ANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO BOI PINTADO EM SANTO ANTÔNIO DA PLATINA – PR

ANALYSIS OF THE MORPHOMETRIC PARAMETERS OF STREAN BOI PINTADO IN SANTO ANTÔNIO DA PLATINA – PR

Lucas Matheus Depieri[1]
Luciano Nardini Gomes[2]
Mariana Sayuri Jesus de Souza[3]
Rafael Calore Nardini[4]
Rigoberto Lázaro Prieto Cainzos[5]

RESUMO: A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) cada vez mais substitui com eficácia os métodos tradicionais de obtenção de informações pertinentes ao planejamento rural e ambiental. Neste contexto, o presente trabalho objetivou utilizar um software de desenho assistido na obtenção de dados visando analise dos parâmetros morfométricos do Ribeirão Boi Pintado, município de Santo Antônio da Platina - PR. Apoiado na carta SF 22-Z-C-II-4 do IBGE georreferenciada, utilizando o AutoCAD Raster Design Educacional, foram digitalizadas a altimetria, hidrografia e perímetro da bacia em que o município se encontra. De posse do arquivo em vetor, utilizando o mesmo software, foram levantados parâmetros que possibilitaram analisar toda a morfometria da bacia hidrográfica em estudo. Dentre todos os resultados obtidos podemos destacar que a bacia possui uma área de 123,847Km² com uma declividade média de 10,7% e uma altitude média de 571m. Com compilação dos resultados obtidos da vetorização, foi possível determinar a densidade de drenagem, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade do Ribeirão Boi Pintado, e nos permitiu inferir que o referido recorte de planejamento tem baixa tendência às enchentes e tendência mediana ao escoamento superficial.

Palavras-chave: Conservação de solo. Parâmetros morfometricos. AutoCAD.

1 Possui graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Estadual de Londrina (2014).
2 Possui graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Estadual de Mesquita Filho (2003). Mestrado (2005) e Doutorado (2009) em Agronomia, área de Irrigação e Drenagem pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Londrina - PR. E-mail: lunago@gmail.com.
3 Aluna de Mestrado no curso de pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina.
E-mail: mary_sayuri89@hotmail.com.
4 Possui graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (2005). Mestrado (2010) e Doutorado (2013) em Agronomia, área de Irrigação e Drenagem pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Londrina - PR. E-mail: rcnardini@hotmail.com.
5 Possui graduação em Geofísica pelo Instituto Superior Politécnico Jose Antonio Echeverria (1982). Doutorado em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas (2001). Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Londrina - PR. E-mail: rpcaizos@hotmail.com.

Artigo recebido em agosto de 2017 e aceito para publicação em outubro de 2018.

ABSTRACT: The use of Geographical Information Systems (GIS) is increasingly replacing traditional methods of obtaining information relevant to rural and environmental planning. In this context, the present work aimed to use assisted design software to obtain data for the analysis of the morphometric parameters of stream Boi Pintado, municipality of Santo Antonio da Platina – PR. Based on the georeferenced IBGE letter SF 22-Z-C-II-4, using the AutoCAD Raster Educational Design, the altimetry, hydrography and perimeter of the basin where the municipality was located were digitized. With the vector file, using the same software, parameters were raised that allowed to analyze all the morphometry of the hydrographic basin under study. Among all the results, we can highlight that the basin has an area of 123.847Km² with an average slope of 10.7% and an average altitude of 571m. With the compilation of the results obtained from the vectorization, it was possible to determine the drainage density, shape factor, circularity index and compactness coefficient of stream Boi Pintado, and allowed us to infer that this planning cutback has low tendency to floods and medium tendency to surface runoff.

Keywords: Soil conservation. Morphometric parameters. AutoCAD.

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Ribeirão Boi Pintado esta localizada na região em que se encontra a cidade de Santo Antonio da Platina, localizada no Norte Pioneiro do Estado do Paraná, com uma área de 721.625 km², é um dos 34 Municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas, que nasce na Serra de Furnas, no Município de Piraí do Sul a oeste da Escarpa Devoniana e corre em direção ao rio Paranapanema, trajeto pelo qual recebe diversos afuentes, como o rio Laranjinha e o rio Jacarezinho. Possui uma extensão de 240 Km e sua bacia abrange uma área de drenagem total aproximada de 9.650 Km² e a agropecuaria é a principal da bacia com destaque à cultura de cana e pastagens para pecuária extensiva.

Segundo Tucci (2002) bacia hidrográfica é o local em que ocorre a captação natural da água precipitada que escoa para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.

Segundo Schiavetti & Camargo (2002) bacia hidrográfica é o conjunto de terras que são drenadas por um corpo d'água principal e juntamente com seus afluentes e representam a unidade mais apropriada para o estudo tanto qualitativo quanto quantitativo da água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes.

