



Análise das características morfométricas da bacia hidrográfica rio das Pitas

Raquel Martins da Silva¹
Ana Laura Rezende da Costa¹
Geovanna Mikaelle Santos Silva¹
Cinthya Souza¹
Nathan Campos Teixeira¹
Ana Rúbia de Carvalho Bonilha Silva¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT
Av. Fernando Correa da Costa, n.º 2367
78060-900, Boa Esperança – Cuiabá – MT, Brasil
{raquel10ms, laurarezendeof, nathanufmt, arbonilha}@gmail.com
cinthya.s.s@outlook.com
gmikl@hotmail.com

Resumo. A bacia hidrográfica pode ser definida como um conjunto de terras drenadas por meio de um rio, formada nas regiões mais altas do relevo (montantes) por divisores de água, onde essas escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo formando os lençóis freáticos (Barella, 2011). Segundo Lima (1986), o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de sua morfologia e do tipo de cobertura vegetal. A lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos, determina que a bacia é a unidade fundamental de gestão e planejamento do uso da água. A caracterização geomorfológica de bacias apresenta como parâmetros: Forma, sistema de drenagem e características do relevo. No presente trabalho foram analisadas e discutidas as relações morfológicas da bacia hidrográfica rio das Pitas, localizada no Estado de Mato Grosso, por meio do uso do software QGIS. A utilização de ferramentas de geoprocessamento na delimitação de bacias hidrográficas apresenta-se de forma vantajosa, em função de ser uma ferramenta prática, a facilidade na aquisição dos dados e resultados que permitem gerar informações, facilitando o gerenciamento de recursos hídricos. Com área de 1.272,4 km², a bacia estudada é de quarta ordem e densidade de drenagem baixa, com índice de circularidade e declividade baixa (forma alongada e plana), sendo, portanto, menos propensa a ter picos de enchentes.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Drenagem, Características morfométricas.

Abstract. The watershed can be defined as a land set drained by a river, formed in the upper regions of the relief (amounts) by watersheds where these are drained superficially forming streams and rivers or seep into the ground forming the sheets water table (Barella, 2011). According to Lima (1986), the hydrological behavior of a river basin is a function of its morphology and the type of vegetation cover. The law 9433 of January 8, 1997, of the National Water Resources Policy, determines that the basin is the fundamental unit of management and planning of water use. The geomorphological characterization of basins has as parameters: Form, drainage system and relief characteristics. In this research were analyzed and discussed the morphological relations of the river basin of the Pitas, in the state of Mato Grosso, through the use of QGIS software. The use of geoprocessing tools in defining watershed presents advantages, due to be a practical tool to ease the acquisition of the data and results that can generate information, facilitating the management of water resources. With 1272.4 sq km area, the study area is a fourth-order area and low drainage density, with low roundness index and low slope (elongated and flat shape), and therefore less likely to have flood peaks.

Key-words: River Basin, Drainage, Morphometric Characteristics.

1. Introdução

A bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente (Tucci, 1995). Considerando a importância desse sistema físico, a lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos, determina que a bacia é a unidade fundamental de gestão da água, o que torna necessário o estudo de suas características para distribuir os recursos hídricos de forma responsável e igualitária.

Seguindo a linha de raciocínio de Lima (1986), de que o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de sua morfologia e do tipo de cobertura vegetal, pode-se dizer que as características de uma bacia influenciam a dinâmica da parte terrestre do ciclo hidrológico, uma vez que atuam fortemente sobre o escoamento superficial e a infiltração da água no solo. Por isso, no sentido de entender melhor como funciona essa atuação, diversos parâmetros foram criados e são utilizados para compreender as interações entre as características morfológicas da bacia e o regime hidrológico de uma região.

Esses parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para determinado local, de forma a qualificarem suas alterações ambientais (Alves & Castro, 2003), o que permite entender a dinâmica do ambiente em estudo e diferenciar o mesmo de outras áreas. Além disso, como ressaltado por Vilela e Mattos (1975), ao se estabelecer relações e comparações entre as características físicas da bacia e os dados hidrológicos conhecidos, pode-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais faltam dados.

