PKS PUBLIC KNOWLEDGE PROJECT

REVISTA DE GEOGRAFIA (UFPE)
www.ufpe.br/revistageografia

OJS OPEN JOURNAL SYSTEMS

# PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBA

*Cláudia Fernanda Costa Estevam Marinho[1], Hermes Alves de Almeida[2]*

*[1] Geógrafa, Mestranda em Desenvolvimento Regional, UEPB, Campina Grande, PB, e-mail: nandaestevam10@yahoo.com.br*
*[2] Prof. Dr. Departamento de Geografia, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, PB, e-mail: hermes_almeida@uol.com.br*

*Artigo recebido em 13/02/2013 e aceito em 18/06/2013*

**RESUMO**
O presente trabalho teve como objetivo principal determinar as principais características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, nos trechos denominados de alto curso do Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá, delimitados pela latitude de 06º51'47' a 08º18'12'' S e longitude de 36º00'10'' a 37º21'22'' W, com área drenante de 12.389,14 km$^2$. As análises Linear, Areal e Hipsométrica foram determinadas utilizando-se o software ArcGis 9.3 que permitiu, em ambiente SIG, extrair os seguintes parâmetros morfométricos: área, perímetro, comprimento da bacia, comprimento do rio principal, densidade hidrográfica e de drenagem, índice de forma, amplitude altimétrica, padrão de drenagem, dentre outros. Os principais resultados mostraram que o alto curso do Rio Paraíba tem uma configuração geométrica retangular, comprimento do rio principal de 198 km, gradiente de canais de 0,59 % e sinuosidade retilínea. O padrão de drenagem, predominante, é dentrítica com densidade de 0,76 km/km². A hierarquia fluvial é de 6ª ordem e há 0,622 canais por cada km². A amplitude hipsométrica foi de 845 m, com cota maior de 1.170 m e menor de 325 m. O software ArcGis é uma eficiente ferramenta tecnológica que permite caracterizar e quantificar os parâmetros morfométricos de uma bacia hidrográfica.
**Palavras chaves**: semiárido, hidrografia, morfometria, manejo de bacias hidrográficas.

# MAIN CHARACTERISTICS MORPHOMETRIC OF PARAÍBA'S WATERSHED IN THE UPPER COURSE

**ABSTRACT**
The present work had as main objective to determine the main characteristics morphometric of Paraíba's watershed, in sections called the upper reaches of the Paraiba River and sub-basin of the Taperoá River, delimited by the latitude of 06º51'47' to 08º18'12 " S and longitude of 36º00'10 " to 37º21'22 " W, with area drenante of 12.389,14 km$^2$. The analysis of linear, aerial and hypsometric was prepared with the help of ArcGIS 9.3 software that allowed in a SIG environment, extract the following morphometric parameters: area, perimeter, basin length, length of main river basins and drainage density, index shape, range in height, drainage patterns, among others. The main results showed that Paraíba's watershed in the high course has a rectangular geometric configuration, length of the main river of 198 km, gradient of channels of 0.59 % and sinuosity rectilinear. The pattern of drainage, predominant, is dendritic with density of 0.76 km.km$^{-2}$. The fluvial hierarchy is 6th order and there are 0.622 channels for each km². The width hypsometric was of 845 m, with larger quota of 1.170 m and smaller of 325 m. The software ArcGis is a technology that allows to characterize and to quantify the parameters morphometric of the watershed.
**Keywords**: semi-arid, hydrograph, morphometry, watershed management

## INTRODUÇÃO

As águas correntes que brotam das fontes, mais as águas das chuvas que se escoam superficialmente formam pequenos córregos que se ajuntam, se avolumam, originando-se os rios. Por isso, eles são unidades específicas da natureza que juntamente com outros elementos formam as paisagens (Leinz, 1970).

A deterioração na paisagem natural, especialmente a dos recursos hídricos, tem se revelado em uma das questões mais preocupantes no mundo científico atual, que requer a necessidade de gestão.

Diante disto, a gestão de uma bacia hidrográfica, vem sedimentando-se como um fator integrador, por possibilitar acompanhar as mudanças antrópicas e as suas respectivas respostas da natureza (Guerra & Cunha, 1996).

Rocha & Kurts (2001) citam que o manejo integrado de uma bacia hidrográfica requer a elaboração de onze diagnósticos: físico conservacionista, socioeconômico, sócio ambiental, da água, da vegetação, do solo, da fauna, poluição doméstica (lixo e esgoto), das minerações, da poluição industrial e do diagnóstico do passivo ambiental.

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais (Teodoro et al., 2007) e inicia-se pela hierarquização fluvial, para então determinar-se a análise dos aspectos linear, areal e hipsométrico (Christofoletti, 1980).

Christofoletti (op. cit) destaca que os rios funcionam como canais de escoamento, sendo o escoamento fluvial, parte integrante do ciclo hidrológico, em que sua alimentação ocorre por meio das águas subterrânea e superficial, definindo-se:

> "O escoamento fluvial compreende, portanto, a quantidade total de água que alcança os cursos de água, incluindo o escoamento pluvial, que é imediato, e a parcela das águas precipitadas que só posteriormente, e de modo lento, vai se juntar a eles através da infiltração, p. 65".

Quanto à morfometria da análise linear da rede hidrográfica, Christofoletti (1980) sugere a procura de outros parâmetros, tais como: as relações de bifurcação, o comprimento médio dos canais de cada ordem, o comprimento do rio principal e a extensão do percurso superficial.

Com relação à análise areal, pode-se calcular a área, o comprimento e a forma da bacia, as densidades hidrográfica e de drenagem e o coeficiente de manutenção.

Silva et al., (2004), ressaltam que a análise de aspectos relacionados à drenagem, relevo e geologia pode levar à elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local.

A avaliação da densidade de drenagem, por exemplo, permite que se conheça o potencial da bacia e de seus setores (Beltrame, 1994). A capacidade de drenagem é um indicativo do escoamento superficial e do potencial erosivo.