Segundo Cantalice (2005) a erosão em sulcos constitui a segunda fase evolutiva do processo físico da erosão hídrica do solo, que é marcada pela mudança da forma do escoamento. De difuso, sobre a superfície do solo, na fase inicial da erosão em entres sulcos, tal processo concentra-se, na segunda fase, em pequenas depressões da superfície do solo chamadas de sulcos de erosão. Quando isso ocorre, a lâmina de escoamento desenvolve maior tensão de cisalhamento pelo aumento de espessura, elevando, portanto, a capacidade do escoamento em desagregar o solo. Em condições naturais, esses pequenos canais ocorrem de forma espaçada e aleatória, formando uma rede de canais que pode desagregar e transportar grande quantidade de solo.

Segundo Panquestor et al. (2002) a análise dos parâmetros morfométricos pelo emprego de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) e Sistema de Informação Geográfica (SIG) constitui um instrumento adequado para análise ambiental, pois fornece uma visão integrada da paisagem dentro de um ambiente computacional. A compartimentação geomorfológica neste ambiente auxilia o diagnóstico ambiental e estudos para a realocação das atividades humanas.

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características morfológicas, ou seja, área, forma, topografia, geologia, solo, cobertura vegetal etc. A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos. Para podermos entender o funcionamento de uma bacia, e suas manifestações de forma (a área da bacia, sua forma geométrica, etc.), de processos (escoamento superficial, deflúvio, etc.) e suas inter-relações. E para isso vários parâmetros físicos foram desenvolvidos, alguns deles aplicáveis à bacia como um todo, enquanto que outros relativos a apenas algumas características do sistema. O importante é reconhecer que nenhum desses parâmetros deve ser entendido como capaz de simplificar a complexa dinâmica da bacia hidrográfica, a qual inclusive tem magnitude temporal (DE PAULA LIMA,2008).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Para os cálculos dos parâmetros morfométricos foram utilizador Notebook Samsung, processador Intel Core I7 com 8 GB de memória RAM e HD de 1 TB. Softwares AutoCAD Map 3d Raster Design 2014 (versão educacional); Google Earth e base cartográfica Carta Topográfica SF.22-Z-C-II-4 do IBGE, referente ao Município de Santo Antonio da Platina-PR (fornecido pelo ITCG).

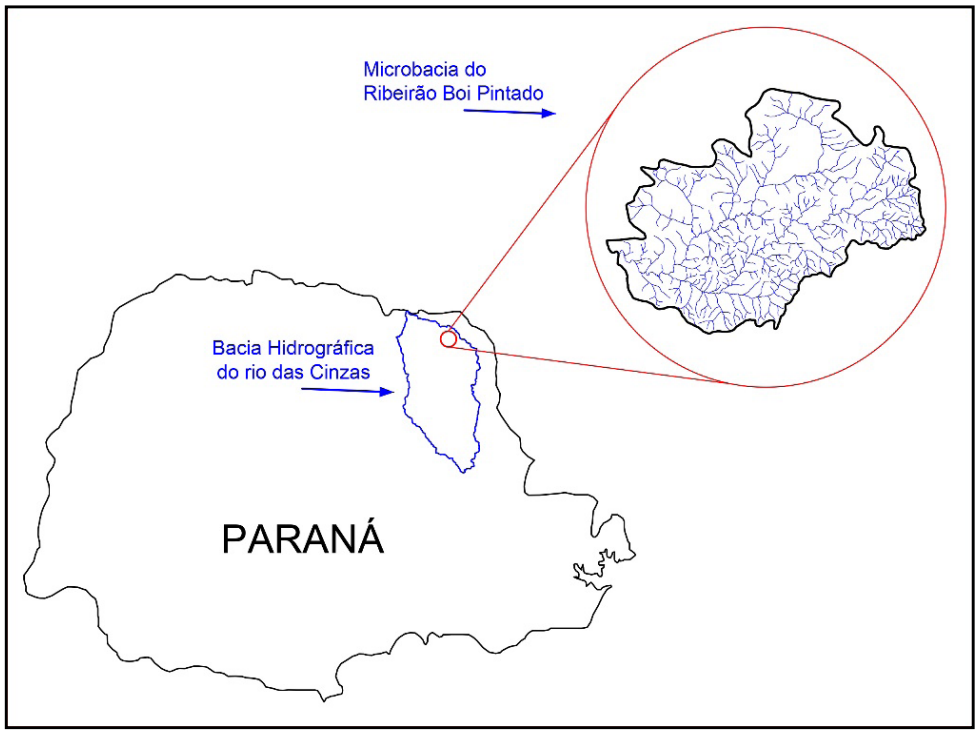

Figura 1. Localização da bacia do Rio das Cinzas no Estado do Paraná.

2.2 Métodologia

A carta topográfica do Município de Santo Antonio da Platina foi tratada no software AutoCAD Map 3d Raster Design 2014 (versão educacional). Apesar de se tratar

de uma versão educacional (gratuito), o referido software apresenta todas as ferramentas e funções do programa profissional.

A sequência para o georreferenciamento das cartas no AutoCAD é: Inserção – Recorte - Georreferenciamento.

A inserção das cartas em formato .tiff foi necessária para possibilitar a digitalização, utilizando a imagem como pano de fundo, realizado através dos comandos Insert – Attach.

