveis, o que não justifica, portanto, o valor encontrado para a área ($D_d = 0,56 \text{ km/km}^2$), tendo em vista que a geologia local está representada por rochas do complexo cristalino, altamente impermeáveis. Na área em estudo essa baixa densidade de drenagem está associada, sobretudo, aos depósitos de sedimentos colúvio-eluviais de idade quaternária, com granulometria variada, originados pela alteração do material das partes altas e transportados predominantemente pela gravidade, ou originados pelas alterações da rocha "in situ".

Em seguida, foi analisada a densidade de rios (D_r) que, assim como a densidade de drenagem, tende a refletir os processos de controle no desenvolvimento da rede hidrográfica, sejam eles naturais ou artificiais. A relação entre o número total de rios e a área de uma bacia hidrográfica revela densidade de rios que expressa, em seu resultado a frequência (ou quantidade) com que os cursos d'água aparecem em uma área padrão.

Para a área foi constatado uma D_r em torno de 0,21 rios/km², indicando uma baixa tendência à formação de canais e uma baixa densidade hidrográfica. Quando o valor de (D_d) é superior ao (D_r), reflete um acentuado controle estrutural, o que reflete num menor número de canais, no entanto, com comprimentos mais elevados.

Em adição, foram interpretados o Índice de Circularidade (I_c) e o Coeficiente de Compacidade (K_c) obtidos para a área de estudo. De acordo com os resultados obtidos $K_c = 1,50$ e $I_c = 0,43$, pode-se afirmar que esse trecho da bacia hidrográfica do rio Pacoti mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais, há uma tendência geral de escoamento de suas águas. Isso pode ser justificado pelo fato de o coeficiente de compacidade apresentar o valor acima de 1,0 e o índice de circularidade ser menor que 0,51. Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular (portanto, uma tendência de forma alongada) que favorece o escoamento superficial.

Por fim, o índice de sinuosidade encontrado para a área foi de 1,18 (adimensional). Este valor informa que o canal principal da bacia tende a ser transicional, ora sinuoso, ora retilíneo. De acordo com Schumm (1963), valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo, já valores superiores a 2,0, indicam que o canal tende a ser tortuoso e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares em alguns trechos e irregulares em outros. Para Guerra e Cunha (1996), as diferentes sinuosidades dos canais são determinadas muito mais pelo tipo de carga detrítica do que pela descarga fluvial.

Considerações Finais

A caracterização morfométrica tem grande importância no estudo das bacias hidrográficas, pois os dados quantitativos levantados possibilitam uma melhor compreensão do comportamento hidrológico, sobretudo, acerca do escoamento superficial.

A aplicação de parâmetros morfométricos em um trecho do médio Pacoti, resultou em um conjunto de dados consistentes que permitiram avaliar o comportamento hidrogeomorfológico da bacia neste setor. Esses dados podem ser utilizados na tomada de decisões no que concerne às políticas públicas voltadas ao planejamento ambiental da área, especialmente a partir da correlação dos dados obtidos com os diferentes elementos da

paisagem, dentre eles a pedologia, o relevo, a rede hidrográfica e os processos ambientais de modo geral.

O trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, apresenta uma baixa densidade de drenagem e hidrográfica, elevado coeficiente de manutenção e extensão do percurso superficial, o que requer um manejo adequado da área em termos de cobertura vegetal e relevo para não comprometer as nascentes dos cursos fluviais. O índice de circularidade e o coeficiente de compacidade indicam que em condições normais de precipitação esse setor da bacia não é propício a enchentes.

Referências

CHEREM, L.F.S. **Análise morfométrica da bacia do alto Rio das Velhas: comparação de metodologias e dados**. 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Departamento de Cartografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CHORLEY, R. J.; HAGGET, P. **Modelos Integrados em Geografia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 222 p, 1974.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Base de Dados. Disponível em: acesso em: 18 nov. 2009.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Base de dados pluviométricos. Fortaleza: FUNCEME. Disponível em <www.funceme.br >. Acesso em 15 de outubro de 2008.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc. America Bulletin**, v. 56, p. 275-370, 1945.

MILLER, V.C. A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain area. Department of Geology, ONR, Columbia University, Virginia and Tennessee, Project, **NR 389-402, Technical Report 3**.

QUEIROZ, P.H.B. **Planejamento Ambiental aplicado em um setor do médio curso do rio Pacoti – Ceará**. 200f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

ROCHA, J.S.M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: editora UFSM, 423 p. 1997.

SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, n. 67, p. 597-646, 1956.

SCHUMM, S.A. Sinuosity of alluvial Rivers on the great plains. **Bulletin of Geological Society of America**.v. 74 , n. 9, 1963.

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

STRAHLER, A.N. **Physical Geography**. New York, Wiley, 1952.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, ed. Mcgraw- Hill do Brasil, 1975

WISLER, C.O.; BRATER, E.F. **Hidrologia**. Rio de Janeiro, 1964.