Villela & Mattos (1975) citam que a densidade de drenagem "varia inversamente com a extensão do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia", Beltrame (1994) ressalta que a densidade pode variar de 0,5 km/km² para bacias de drenagem baixa ou mal drenadas devido a elevada permeabilidade ou precipitação escassa a 3,5 km/km² para bacias bem drenadas ou bacias excepcionalmente bem drenadas, que ocorre em áreas com elevada precipitação pluvial ou em superfícies muito impermeáveis.

No que concerne à forma Rocha & Kurts (2001) ressaltam que bacias hidrográficas de formas retangulares, trapezoidais ou triangulares (figuras geométricas de área mínima) são menos suscetíveis a enchentes do que as bacias no formato circular, oval ou quadrada (figuras geométricas de áreas máximas). Por isso, têm maiores possibilidades de acumular águas de chuvas mais intensas em toda a sua extensão simultaneamente, concentrando grande volume de água no tributário principal.

O presente estudo justifica-se pela importância hídrica que o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e da sub-bacia do Rio Taperoá desempenham para o estado da Paraíba. Diante deste contexto, estabelecer as principais características morfométricas do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba são os objetivos principais deste trabalho.

## MATERIAL E MÉTODOS

A parcela experimental deste trabalho foi o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba que inclui a sub-bacia do Rio Taperoá, localizados entre as latitudes de 06º51'47' e 08º18'12''S e longitude 36º00'10'' e 37º21'22''W, como mostra a Figura 1, e com áreas de drenagens de 12.389,14 km$^2$. O clima do Alto Curso do Rio Paraíba e a sub-bacia do Rio Taperoá, de acordo com a classificação climática de Köeppen, é do tipo BS e subtipo wh', ou seja, semiárido quente e com temperatura média acima de 18Cº, com precipitação pluvial média anual variando de 400 a 600 mm e com estação seca de 8 a 10 meses.

O relevo é ondulado a fortemente ondulado, com variações hipsométricas que atingem a cotas acima de 1.000 metros. É formada por rochas do período pré-cambriano e o tipo de solo predominante é do tipo Bruno não Cálcico de pouca espessura, que cobre todo cristalino, com a presença de solos Litólicos, Regossolos e Cambissolos.

A análise linear, areal e hipsométrica da referida bacia hidrográfica foi determinada com auxílio do software ArcGis 9.3, em ambiente SIG, que permitiu extrair os seguintes parâmetros

morfométrico: área, perímetro, comprimentos da bacia e dos rios, densidade hidrográfica e de drenagem, índice de forma, amplitude altimétrica, declividade, padrão de drenagem, extensão do percurso superficial e coeficiente de manutenção

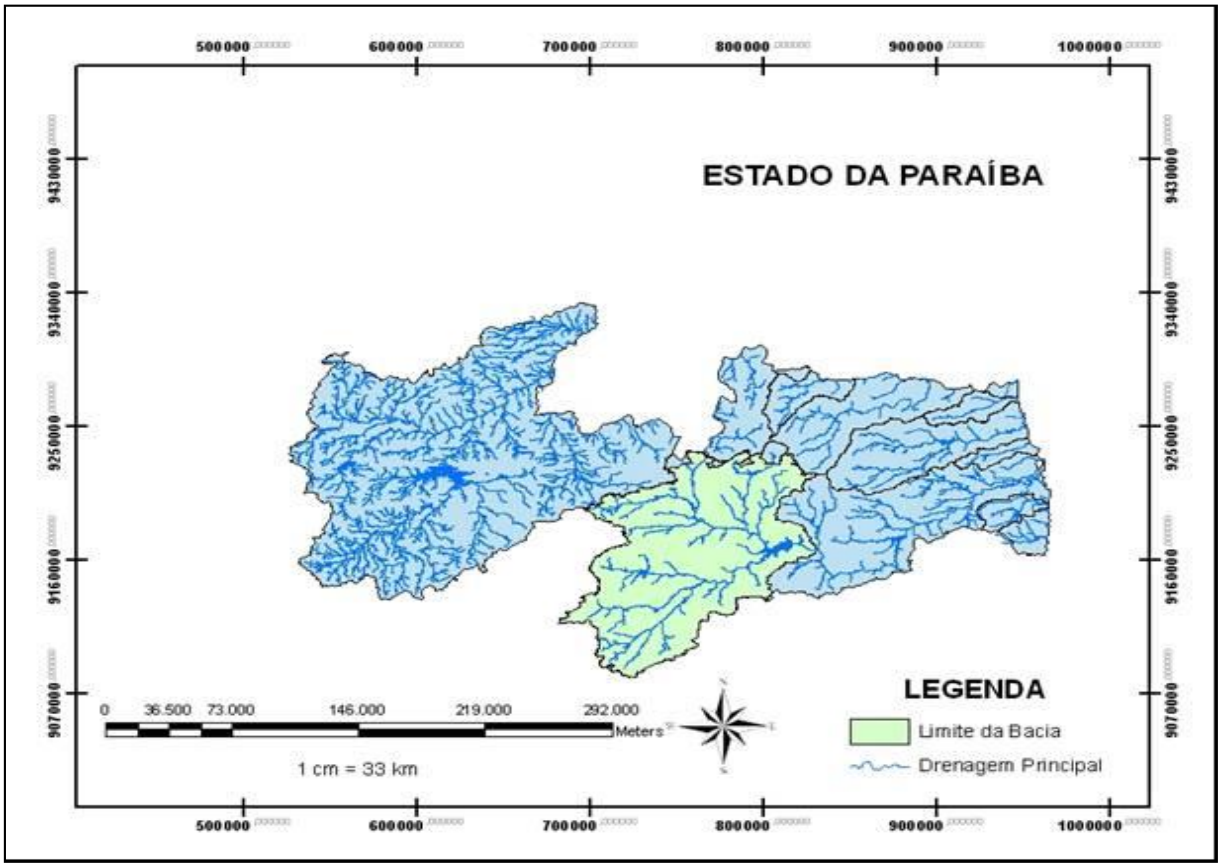


Figura 1 - Mapa geográfico do alto curso da Bacia hidrográfica do Rio Paraíba.

A hierarquia fluvial foi estabelecida usando-se o software CAD (Desenho Auxiliado por Computador).