No recorte, apenas a área útil da carta será mantida, sendo descartadas todas informações de legendas e convenções. Tal procedimento é realizado através dos comandos Raster tools – Crop – Polygonal Region.

Para o georreferenciamento, é necessário criar um grid no AutoCAD, com as coordenadas UTMs da carta para ser utilizado como pontos de controle para a imagem que já foi inserida e recortada. Cada ponto de controle do grid UTM criado será base para cruzamento com o grid da carta, conforme a Figura 01.

No AutoCAD, os comandos para realizar o georreferenciamento são: Raster Tools – Rubber Sheet. Através do comando Add Points é possível correlacionar a imagem inserida com as coordenadas UTMs criadas no grid.

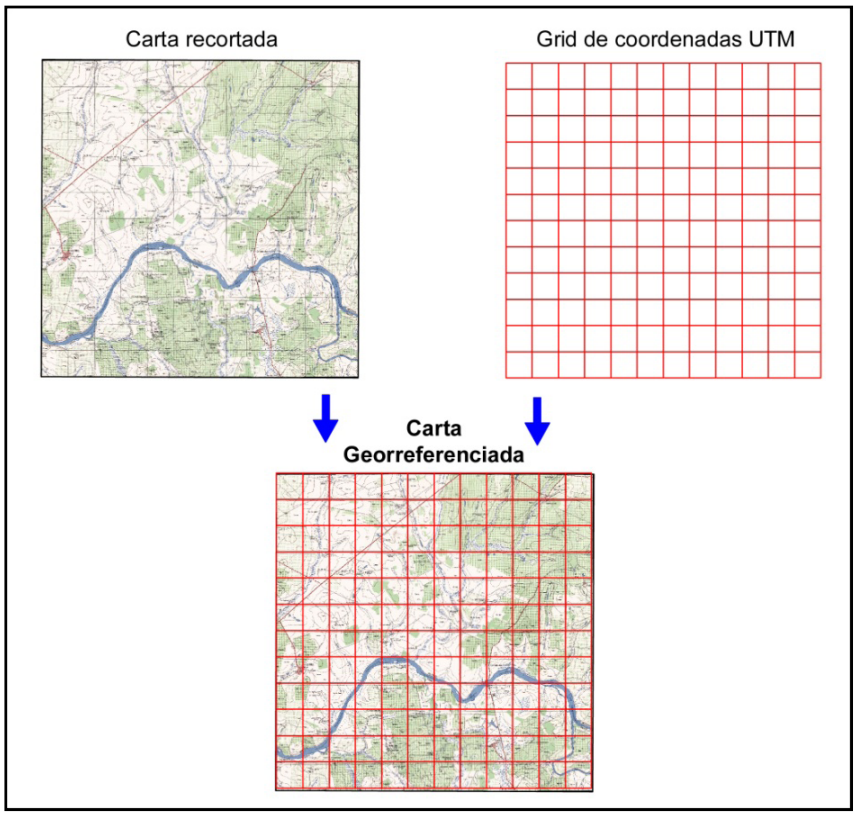

Figura 2. Representação do grid para georreferenciamento das cartas

Depois do georreferenciamento da carta a área da bacia foi identificada e marcada e com o comando *Polyline* foi realizado a digitalização da rede hidrográfica e altimetria da bacia com o comando *polyline* e com os comandos.

Posteriormente a digitalização da carta com a janela de propriedades (*Properties*) do *AutoCAD*, aberta foi possível obter todos os dados da bacia hidrográfica pertinentes ao planejamento do trabalho como os comprimentos dos rios, área das bacias, e a contagem dos rios, cotar as curvar de nível (de 20 em 20 metros).

2.3 Cálculo dos Parâmetros Morfométricos

Os parâmetros calculados neste trabalho tiveram como base vários autores como Horton (1945), Schumm (1956), Christofoletti (1969), Silva (2011), Freitas, Kloss e Silva (2012) e Nardini (2014).

Primeiramente foram coletados os parâmetros dimensionais pertinentes aos cálculos dos parâmetros morfometricos como o perímetro (P) e área (A) da bacia, comprimento do rio principal (Ccp) que corresponde à representação horizontal das sinuosidades do rio principal, de sua nascente até a foz, comprimento total da rede de drenagem (Cr) que é a somatória do comprimento de todos os rios da bacia, maior largura (L) que corta transversalmente o vale principal, maior comprimento (C), correspondente a aproximadamente a direção do vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de água, Comprimento das cotas (Cn) que é a somatória dos comprimentos das curvas de nível, Maior altitude (MA) que é o ponto mais alto da bacia, Menor altitude (mA) que é o ponto mais baixo da bacia e a Altitude média (Hm) que é a soma da maior e menor altitude dividido por 2.

Devido ao formato irregular do vale principal da bacia analisada neste trabalho foi utilizado o comprimento do rio principal (Cp) no lugar dos parâmetros dimensionais maior largura (L) e maior comprimento (C).

2.3.1 Coeficiente de compacidade

O coeficiente de compacidade ou Kc é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia, esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho.

Para a determinação do Kc utilizou-se a equação $Kc = 0{,}28(P/\sqrt{A})$ onde Kc = coeficiente de compacidade P = perímetro em (m) e A = área de drenagem em (m2).

