



PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS LINEARES E ZONAIS APLICADOS A UM SEGMENTO DO MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACOTI - CE

Linear and zonal morphometric parameters applied to a segment of the middle course of the river basin of Pacoti river - CE

Parámetros morfométricos lineales y zonales aplican a un segmento de la vía media de la cuenca del río Pacoti - CE

Pedro Henrique Balduino de Queiroz¹
 Andrea Bezerra Crispim²
 Juliana Maria Oliveira Silva³
 Marta Celina Linhares Sales⁴

RESUMO

Este artigo tem como objetivo a aplicação de parâmetros morfométricos lineares e zonais em um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, voltados ao entendimento dos processos hidrogeomorfológicos da área. Do ponto de vista metodológico, foram determinados parâmetros lineares como a hierarquia fluvial, a relação de bifurcação, a relação do comprimento médio dos canais em cada ordem, a distância vetorial, o comprimento verdadeiro (projeção ortogonal) e o índice de sinuosidade. Em relação aos parâmetros zonais, foram calculados a densidade hidrográfica, a densidade de drenagem, a extensão do percurso superficial, o coeficiente de manutenção, o índice de circularidade e o coeficiente de compacidade. Para isto, recorreu-se ao uso das ferramentas do software ArcGis 10.1. Os parâmetros lineares revelaram que este setor da bacia apresenta uma hierarquia de 4ª ordem, baixo número de canais fluviais (no entanto, canais com comprimento significativo), a presença de um relevo bastante dissecado na área das nascentes e um canal principal morfologicamente intercalado entre trechos sinuosos e retilíneos. Em adição, os parâmetros zonais revelaram uma significativa predisposição à erosão, uma baixa densidade de drenagem, uma baixa tendência à formação de canais e baixa susceptibilidade da bacia a enchentes.

Palavras-chave: hidrogeomorfologia; parâmetros físicos; evolução da drenagem.

ABSTRACT

This article aims to apply linear and zonal morphometric parameters in a medium-haul segment of the basin of the Pacoti river, aimed at understanding of hydro-geomorphologic processes of the area. From a methodological point of view, were determined linear parameters such as fluvial hierarchy, the bifurcation ratio, the average length ratio of the channels in each order, the vector distance, the true length (orthogonal projection) and the tortuosity index. Regarding the zonal parameters were calculated density basin, the

¹ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará - PROPGEO/UECE. Membro do Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos - LCGRH/UFC. Contato: pedrobalduino@hotmail.com

² Doutora pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará - PROPGEO/UECE. Membro do Laboratório de Geografia Física e Estudos Ambientais - LAGEO/UECE. Contato: crispimab@hotmail.com

³ Docente do Departamento de Geografia da Universidade Regional do Cariri - URCA. Coordenadora do Laboratório de Análise Geoambiental - LAGEO/URCA. Contato: juliana.oliveira@urca.br

⁴ Docente do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC. Coordenadora do Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos - LCGRH. Contato: mclsales@uol.com.br

drainage density, the extension of the surface route maintenance coefficient, the roundness index and compactness coefficient. For this, it resorted to the use of ArcGIS 10.1 software tools. The linear parameters revealed that this sector of the basin presents a hierarchy of 4th order low number of river channels, (however, channels with significant length), the presence of a relief well dissected in the area of the springs, and morphologically interleaved main channel between sections sinuous and rectilinear. In addition, the zonal parameters showed a significant predisposition to erosion, a low drainage density, a low tendency to form channels and low susceptibility to flooding of the basin.

Keywords: hydrogeomorphology; physical parameters; evolution of drainage.