As características fisiográficas do alto curso e da sub-bacia do Taperoá foram determinadas utilizando-se imagens SRTM, SB-24-Z-B, SB-24-ZD e SC-24-X-B disponíveis no site da EMBRAPA, no formato GEOTIFF, resolução espacial de 90 m, articulação compatível com a escala de 1: 250.000 de acordo com o IBGE, e sistema de coordenadas geográficas datum, WGS-84.

Com relação às imagens SRTM, Valeriano (2008) explica que o projeto Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), advém de trabalhos realizados pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) e a National Imagery and Mapping Agency (NIMA), do Departamento de Defesa (DOD) dos Estados Unidos e das agências espaciais da Alemanha e da Itália.

Destaca, ainda, que o sobrevôo da SRTM ocorreu no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000 em que foram percorridas 16 órbitas por dia, totalizando 176 orbitas. O sobrevôo cobriu 80% da área terrestre do planeta, entre as latitudes 60º N e 56º S.

As imagens SRTM foram transformadas do sistema de coordenadas geográficas WGS-84 para o GCS SAD 69 e da extensão TIFF para o formato GRID, sendo elaborado um mosaico das três imagens e em seguida foi extraído a rede de drenagem e a delimitação da área de drenagem.

Em seguida foi feito o recorte da bacia e a extração das curvas de nível com equidistância de 5m que permitiu a elaboração do modelo digital de elevação (MDE).

A partir deste modelo digital e usando a ferramenta digital slope foram gerados os intervalos percentuais das declividades, cujas classes foram estabelecidas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, proposto pela Embrapa (1999).

Utilizaram-se, ainda, os shapefiles da drenagem principal, dos limites territoriais dos municípios, além das cartas topográficas, em arquivo CAD, na escala de 1:100.000 de Juazeirinho (SB-24-Z-D-II), Boqueirão (SB-24-Z-D-III), Monteiro (SB-24-Z-D-IV), Sumé (SB-24-Z-D-V), Santa Cruz do Capibaribe (SB-24-Z-D-VI), Sertânia (SC-24-X-B-I) e Pesqueira (SC-24-X-B-II), disponíveis no site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa, 2011).

O comprimento do alto curso do Rio Paraíba foi calculado traçando-se uma linha reta da foz do rio a um ponto limítrofe (seguindo o rio principal). Em seguida mediu-se a distância entre os dois extremos da reta.

A forma da bacia foi determinada delimitando-se sua área e sobrepondo-se as figuras geométricas, escolhendo-se a que melhor a representou. O índice de forma foi determinado, usando-se as fórmulas propostas por Rocha & Kurts (2001) e Christofoletti (op. cit.), respectivamente.

$$IF = 1- AnL / A$$

$$IF = 1-(KnL) / (KUL)$$

Sendo: IF= é o índice de forma;

AnL= a interseção da área da bacia com a área da figura;

A = é a área da bacia em hectare;

L = é a área da figura geométrica em hectare;

(KnL) = é a interseção da área da bacia com a área da figura;

(KUL) = é a união das duas áreas.

A densidade hidrográfica (Dh), densidade de drenagem (Dd) e a amplitude altimétrica (Aa, em m) foram calculadas pelas equações.

$$Dh = N/A$$

$$Dd=L/A$$

Sendo: Dh = densidade hidrográfica dos canais ($km^{-2}$);

N = o número total de cursos d'água;

A = área da bacia ($km^2$);

L= comprimento total dos rios (km)

Para interpretar a eficiência da drenagem da bacia, usando-se a fórmula citada por Cardoso et al. (2006), escolheu-se o critério de classificação proposta por Beltrame (*op. cit*), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Classes de interpretação da densidade de drenagem, conforme Beltrame (*op. cit*).

| Classes de densidade de drenagem ($km.km^{-2}$) | Interpretação |
|---|---|
| Menor que 0,50 | Baixa densidade de drenagem |
| De 0,50 a 2,00 | Mediana densidade de drenagem |
| De 2,01 a 3,50 | Alta densidade de drenagem |
| Maior que 3,50 | Muito alta densidade de drenagem |

A extensão do percurso superficial (Eps) foi determinada pela expressão citada por (CHRISTOFOLETTI, *op. cit*).

$$Eps= 1/2Dd$$

A hierarquia fluvial foi estabelecida de acordo com o método proposto por Strahler (1952), apud Christofoletti (*op. cit.*) que estabelece que os menores canais, sem tributários, são considerados de primeira ordem, os de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem, e assim sucessivamente.

O coeficiente de manutenção foi estabelecido mediante a seguinte expressão proposta por Schumm (1956), apud (CHRISTOFOLETTI, *op. cit*).

$$Cm = 1/Dd * 1000$$

A relação de relevo foi calculada pela expressão proposta por Schumm (1956) apud (LANA et al. , 2001):

$$Rr = \frac{\Delta a}{L}$$

Sendo: $\Delta$ a = amplitude altimétrica;

L= comprimento do canal principal;

O gradiente dos canais foi determinado pela relação entre a cota de altitude máxima (amax) e o comprimento do canal principal (L), mediante a expressão proposta por (HORTON, 1945):

$$Gc = amax / L$$

O índice de sinuosidade foi calculado mediante expressão proposta por Schumm (1963), apud (LANA et al. *op. cit*.):

$$Is = \frac{L}{dv}$$

Sendo: L = comprimento do canal principal;

dv = distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal.

As análises estatísticas, cálculos e confecções de gráficos e tabelas foram feitos utilizando-se a planilha Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos procedimentos mais comum nas análises hidrológicas ou ambientais. As diferentes formas de relevo presentes na superfície terrestre são oriundas da interação entre processos tectônicos, pedogênicos e intempéricos, que atuam de forma diversificada nos diferentes materiais rochosos.