2.3.2 Índice de circularidade

O índice de circularidade ou Ic representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia.

A equação utilizada para determinar o índice de circularidade foi $IC = 12{,}57. A / P^2$ onde IC = índice de circularidade, A = área de drenagem em m² e P = perímetro em metro.

A interpretação do valor do IC é feita com base na tabela 6.

2.3.3 Fator de forma

É a relação entre a largura média da bacia e o comprimento axial do curso d' água. O fator de forma é um índice que exprime a maior ou menor tendência para enchentes numa bacia. Uma bacia com um factor de forma baixo tem menos tendência para cheias que uma bacia do mesmo tamanho, mas com um factor de forma superior.

O fator de forma ou Ff foi determinado, utilizando-se a seguinte equação: $F=A/L^2$, onde F = fator de forma; A = a área de drenagem (m2) e L = comprimento do eixo da bacia (m).

2.3.4 Ordem da bacia

A ordem de uma bacia representa o grau de ramificação ou bifurcação da mesma, entendesse por rios de primeira ordem rios as correntes formadoras, os canais que não tenham

tributários que se originam de nascentes e não de outros rios e quando dois canais de Primeira ordem se unem formam um rio de Segunda ordem. Quando ocorre a junção de dois rios de Segunda ordem dá lugar à formação de um rio de Terceira ordem, e assim, sucessivamente.

A ordem da bacia é a mesma do rio com maior ordem que faz parte da bacia por exemplo uma bacia cuja o rio de maior ordem é um rio de quinta ordem a bacia será de quinta ordem.

2.3.5 Densidade de drenagem

Densidade de drenagem ou Dd é a relação entre o comprimento total de rios da bacia e a sua respectiva área sendo expressa em km de rios/km².

Equação: Dd = L/A, onde Dd e a densidade de drenagem, L sendo o comprimento total dos rios da bacia e A sendo a área total da bacia

2.3.6 Razão de relevo

A razão de relevo ou Rr indica a declividade geral da superfície da bacia, ela permite comparar a altimetria do local e quanto maior for o seu valor mais acidentado será o relevo provocando um maior escoamento superficial o que representa uma menor relação infiltração deflúvio culminando em uma erosão.

Equação: Rr = (H/C) onde H é a amplitude da altimetria e C e o que corresponde a direção do vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas.

2.3.7 Coeficiente de manutenção

O Coeficiente de Manutenção ou Cm informa qual é área necessária para sustentar um quilometro linear de canal e é dado em Km²/Km.

Equação: Cm = 1/ (Dd x 100) x 100, onde Cm é o coeficiente de manutenção e Dd é a densidade de drenagem.

2.3.8 Extensão do percurso superficial

A Extensão do Percurso Superficial ou Eps é distância média percorrida pelas aguas da chuva do local onde ela é precipitada até encontrar um canal permanente.

Equação: Eps = (1/ 2 x Dd) x 1000 onde Dd é a Densidade de drenagem e o Eps é fornecido em metros.

2.3.9 Índice de sinuosidade

O Índice de Sinuosidade ou Is é a relação entre o comprimento real do canal principal com a sua distância vetorial que é a distância em linha reta da nascente até a foz do canal principal Valores próximos a 1,0 indica que o canal tende a ser retilíneo, valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares.

Equação: Is = L/DV onde L é o comprimento do canal principal e DV é a distância vetorial do mesmo.

2.3.10 Gradiente de canais

A Gradiente de Canais ou Gc é relação entre a cota máxima e o comprimento do canal principal e tem como finalidade é indicar a declividade dos cursos d'água.

Equação: Gc = (AM/Ccp)x100 expressa em % onde AM é a altitude máxima e Ccp é a o comprimento do canal principal.

2.3.11 Declividade média

A declividade média ou D foi calculada com a Equação D = (CnxΔH)/A onde Cn é o comprimento das cotas em quilômetros, ΔH é a equidistância entre as cotas que neste trabalho foi de 20 metros e A que é a área da bacia expressa em Km².

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros dimensionais, morfométricos e características de relevo e da rede de drenagem da bacia do Ribeirão Boi Pintado são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas da bacia do Ribeirão Boi Pintado, Santo Antônio da Platina (PR).

Características físicas da bacia	**Unidade**	**Resultados**
Parâmetros Dimensionais		
Área (A)	Km²	123,847
Área de Preservação Permanente (APP)	Km²	19,394
Perímetro (P)	km	59,775
Comprimento (C)	km	23,124
Comprimento da drenagem (Cr)	km	310,072
Comprimento das cotas (Cn)	km	659,419
Comprimento do canal principal (Ccp)	km	23,124
Características da Forma e Relevo		
Declividade média (D)	%	10,703
Altitude média (Hm)	m	571
Maior altitude (MA)	m	714
Menor altitude (mA)	m	428
Amplitude altimétrica da bacia (H)	m	286
Razão de Relevo (Rr)	-	0,012
Fator de forma (Ff)	-	0,232
Índice de circularidade (Ic)	-	0,436
Coeficiente de compacidade (Kc)	-	1,504
Índices Padrões de Drenagem		
Ordem da bacia (W)	-	5a
Densidade de drenagem (Dd)	Km/Km²	2,5
Coeficiente de Manutenção (Cm)	Km²/Km	0,399
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	m	199,706
Gradiente de Canais (Gc)	%	3,088
Índice de Sinuosidade (Is)	-	2,187