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo la aplicación de parámetros morfométricos lineales y de zonales en un segmento de medio curso de la cuenca del río Pacoti, dirigido a la comprensión de los procesos hidrogeomorfológicos de la zona. Desde el punto de vista metodológico, fueron determinados parámetros lineales, tales como la jerarquía fluvial, la relación de bifurcación, la relación media longitud de los canales en cada orden, el vector de distancia, la verdadera longitud (proyección ortogonal) y el índice de tortuosidad. A respecto de los parámetros de zonales, fueron calculados la densidad hidrográfica, la densidad de drenaje, la extensión del coeficiente de mantenimiento ruta superficie, el índice de redondez y el coeficiente de compacidad. Para esto, se recurrió a la utilización de herramientas del software ArcGIS 10.1. Los parámetros lineales revelaron que este sector de la cuenca presenta una jerarquía de 4º orden, bajo número de canales fluviales (sin embargo, los canales con una longitud considerable), la presencia de un relieve muy disecado en la zona de los muelles, y el canal principal morfológicamente intercalada entre las secciones sinuosas y rectilíneas. Además, los parámetros de zona mostraron una significativa predisposición a la erosión, una baja densidad de drenaje, una baja tendencia a la formación de canales y baja susceptibilidad a la inundación de la cuenca.

Palabras clave: hidrogeomorfología; parámetros físicos; evolución de drenaje.

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, pois 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).

Os modelos morfométricos em hidrologia, conforme ressaltam Chorley e Haggett (1974), buscam estabelecer interações dos eventos hidrológicos e a geometria das bacias de drenagem (morfometria), de modo que 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 “Parâmetros morfométricos lineares e zonais aplicados a um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti” integra o banco de dissertações do Programa de Pós-graduação em Geografia - Mestrado, da Universidade Federal do Ceará- UFC. Este trabalho tem como finalidade a aplicação de parâmetros morfométricos lineares e zonais em 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 o estado ambiental da bacia. Assim, neste artigo foram adotados apenas os parâmetros lineares e zonais, de

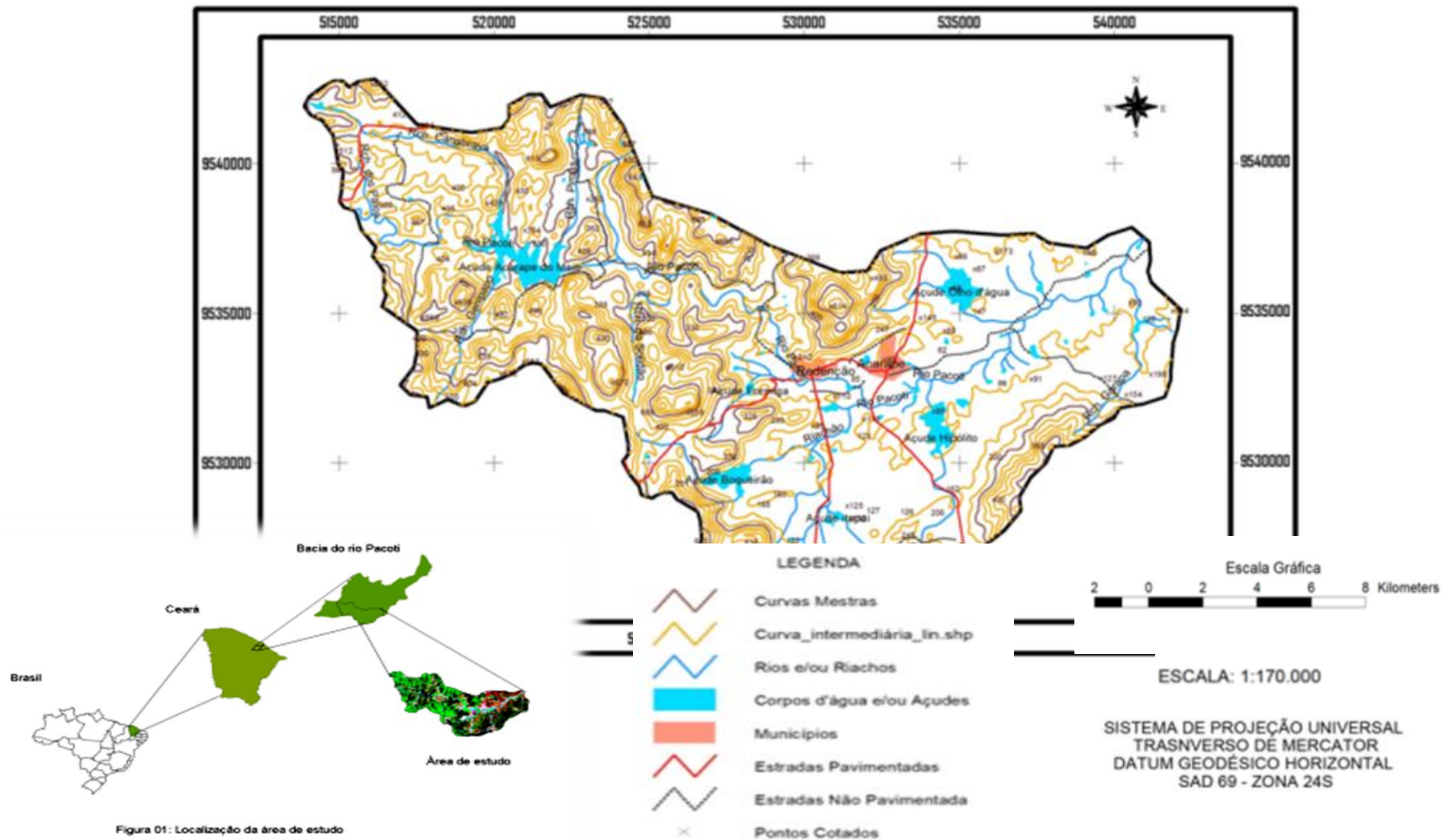
maneira que, os parâmetros lineares abordam unicamente os atributos da rede de drenagem, enquanto os zonais tratam dos atributos da rede de drenagem e das áreas não hidrográficas do relevo, como as encostas e topos.