No intuito de quantificar os indicadores físicos do Alto curso do Rio Paraíba e da sub-bacia do Rio Taperoá, utilizou-se o método da análise morfométrica, cujos parâmetros são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do alto curso do Rio Paraíba.

| **Hierarquia Fluvial** | |
|---|---|
| 6ª Ordem | |
| **Análise Linear** | |
| Comprimento do Rio Principal | 198 km |
| Gradiente de Canais | 0,59% |
| Índice de Sinuosidade | 1,27 |
| Extensão do Percurso Superficial | 0,652 km |
| **Análise Areal** | |
| Área | 12.368 km² |
| Perímetro | 818 km |
| Padrão de Drenagem | Dentritica |
| Comprimento da Bacia | 156,5 km |
| Comprimento dos rios | 9.483 km |
| Densidade Hidrográfica | 0,622 canais/km² |
| Densidade de Drenagem | 0,76 km/km² |
| Coeficiente de Manutenção | 130,4 m²/m |
| Índice de Forma | 0,595 e 0,03 |
| **Análise Hipsométrica** | |
| Cota de Altitude Mais Alta | 1.170 m |
| Cota de Altitude Mais Baixa | 325 m |
| Amplitude Altimétrica | 845 m |
| Relação de Relevo | 0,43% |

Com relação à análise linear, o comprimento do Rio principal é de 198 km e o valor do gradiente de canais foi de 0,59 %. O gradiente é um indicativo da declividade do curso d'água, como afirma Horton (*op. cit.)* e o baixo valor encontrado está de acordo com o obtido por Lana, Alves & Castro (2001), para a bacia do Rio do Tanque, Minas Gerais.

O índice de sinuosidade de acordo com Schumm (1963), apud Lana, Alves & Castro (*op. cit*.), relaciona o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal. Destaca-se que valor próximo a 1,0 indica que o canal tende a ser retilíneo, já os valores superiores a 2,0; sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais e irregulares.

O valor da sinuosidade de 1,27 indica que o rio principal do Alto curso do Rio Paraíba tende a ser retilíneo, condição essa que favorece um maior transporte de sedimentos como cita (Antoneli & Thomaz, 2007).

A extensão do percurso superficial é de 0,652 km. Como definiu Christofoletti (*op. cit*), o percurso superficial representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente. Esse espaço percorrido pelo fluído é um parâmetro importante do curso d'água, por indicar tanto o desenvolvimento hidrológico quanto o fisiográfico da bacia de drenagem.

No que se refere à análise areal, o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá apresenta área de 12.365 km² e o perímetro de 818 km.

O padrão de drenagem, ou rede de drenagem, representa o formato ou o aspecto traçado pelo conjunto dos talvegues de uma bacia hidrográfica. Este padrão está intimamente relacionado às características geológicas e geotectônicas da área, sendo, por isso, um indicador importante para o diagnóstico físico.

O padrão de drenagem da referida bacia é predominantemente dentrítica, com alguns recortes territoriais subparalelo e até paralelo. Os rios têm orientação preferencial de oeste para leste e são em grande parte consequentes e subsequentes (Tabela 2).

Os comprimentos da bacia e dos rios foram, respectivamente, de 156,5 e de 9.483 km. Já, a densidade hidrográfica que expressa à relação entre o número de rios e a área da bacia hidrográfica foi de 0,622 canais/km² (Tabela 2). Essa característica geométrica do alto curso do rio Paraíba mostra uma densidade baixa, ou seja, menos de um canal por km².

O coeficiente de manutenção é um indicativo da área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento que na bacia em estudo é de 130,4 m²/m.

A densidade de drenagem de 0,76 km/km² (Tabela 2), considerada de média densidade, coincide com a Dd encontrada por Feitosa et al. (2011) para a bacia hidrográfica do Rio Pajeú, PE.

No que concerne à análise hipsométrica, a cota de altitude mais alta foi de 1.170 m e a mais baixa de 325 m. A amplitude altimétrica que representa a diferença entre o ponto de maior altitude e o ponto mais baixo foi de 845m.

Quanto ao relevo considera-se a relação existente entre a amplitude altimétrica máxima da bacia e a maior extensão. O valor encontrado foi de 0,43 % (Tabela 2), o que mostra, portanto, que o alto curso possui relevo relativamente suave.

A hierarquia de uma bacia hidrográfica consiste em estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada). A Figura 2 apresenta a hierarquia fluvial do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e da sub-bacia do Rio Taperoá.