De posse do material obtido neste trabalho como as digitalizações dos mapas de hidrografia e altimetria podemos aferir que a bacia possui uma área de 123,847 Km² ou 12.384,7 ha aproximadamente, com um comprimento de 310,072 Km de rede de drenagem que está relativamente bem distribuída por toda a bacia com uma concentração levemente maior na região sul da bacia como mostra a figura 3. Com relação à ordem a bacia tem 430 rios sendo 326 de primeira ordem 82 de segunda ordem 18 de terceira ordem, 3 de quarta ordem e 1 de quinta ordem como informa a Tabela 3 e a Figura 4, portanto a bacia do Ribeirão Boi Pintado é de quinta ordem.

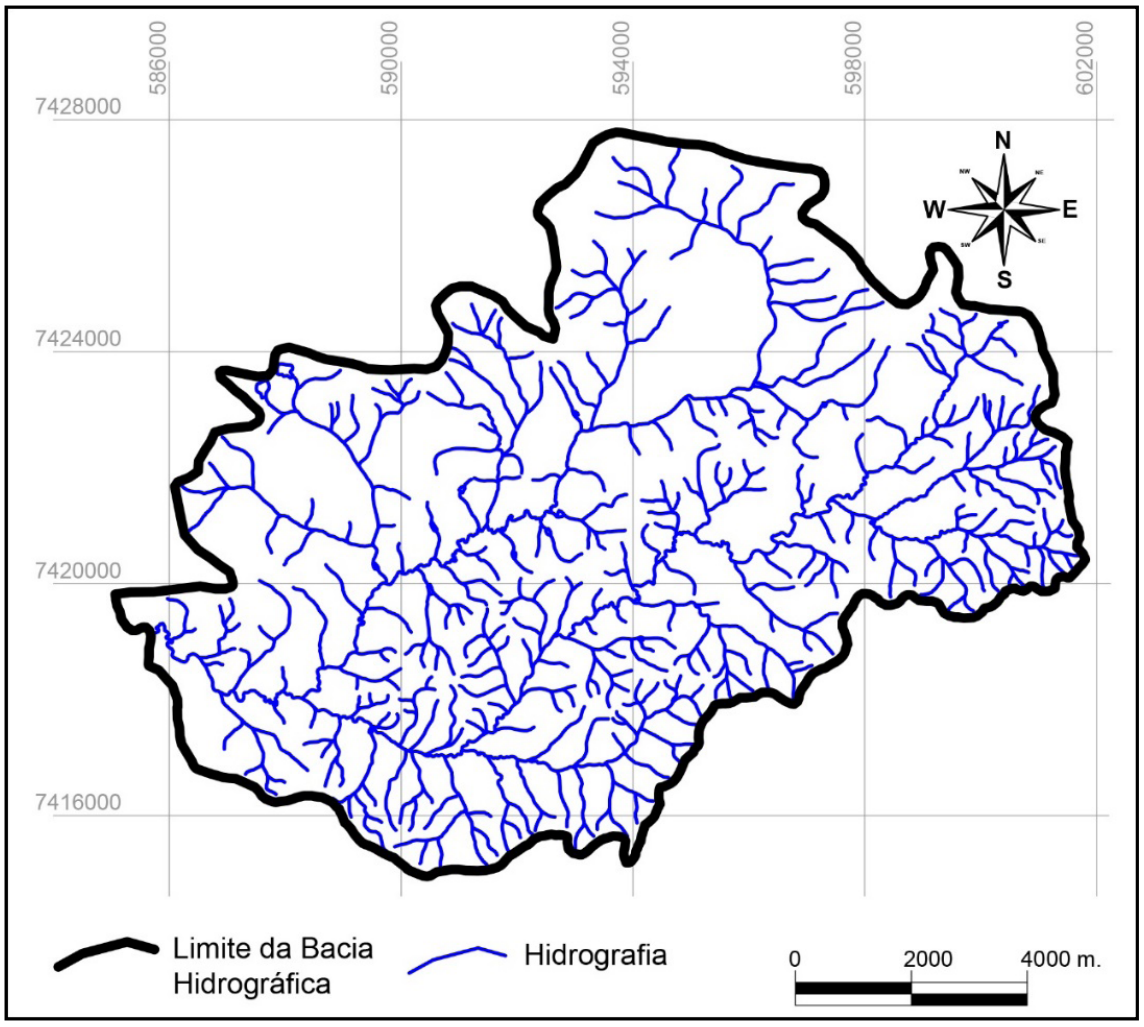

Figura 3. Digitalização da Hidrografia da bacia do Ribeirão Boi Pintado.