O rio Pacoti tem um curso longitudinal de cerca de 112,5 km de extensão, em meio a uma bacia hidrográfica com uma área aproximada de 1.257 km². Suas nascentes estão localizadas na vertente setentrional do Maciço de Baturité, em nível altimétrico entre 700m e 900m, abrangendo os municípios de Pacoti e Guaramiranga, em torno da Latitude 4° 12'S e da Longitude 38° 54'W. Sua foz localiza-se no município de Aquiraz, na faixa costeira em torno das coordenadas geográficas 3° 49' 05''S e 38° 23' 28''W. O rio banha os municípios de Pacoti, Redenção, Acarape, Pacajus, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz.

Entretanto, optou-se por estudar apenas um trecho do médio curso, 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 desta pesquisa trata de um trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, abrangendo aproximadamente 247,6km², inserida em sua maior parte nos municípios de Redenção e Acarape, conforme a Figura 1.

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



Geologicamente, esse setor da bacia é formado pelas seguintes unidades litoestratigráficas: Complexo Ceará, Granitóides Diversos, e Depósitos Aluviais Recentes ou em Formação.

O Complexo Ceará é uma sequência predominantemente ectinítica constituída de um quartzito seguido de gnaisses, xistos e filitos com níveis de rochas carbonáticas intercalados, preferencialmente, no topo da unidade. Este complexo Ceará subdivide-se em duas unidades: Unidade Independência, formada por paragnaisses e micaxistos aluminosos, incluindo quartzitos, metacalcários, rochas calcissilicáticas e mais raramente anfibólitos. Há ainda ocorrências da Unidade Independência apenas com a presença de calcários e metacalcários. Já a Unidade Canindé é constituída por paragnaisses em níveis distintos de metamorfismo-migmatização, incluindo ortognaisses ácidos, rochas metabásicas, gnaisses dioríticos, metagabros, quartzitos e metacalcários. No povoado de Pau Branco, ao norte do município de Acarape, há ocorrência ainda de rochas metaultramáficas, que apresentam uma granulação bastante grosseira (pegmatito), coloração verde escura e uma mineralogia constituída por vermiculita e diopsídio.

Os Granitóides Diversos (Neoproterozóico- 850 M.A.) são compostos por biotita-granitos, monzogranitos, sienitos, quartzomonzonitos e granitos porfiríticos. Por último, os Depósitos Aluviais, unidade recente (Holoceno- 1,75 Ma) ou em formação, constituídos litologicamente por argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas. Esses aluviões apresentam largura de acordo com o volume e a energia da água e a forma da calha são relativos aos depósitos da planície de inundação fluvial.