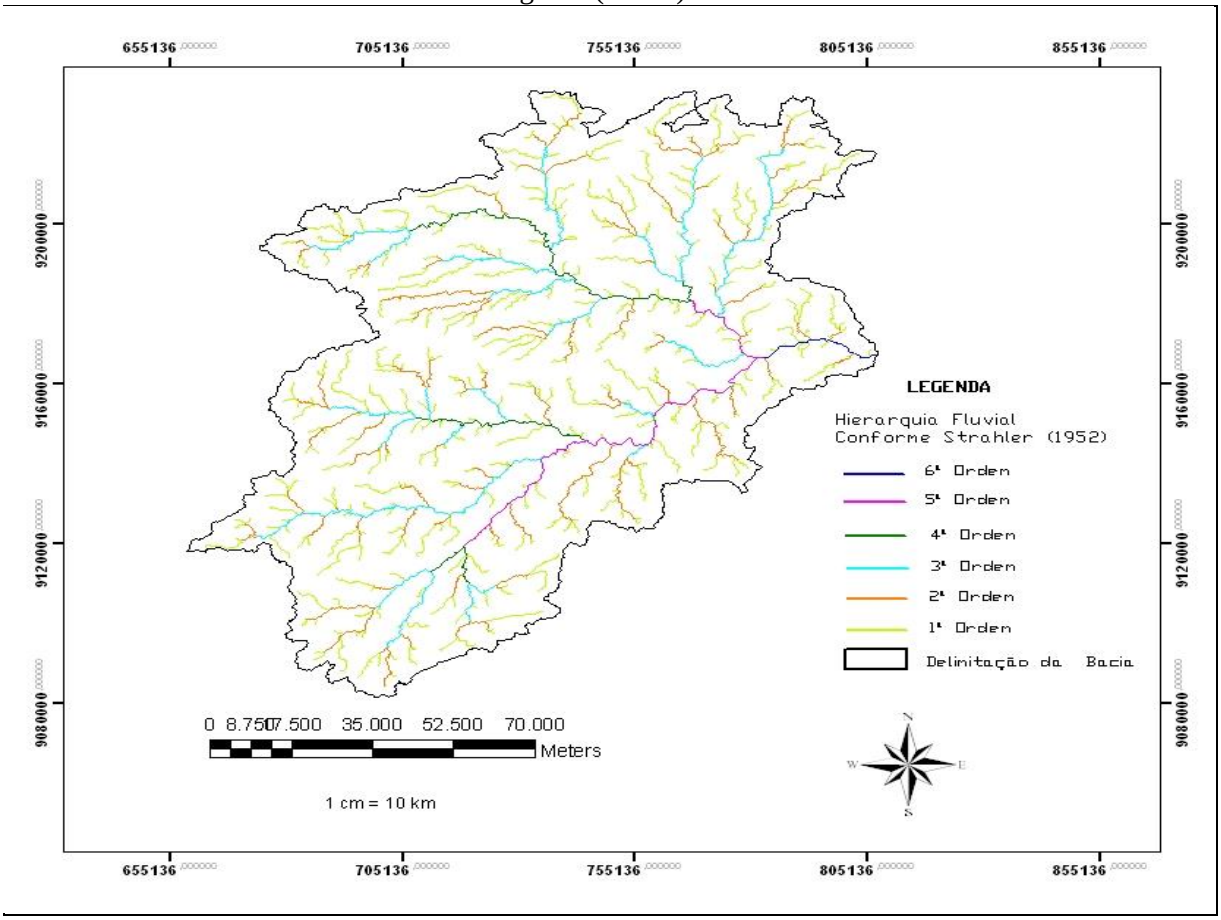


Figura 2. Hierarquia fluvial do alto curso da bacia hidrográfica rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá.

A hierarquização do alto curso do Rio Paraíba (Figura 2), demonstra que o referido manancial é de 6ª ordem e o sistema de drenagem tem uma boa ramificação, sendo composta por um grande número de tributários de 1ª ordem.

O total e o comprimento dos rios, calculados usando três escalas de transformação são mostrados na Tabela 3. Como pode ser observado na referida Tabela, a depender da escala usada para transformar a imagem raster em vetor a variação do número de rios e/ou do comprimento é muito grande. Por isso, recomenda-se o uso do valor intermediário que corresponde a 7.687 rios e comprimento de 9.483 km.

Tabela 3. Transformação da imagem do formato raster em vetor.

| | Expressão | | |
|---|---|---|---|
| | 1.000 | 100 | 10 |
| Total de rios | 815 | 7.687 | 26.276 |
| Comprimento dos rios | 3.277 km | 9.483 km | 62.450 km |

Acredita-se, que seja necessário usar imagens de satélite para acrescentar ao fundo da modelagem obtida para efeito de comparação e para que seja alcançada melhor precisão, ao calcular-se, a densidade hidrográfica e a densidade de drenagem.

Os ajustes de formas do alto curso do Rio Paraíba em relação aos modelos teóricos referentes à figura geométrica conhecida, tais como: triangular, circular e retangular são mostrados nas Figuras 3, 4 e 5, respectivamente.

Das formas testadas, a que mais se aproximou foi a da Figura geométrica de um retângulo (Figura 5).

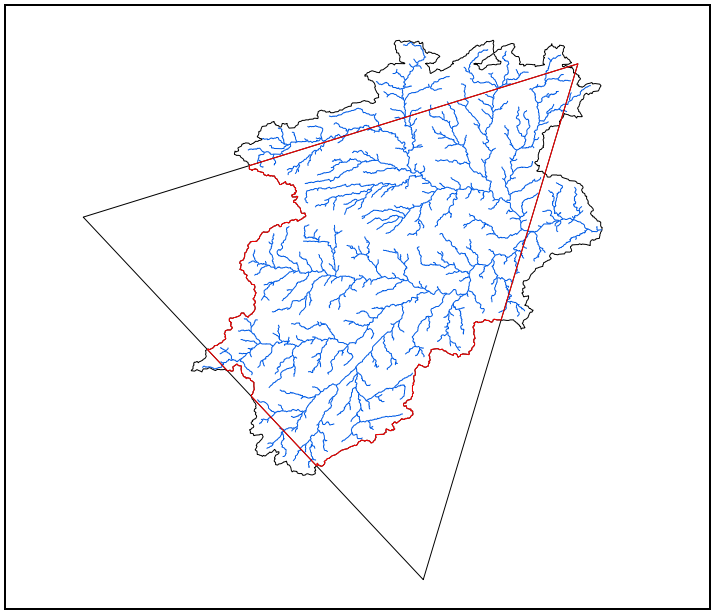

Figura 3. Modelo de forma geométrica de uma bacia hidrográfica triangular.

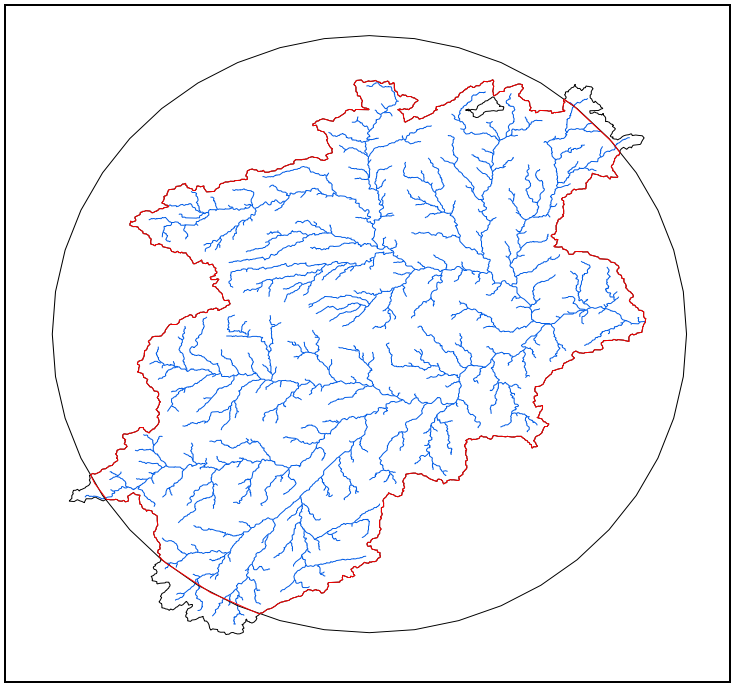

Figura 4. Modelo de forma geométrica de uma bacia hidrográfica circular.