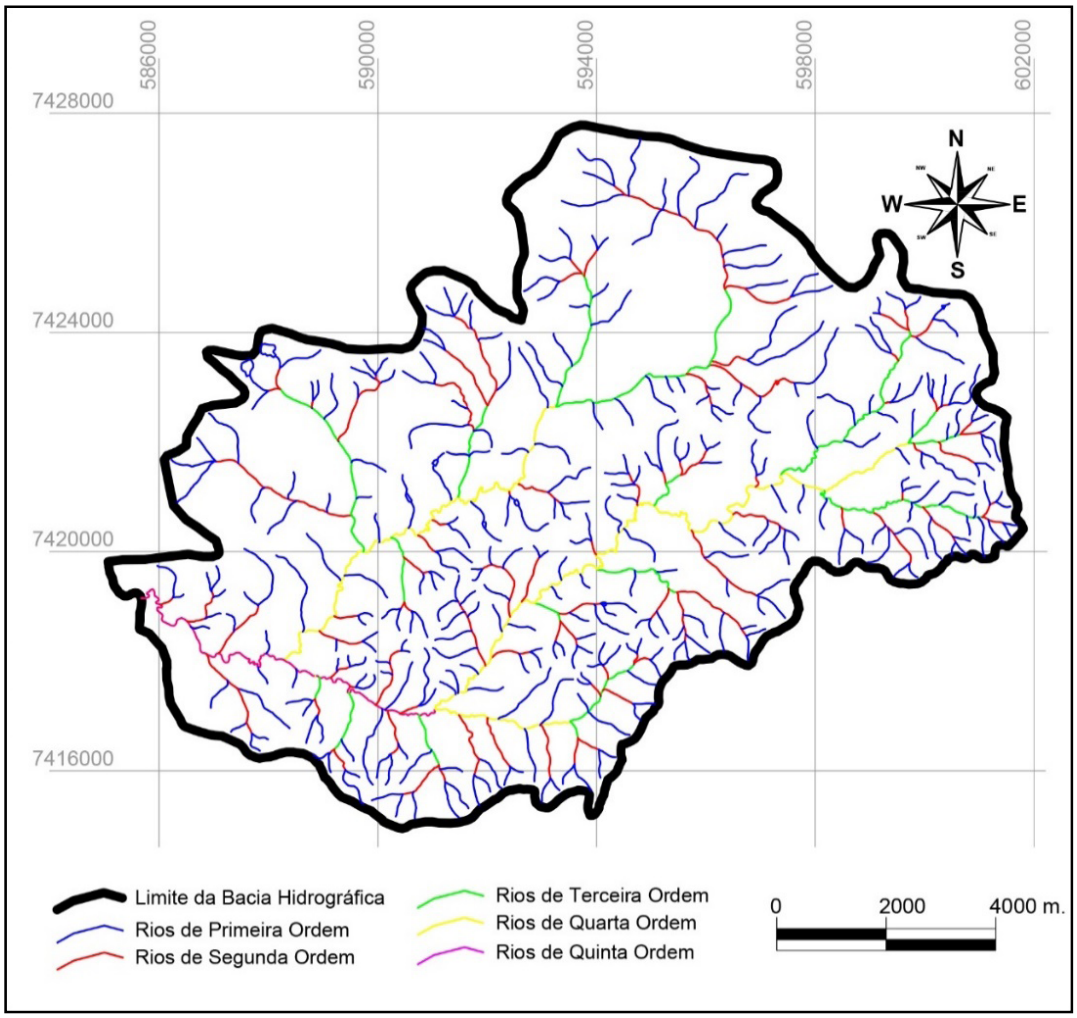

Figura 4. Digitalização da Hierarquia Fluvial da bacia do Ribeirão Boi Pintado.

Tabela 2. Interpretação dos valores da razão de relevo.

Hierarquia Fluvial	Nº de Rios	Comprimento (m)
Rios de Primeira Ordem	326	183.744,2186
Rios de Segunda Ordem	82	60.549,0277
Rios de Terceira Ordem	18	31.218,5010
Rios de Quarta Ordem	3	26.328,8826
Rios de Quinta Ordem	1	8.231,5108
Total	430	310.072,1407

A Declividade média é de 10,649% sendo que o ponto mais alto da bacia foi de 714 metros e o mais baixo é de 428 metros. Pela figura 6 podemos ver que a bacia possui uma declividade maior na parte norte da bacia devido a maior concentração de curvas de nível na borda norte da bacia.