Do ponto de vista geomorfológico, esse setor da bacia abrange os Sertões Periféricos do Maciço de Baturité (SOUZA, 2000), marcado pela alternância de relevo plano e suave em alguns setores (200 m) a trechos onde o relevo é ondulado, com altitude em torno de 600m.

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

A caracterização climática para este setor da bacia refere-se aos dados de temperatura e precipitação dos municípios de Redenção e Acarape (FUNCEME, 2008), que se encontram inseridos neste setor da bacia. Os valores anuais de pluviosidade para Redenção oscilam entre 344,5 mm/ano (1993) e 1902,1 mm/ano (2001), já para Acarape oscilam entre 365,6 mm/ano (1993) e 1767,2 mm/ano (1994), resultando numa média total de 1164 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, resultando numa 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, resultando numa média anual de 27,0°C.

De acordo com o levantamento realizado pela EMBRAPA (1999) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 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 fluviolos (12,82 km²).

METODOLOGIA

Os índices adotados neste trabalho estão agrupados em dois itens: parâmetros lineares e parâmetros zonais. Os parâmetros lineares adotados referem-se à hierarquia fluvial, que abrange basicamente a classificação dos cursos d'água dentro da bacia, a relação de bifurcação, o comprimento médio dos canais em cada ordem, a distância vetorial, o comprimento verdadeiro (projeção ortogonal) e o índice de sinuosidade. No tocante aos parâmetros zonais foram calculados a densidade hidrográfica, a densidade de drenagem, a extensão do percurso superficial, o coeficiente de manutenção, o índice de circularidade e o coeficiente de manutenção (HORTON, 1945; STRAHLER, 1952; MILLER, 1953; WISLER e BRATER, 1964; FELTRAN FILHO, 1982; MAIO, 1990; WALCOTT e SUMMERFIELD, 2007). Para a determinação de todos os parâmetros morfométricos foi utilizada a base cartográfica da bacia hidrográfica do rio Pacoti, cedida pela SEMACE, bem como, as ferramentas do software ArcGis10.1.

Parâmetros lineares

No que se refere à hierarquização dos canais fluviais foi utilizada a proposta de Strahler (1952), onde 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, Lm representa o comprimento médio dos canais, Lu o comprimento dos canais em cada ordem, Nu o número de canais de cada ordem.

$$Lm = Lu/Nu \quad (1)$$

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, quanto maior for o índice de bifurcação maior será o grau de dissecação, valores

geralmente abaixo de dois, indicam relevo colinoso. Para determinar a relação de bifurcação foi utilizada a equação 2, onde Rb é a relação de bifurcação, Nu o número de segmentos de determinada ordem e Nu + 1 é o número de segmentos da ordem imediatamente superior.

$$Rb = Nu / Nu + 1 \quad (2)$$

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. Na equação 3, L é o comprimento do canal principal e dv é a distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal.

$$Is = L / dv \quad (3)$$

Parâmetros zonais

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 a aspectos diferentes da textura topográfica. Na equação 4, N é o número de canais e A é a área total da bacia.

$$Dh = N / A \quad (4)$$

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 menos permeáveis, as condições para o escoamento superficial são melhores, possibilitando a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem. Na equação 5, C é o comprimento total dos canais e A é a área total da bacia.

$$Dd = C / A \quad (5)$$

A Extensão do Percurso Superficial (Eps) representa a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente. O resultado obtido também serve para caracterizar a textura

topográfica, sendo calculada através da equação 6, onde Eps é a extensão do percurso superficial e Dd é a densidade de drenagem.

$$Eps = 1 / 2 \times Dd \quad (6)$$

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 7, Dd é a densidade de drenagem.

$$Cm = 1 / Dd \times 1000 \quad (7)$$

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. Na equação 8, A é a área total da bacia e P é a área do círculo de perímetro igual ao da área total da bacia.

$$Ic = 12,57 \cdot A / P^2 \quad (8)$$

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 a grandes enchentes; $1,25 \leq Kc < 1,50$ - bacia com tendência mediana a grandes enchentes; $Kc \geq 1,50$ - bacia não sujeita a grandes enchentes. Na equação 9 Kc é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro (m) e A refere-se área de drenagem (m²).