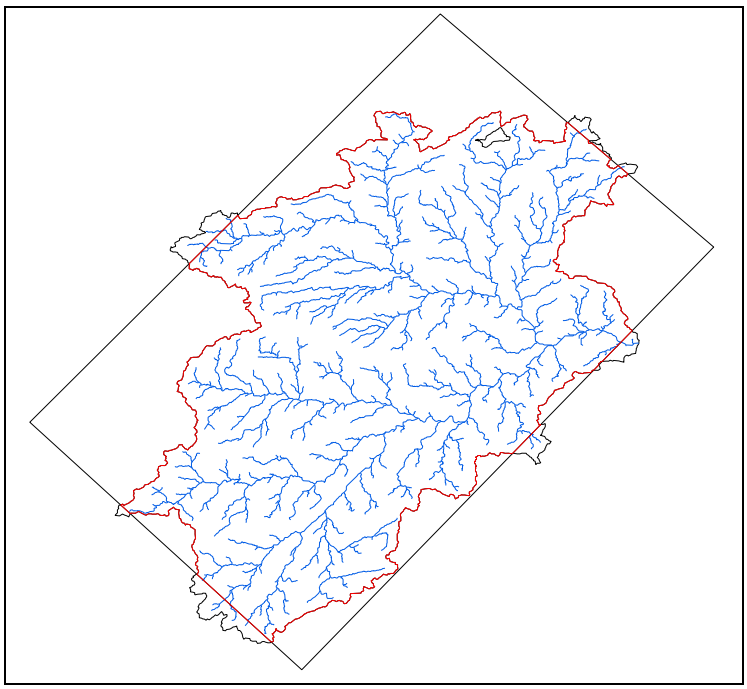

Figura 5. Modelo de forma geométrica de uma bacia hidrográfica retangular.

De acordo com os cálculos elaborados para as três figuras geométricas, os menores índices de forma encontrados foram 0,595 e 0,03 (Tabela 2) sendo a forma da bacia, retangular (figura geométrica de área mínima) e, portanto, menos suscetível às enchentes.

A Figura 6 mostra o modelo digital de elevação (MDE) elaborado para o alto curso da bacia hidrográfica Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá.

Constata-se a partir do MDE (Figura 6) que o alto curso da bacia hidrográfica Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá possuem as menores altitudes, 325 m, no município de Boqueirão em que se localiza o açude Epitácio Pessoa, ressalta-se que nesta área destacam-se as Serras de Caturité e de Carnoió que ultrapassam os 700 m, esta na margem direita e aquela na margem esquerda do referido manancial.

Observa-se que as altitudes aumentam gradualmente tanto no sentido leste/oeste quanto sul, região mais elevada da bacia em que apresenta altitude máxima de 1.170 m na Serra da Serraria no município de São João do Tigre na divisa do Estado da Paraíba com o de Pernambuco.

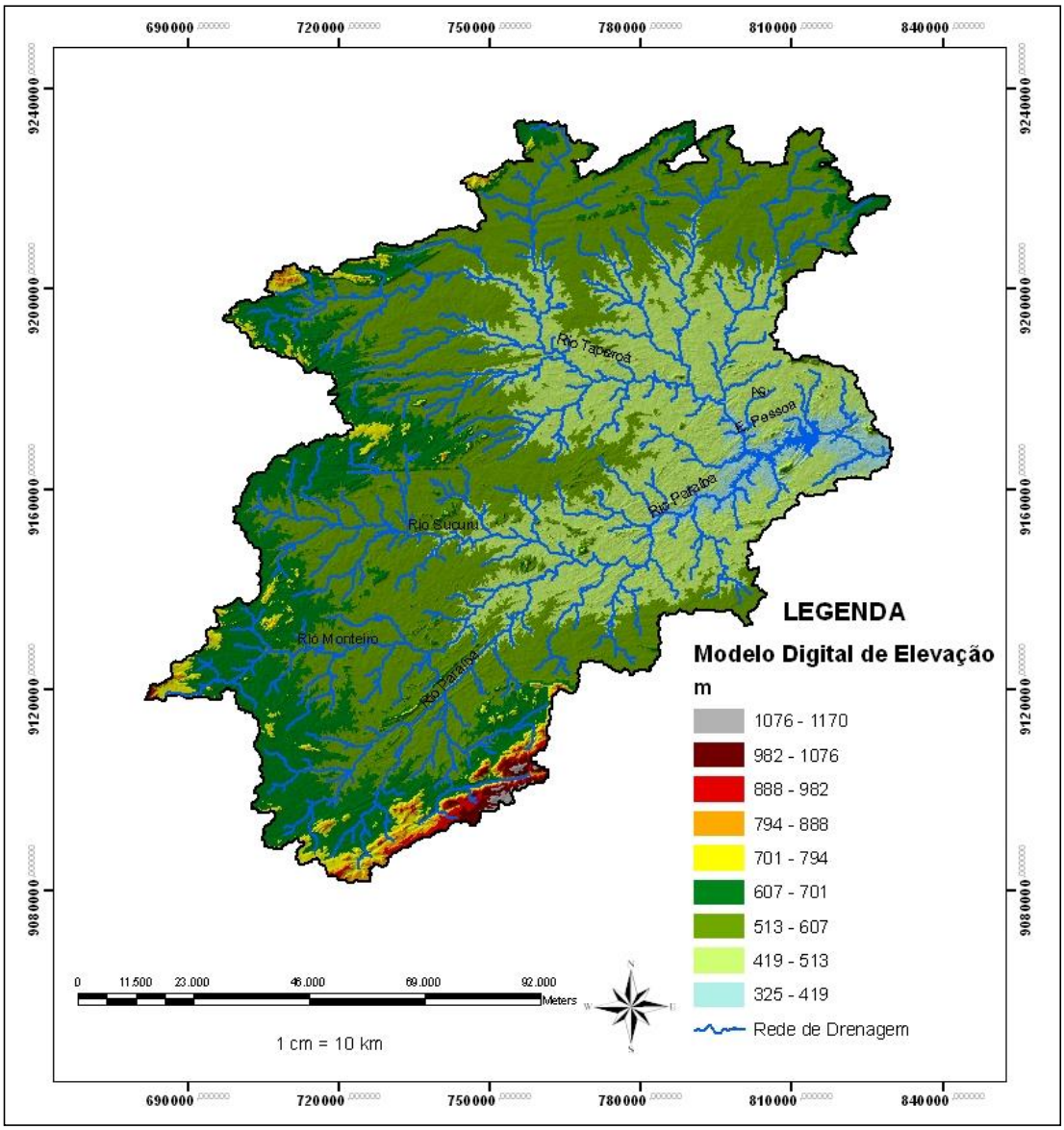


Figura 6. Modelo Digital de Elevação do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá.