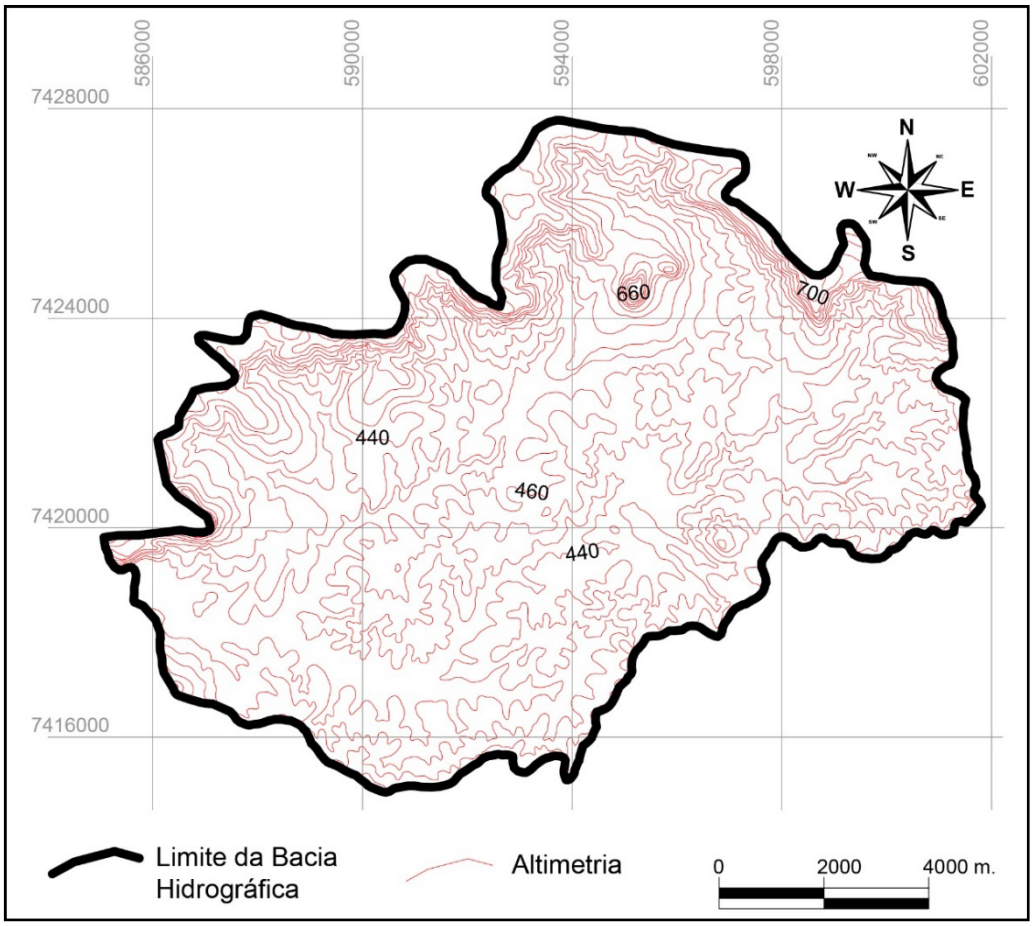

Figura 6. Digitalização da Altimetria da bacia do Ribeirão Boi Pintado.

A Densidade de drenagem (Dd) da bacia é de 2,5 Km/Km² que com base na tabela 3 a bacia possui uma Densidade de drenagem Média com Tendência mediana de escoamento superficial.

Segundo o Fator de forma (Ff) de 0,232 o Índice de circularidade (Ic) de 0,436 e Coeficiente de compacidade (Kc) de 1,504 e com base na tabela 4 de interpretação dos mesmos a bacia possui um formato Oblongo Comprido com uma baixa tendência à enchentes e com tendência a conservação.

Tabela 3. Valores e a interpretação dos resultados da densidade de drenagem.

Dd (valores)	Interpretação Ambiental	Interpretação ambiental da bacia
< 1,5	Baixa	Baixo escoamento superficial e maior infiltração
1,50 – 2,5	Média	Tendência mediana de escoamento superficial.
2,5 – 3,0	Alta	Alta tendência ao escoamento superficial e enxurradas.
> 3,0	Super-alta	Alta tendência ao escoamento superficial, enxurradas e erosão.

Fonte: Nardini (2014) Adaptado de (Horton 1945, Strahler 1957, França 1968).

Tabela 4. Valores e a interpretação dos resultados quanto ao: fator de forma (Ff), índice de circularidade (Ic) e, coeficiente de compacidade (Kc) da microbacia.

Ff	Ic	Kc	Formato da Microbacia	Interpretação ambiental da Microbacia
1,00 - 0,75	1,00 - 0,8	1,00 – 1,24	Redonda	Alta tendência a enchentes
0,75 – 0,50	0,8 – 0,6	1,25 – 1,50	Ovalada	Tendência mediana a enchentes
0,50 – 0,30	0,6 – 0,40	1,50 – 1,70	Oblonga	Baixa tendência a enchentes
< 0,30	< 0,40	> 1,70	Comprida	Micro bacia com tendência a conservação

Fonte: Nardini (2014) Adaptado de (VILLELA; MATTOS, 1975).

A extensão do percurso superficial (Eps) da bacia foi de 199,706 metros que é a distância percorrida pela agua até encontrar um canal e escoamento permanente.

O Coeficiente de Manutenção (Cm) indicou uma área mínima necessária para a existência de um canal de drenagem é de 0,399Km²/Km.

O Índice de Sinuosidade (Is) foi de 2,187 que sugerem canais tortuosos e o Gradiente de Canais (Gc) indicou que a declividade dos cursos d'água foi de 3,088%.