$$Kc = P / \sqrt{A} \times 0,28 \quad (9)$$

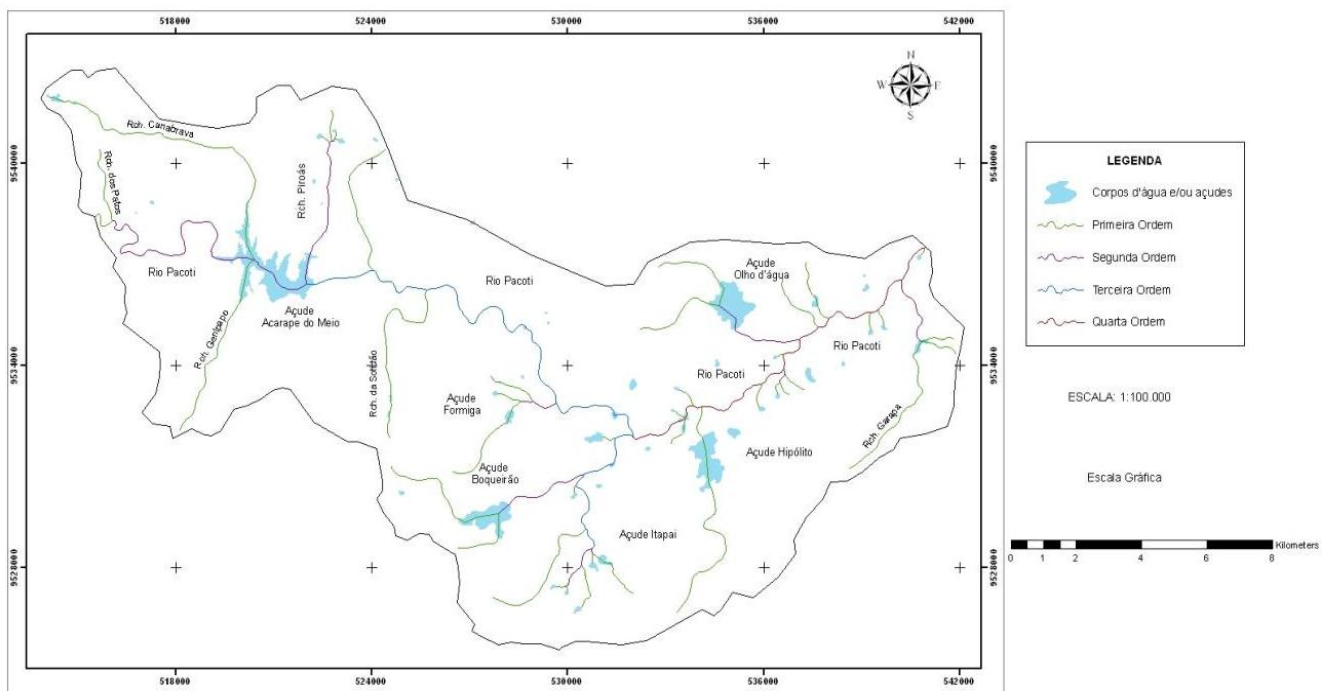
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Parâmetros lineares

A bacia, no trecho de estudo, apresenta uma área em torno 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.

Foi contabilizado um total de 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. 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. A Figura 2 apresenta a hierarquia fluvial para a área em questão.

Figura 2. Hierarquização fluvial da área de estudo



Fonte: base cartográfica do rio Pacoti adaptada da Semace (2009)

SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR
DATUM GEODÉSICO HORIZONTAL SAD69 ZONA 24S

Fonte: Autores, 2010.

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.

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.

Parâmetros zonais

Inicialmente foi analisada a densidade hidrográfica que, assim como a densidade de drenagem (Dd), 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 constatada uma baixa densidade hidrográfica, em torno de 0,21 rios/km², indicando uma baixa tendência à formação de canais.