As Figuras 7 e 8 mostram o mapa de declividade da bacia hidrográfica do alto curso do Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá com a rede de drenagem e os municípios que a compõem, respectivamente.

De modo geral, a bacia apresenta baixas declividades, em que predominam os relevos planos e planos ondulados, cujas declividades estão entre 0 e 8% (Figuras 7 e 8), observam-se áreas pontuais que apresentam relevo ondulado por toda bacia, destaca-se que há uma concentração das maiores declividades nas extremidades da porção sul, especialmente no município de São João do Tigre que apresenta declividades entre 8 e 20% em significativa parte

do seu território, e algumas áreas com declividade de 20 a 45%, tidas como fortemente onduladas, além de pequenos recortes territoriais que possuem relevo montanhoso, apresentando declividades entre 45 a 75%.

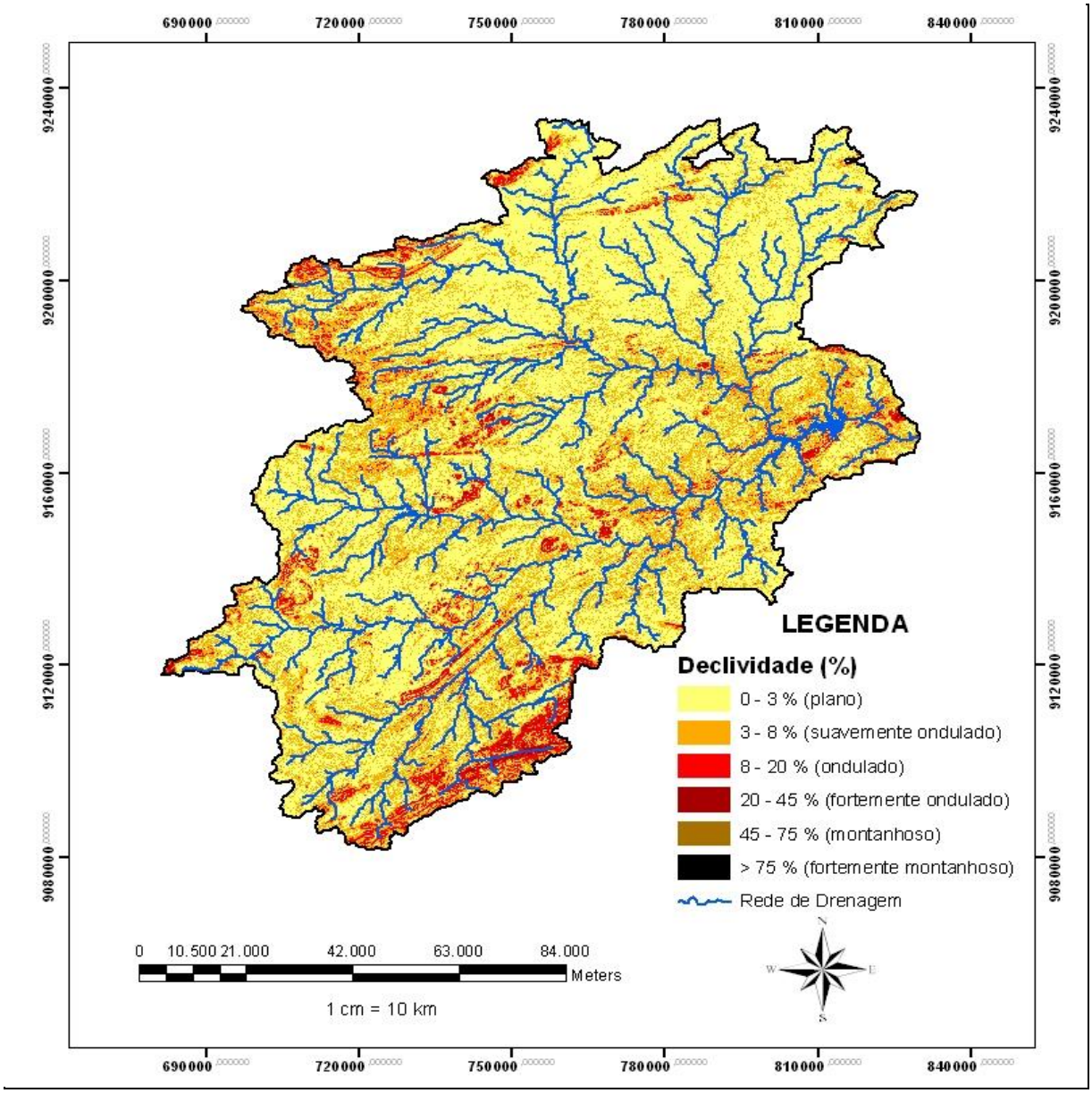


Figura 7. Declividade média do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá.