A razão de relevo foi de 0,012 que segundo a classificação proposta por Piedade (1980) segundo na tabela 5 indica uma razão de relevo baixa.

Tabela 5. Interpretação dos valores da razão de relevo.

Rr (valores)	Classificação
0 – 0,1	Baixa
0,11 – 0,3	Média
0,31 – 0,6	Alta

Fonte: Segundo Nardine (2014) adaptado pelo autor.

Os resultados dos parâmetros dimensionais, morfométricos e características de relevo e da rede de drenagem da microbacia da nascente do Rio das Cinzas são apresentados na tabela 1.

A linha cumeada que definiu a microbacia resultou em um polígono irregular com 89,35 km² ou 8934,572 hectares, com um perímetro de 43.116,11 metros.

O comprimento total da rede de drenagem obtido foi de 176,88 km, com 21,52 km de rio principal.

CONCLUSÃO

Concluímos que a bacia do Ribeirão Boi Pintado é de Quinta ordem, possui uma área de 123,847 Km² ou 12.384,7 ha e com base nos parâmetros morfométricos a bacia possui um formato Oblongo Comprido com uma Baixa tendência a enchentes, tendência mediana de escoamento superficial, com canais tortuosos e tendência a conservação.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003

BÄHR, H.P. & VÖGTLE, T.**GIS for Environmental Monitoring**. Stutgart: Scweizerbart, 1999. 360 p.

BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W.S.; MONTAG, L.F.A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 187-207.

CANTALICE J. R. B. et al. **Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em sulcos em solo franco-argilo-arenoso**. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/sc ielo.php?pid=S0100-06832005000400012&script=sci_arttext. Acesso em: 15 maio 2014.

ANTONELLI, V; THOMAZ, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, 337 Guamiranga-PR. **Rev. Caminhos da Geografia,** Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, jun. 2007. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/15570/8811. Acesso em: 25 nov. 2016.

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

DE OLIVEIRA, M. J. **Proposta metodológica para delimitação automática de áreas de preservação permanente em topos de morro e em linhas de cumeada.** 2002. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa.

DE PAULA LIMA, W. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2008. Disponível em: http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf. Acesso em: 25 nov. 2016.

EMBRAPA. Área de **preservação permanente e desenvolvimento sustentável**. Jaguariúna, 2003. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Skorupa_areasID-GFiPs3p4lp.pdf. Acesso em: 25 nov. 2016.

FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba.** 1968. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

FREITAS, E. P. de; KLOSS, D.; SILVA, I. R. **Delimitação da bacia hidrográfica no ambiente Google Earth**. Irriga, Botucatu, Edição Especial, 2012. p. 97-104.

GOMES, L. N.; **Aplicação da modelagem numérica do terreno para avaliação temporal de cotas de cordões de contorno nivelados**. 2009. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basins: hidrophysical approach to quatitative morphology. **Geological Society of American Bulletin**, New York, v. 56. p. 807-813. 1945.

JACOVINE, L. A. G. et al. Quantificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal em propriedades da bacia do Rio Pomba - MG. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 269-278, 2008.

Lei florestal 12651/2012

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003.

NARDINI, R. C. et al. Análise morfométrica e simulação das áreas de preservação permanente de uma micro bacia hidrográfica. **Irriga**, v. 18, n. 4, 2014.
PANQUESTOR, Evandro Klen et al. **Associação do processamento digital de imagens ao uso de parâmetros morfométricos na definição de unidades de paisagem da Bacia do Rio Corrente-BA**. 2002. Disponível em: http://repositorio.unb.br/handle/10482/10660. Acesso em: 20 nov. 2016.
PEDROSA, B. M.; CÂMARA, G**. Modelagem dinâmica e geoprocessamento**. São Paulo: INPE, 2002. Disponível em: http://www. dpi. inpe. br/gilberto/livro/analise/cap6-dinamica.pdf. Acesso em: 12 maio 2004.
PEREIRA, F. L. O novo Código Florestal e as APPs, **Revista Agro DBO**, n. 39, p. 66, 2012.
REIS, L. C.; DA SILVEIRA REIS, T. E.; SAAB, O. J. G. A. Diagnóstico das áreas de preservação permanente das microbacias hidrográficas do município de Bandeirantes–Paraná. **Semina**: Ciências Agrárias, v. 30, n. 3, p. 527-536, 2009.
ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7. ed. Minas Gerais: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2009.
SCHIAVETTI, A & CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas**: teorias e aplicações. Ilhéus, BA: Editus, 2002. 293 p.
SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Ambory, New Jersey. **Bulletin of the Geological Society of America**, Colorado, 67:597-646, 1956.
STRAHLER, A. N. Quantitative analyses of watershed geomorphology. **Transactions of American Geophysical Union,** Washington, DC, v. 38, p. 913-920, 1957.
TUCCI, C.E.M. Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos. **Agência Nacional das Águas – ANA**, maio 2002.
VIEIRA, F. P. **Importância do Georreferenciamento**. 2007. Artigo (Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Georreferenciamento) - da Faculdade de Rolim de Moura – Farol em Cacoal/Ro.
VILLELE, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-hill do Brasil, 1975. p. 245.