Outro aspecto avaliado diz respeito à densidade de drenagem, que na área é de 0,56km/km². De acordo com Villela e Matos (1975) esse índice pode variar entre 0,5km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5km/km² ou mais em bacias bem drenadas. Para a área o valor da densidade de drenagem (Dd) encontrado foi da ordem de 0,56km/km², considerado regular dentro da classificação de Villela e Mattos (1975). No entanto, deve-se considerar como uma baixa drenagem se comparada a outras áreas. Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis, o que não justifica, portanto, o valor encontrado para a área (Dd = 0,56 km/km²), tendo em vista a geologia local está representada por rochas do complexo cristalino, consideradas 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. Quando o valor de Dd é superior ao reflete um acentuado controle estrutural, o que reflete num menor número de canais, no entanto, com comprimentos mais elevados.

Um terceiro índice analisado refere-se à Extensão do Percurso Superficial (Eps) que para a área é de 892,8 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).

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, quando 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, proporcionando uma concentração maior de canais naturais e, por sua vez, a maior densidade de drenagem.

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 à erosão, diretamente à ação das chuvas. 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.

Foram avaliados ainda, o Índice de Circularidade (Ic) e o Coeficiente de Compacidade (Kc) da área de estudo. De acordo com os resultados obtidos $Kc = 1,50$ e $Ic = 0,43$, 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) pelo fato de o coeficiente de compacidade apresentar o valor acima da unidade e o índice de circularidade ser menor que 0,51. Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada.

Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1. Uma bacia será mais suscetível a enchentes acentuadas quando seu Kc for mais próximo da unidade. Já um índice de circularidade igual a 0,51 representa um nível moderado de escoamento; maior que 0,51 indica que essa bacia tende a circular; menor que 0,51 a bacia tende a ser mais alongada, o que favorece um maior escoamento.

A Tabela 1 sintetiza os resultados dos parâmetros morfométricos aplicados neste setor da bacia.

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

Parâmetros morfométricos lineares e zonais	Valores obtidos	Interpretação
Área	247,6km ²	representa a área delimitada neste setor do médio curso da bacia.
Comprimento Verdadeiro	38,21km	projeção ortogonal do canal
Distância Vetorial	25,55 km	distância em linha reta do canal

	Ordem dos Canais	Total	Comp. Total (Km)	Comp. Médio (Km)	
Hierarquização Fluvial	1ª ordem	42	81,7	1,94	esses valores indicam um elevado controle estrutural nas nascentes do rio, comandando a formação de cursos fluviais.
	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		1785m ² /m			o valor é elevado indicando que a bacia, no trecho, não é rica em cursos d'água
Extensão do Percurso Superficial		892,8m			o valor encontrado é elevado e indica uma predisposição à erosão.
Densidade de Drenagem		0,56km/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: Autores, 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas é de fundamental importância nos estudos ambientais, pois descreve as características sobre o sistema fluvial e a modelagem do relevo identificando as possíveis alterações antrópicas provocadas dentro desse sistema, bem como na tentativa de compreensão da dinâmica fluvial.

A aplicação de parâmetros morfométricos em um trecho do médio curso do rio Pacoti, resultou em um conjunto de dados consistentes que permitiram avaliar o comportamento hidrogeomorfológico da bacia neste setor e que podem ser utilizados na tomada de decisões no que concernem às políticas públicas voltadas ao planejamento ambiental da área, pois permitiu estabelecer correlações 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 setor estudado da bacia apresenta uma baixa densidade hidrográfica e de drenagem, 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, 1974, 222 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. Manual de Classificação de Solos. Brasília, CNPS, 1999.

FELTRAN FILHO, A. **Contribuição à análise fluviométrica da bacia do rio Piracicaba**. 1982. 188 p. Dissertação (Mestrado). Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1982.

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. C. **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**. [s.l.: s.n.], 1945.

MAIO, C. R. Parâmetros geomorfológicos na identificação de áreas homogêneas. **Cadernos de Geociências**, n.5, p.21-52, jul 1990.

MILLER, V.C. A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain area. **Technical Report**. [s.l.: s.n.], 1953.

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

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

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.

Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará in: LIMA, L. C. ; SOUZA, M. J. N. ; MORAES, J. O. ; **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.

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

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

WALCOTT, R. C.; SUMMERFIELD, M. A. Scale dependence of hypsometric integrals: na analysis of southeast African basins. **Geomorphology**. p.174-186, 2007.

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