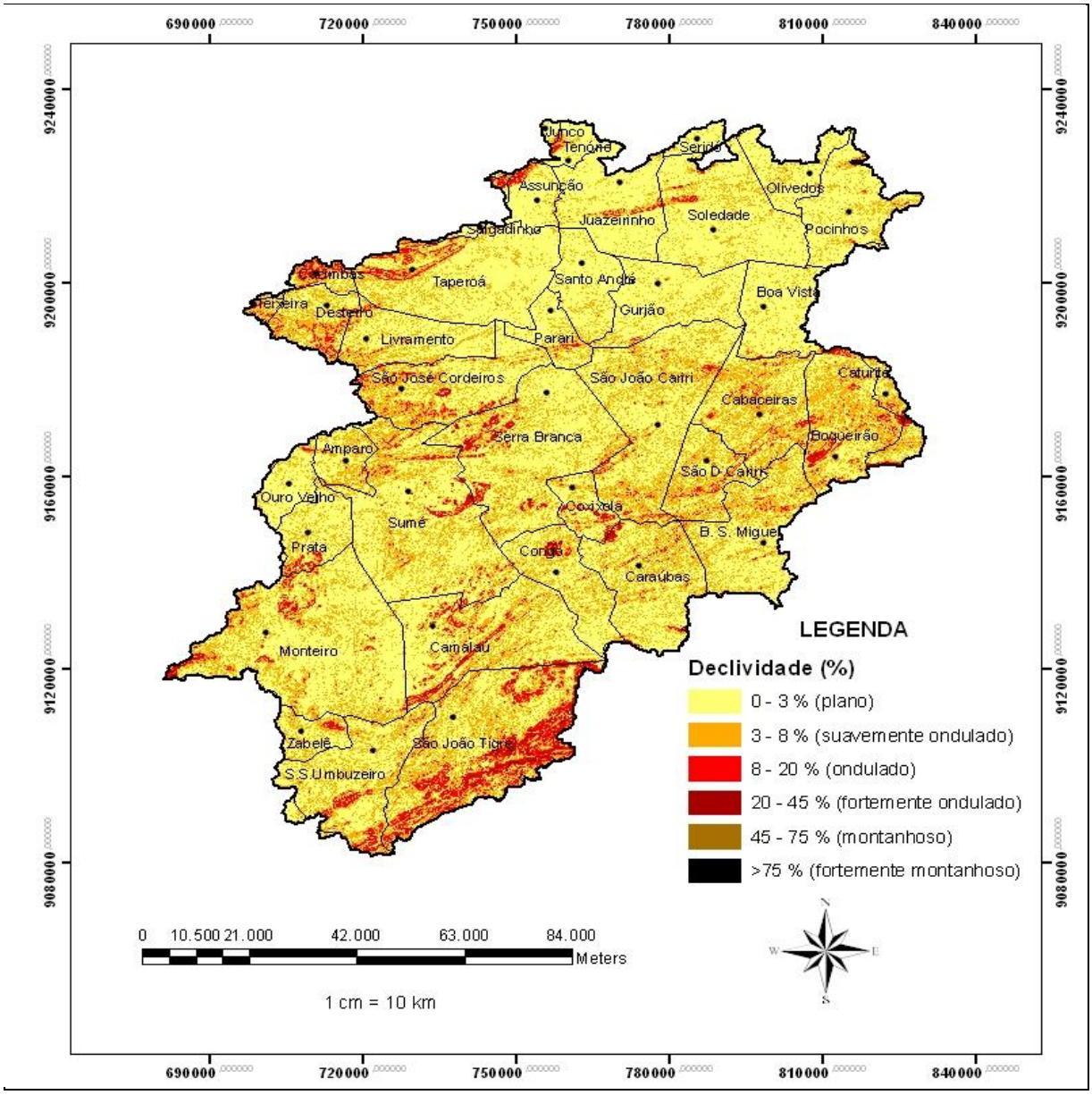


Figura 8. Declividade média e respectivos municípios que compõem o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

a) O comprimento do rio principal do alto curso do Rio Paraíba é de 198 km, o gradiente dos canais é de 0,59 % e a sinuosidade é retilínea;

b) A extensão do percurso superficial é de 0,652 km;

c) A Figura geométrica do alto curso do Rio Paraíba assemelha-se a de um retangular (de área mínima);

d) A densidade de drenagem é de 0,76 km/km² e o padrão de drenagem é dentrítica;

e) A hierarquia fluvial é de 6ª ordem, tem um expressivo número de tributários de 1ª ordem e o desenho assemelha-se aos ramos de uma árvore;

f) A amplitude hipsométrica foi de 845 m, com cota maior de 1.170 m e menor de 325 m;

g) As maiores altitudes e declividades situam-se em São João do Tigre, variando de 1.076 a 1.170 m e de 45 a 75 %, respectivamente;

h) A densidade hidrográfica foi de 0,622 canais por cada km²;

i) O relevo é suave e a relação de relevo foi de 0,43 %;

j) Comprova-se a eficácia do software ArcGis na caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica e, portanto, é uma ferramenta relevante na elaboração/ planejamento de políticas públicas.

h) Destarte, a caracterização da referida bacia desempenha papel relevante para elaboração de políticas públicas competentes aos diversos órgãos gestores, como, IBAMA, SUDEMA, DNOCS, AESA, ANA, dentre outros, uma vez que dar subsídios para que seja feito o planejamento acerca do uso do solo, dos recursos hídricos, áreas a serem protegidas, dentre outras medidas que podem contribuir para o uso sustentável dos recursos naturais desse recorte territorial.

## BIBLIOGRAFIA

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Geoportal, Acervo de mapas. Disponível em: http://geo.aesa.pb.gov.br/. Acesso em: 20 nov. 2010.

ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. Rev. Caminhos da Geografia. Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, 2007.

BELTRAME, A. V. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994, 83p.

FEITOSA, A.; SANTOS, B. O.; ARÁUJO, M. S. B. Caracterização morfométrica e identificação de áreas susceptíveis a erosão na bacia do Rio Pajeú, PE: o estudo de caso da Bacia do Rio Pajeú, PE. Revista Brasileira de Geografia Física, v.4, n.4, p.820-836, 2011.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG – Brasil. Revista Escola de Minas. v. 54 no. 2, 2001.

CARDOSO, C.A. ; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P.B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.2, 2006, p.241-248.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2ª ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B; Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p. 337-339.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. GeolSoc. Am. Bull. v.56, n.3, p.275-370, 1945.

LEINZ, V., AMARAL, S. E. Geologia Geral. 5ª ed. São Paulo: Editora Nacional, 1970, 118p.

ROCHA, J. S. M. da; KURTS, S. M. J. M. Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas. 4 ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001. 120p.

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E., CAMARGO, P.B. Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas. São Carlos: RiMA, 2004, 140p.

TEODORO, V. L.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L. ; FULLER, B. B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. In: REVISTA UNIARA: Revista do Centro Universitário de Araraquara, Araraquara/SP. n. 20, 2007, p. 137-156.

VALERIANO, M. M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti (org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975, 16p.