Por isso, as características morfológicas da bacia desempenham papel essencial no seu comportamento hidrológico, sendo importante medir numericamente algumas dessas influências (Garcez & Alvarez, 2006).

Segundo Guerra (1980), antes do planejamento da utilização e preservação dos recursos naturais é necessário o conhecimento do mesmo, tendo, portanto suas características quantitativas e qualitativas. Dentre os métodos de estudos está a geotecnologia, a qual permite a caracterização física de uma dada região, permitindo o uso de várias ferramentas para tal conhecimento, monitoramento e gestão de bacias hidrográficas com a finalidade de obter um maior aproveitamento dos recursos hídricos e naturais aí existentes.

Miranda (2005) discorre que as geotecnologias possibilitam a obtenção e manipulação de informações espaciais para o monitoramento e mapeamento dos recursos naturais. Há diversas fontes e objetos de estudo de dados espaciais, tais como o sensoriamento remoto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a cartografia digital, os Sistemas de Posicionamento Global

(GPS), os quais permitem gerar e integrar dados georreferenciados. Nesse sentido, o presente estudo busca utilizar o SIG para individualizar quantitativamente as principais características das bacias hidrográficas através do software QGIS, e explorar os mesmos para caracterizar morfologicamente a bacia hidrográfica rio das Pitas.

2. Objetivo

O presente trabalho tem por finalidade a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica rio das Pitas, a partir do cálculo de alguns parâmetros físicos, tais como: coeficiente de compactidade, fator de forma, índice de circularidade e declividade, através do uso do software QGIS.

3. Material e Métodos

Localização da área de estudo

A **Tabela 1** traz a localização da região estudada:

Tabela 1. Coordenadas geográficas da Bacia Hidrográfica Rio das Pitas:

Coordenadas geográficas		
Exutório	Longitude:	58°22'10,49"W
	Latitude:	15°53'37,41"S
Nascente	Longitude	58°30'17,19"W
	Latitude:	15°16'33,77"S

Fonte: Elaborada pelo autor

A área de estudo ilustrada na **Figura 1** compreende a bacia hidrográfica do Rio das Pitas, a qual está inserida na macro Bacia do Rio Paraguai. Situada na região alta do Pantanal, o Rio das Pitas tem como localização de sua nascente principal no município mato-grossense de Araputanga. Com uma extensão do rio principal superior a 95 quilômetros e área da bacia superior a 1.000 quilômetros quadrados, abrangendo parte dos municípios de Indiavaí, São José dos Quatro Marcos, Glória d' Oeste, e por fim seu exutório no município de Cáceres.

Extração do divisor de águas

Para início do trabalho cartas do produto TOPODATA, 15s60_ZN e 15s585_ZN foram empregadas, oferecendo informações sobre o modelo digital de elevação e outras informações de relevo sobre a região. A partir destas, foram extraídas curvas de níveis, com intervalo de 15 metros.

Posteriormente realizou-se o levantamento das bases do sistema integrado de monitoramento e licenciamento ambiental - SIMLAM, disponibilizado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso, SEMA-MT, tais arquivos vetorizados na escala numérica de 1:1.000.000 em um sistema de Projeção Cônica Conforme de Lambert, SIRGAS-2000. Estas bases do órgão estadual, arquivos com extensão shapefile, possuem dados de áreas delimitadas de pequenos cursos d' água.

Uma verificação entre os valores do produto Topodata e as áreas pré-delimitadas pela SEMA foram contrastados afim de chegar em uma delimitação real da bacia do Rio das Pitas.

Com auxílio de uma imagem do satélite, LandSat – 8, sensor OLI, órbita 228, ponto 071, composta em um programa de sistema de informação geográfica, nas bandas 6R 5G e 4B de junho de 2016, foi possível a identificação e sinais de hidrografia que convergia com os valores de delimitação levantados.

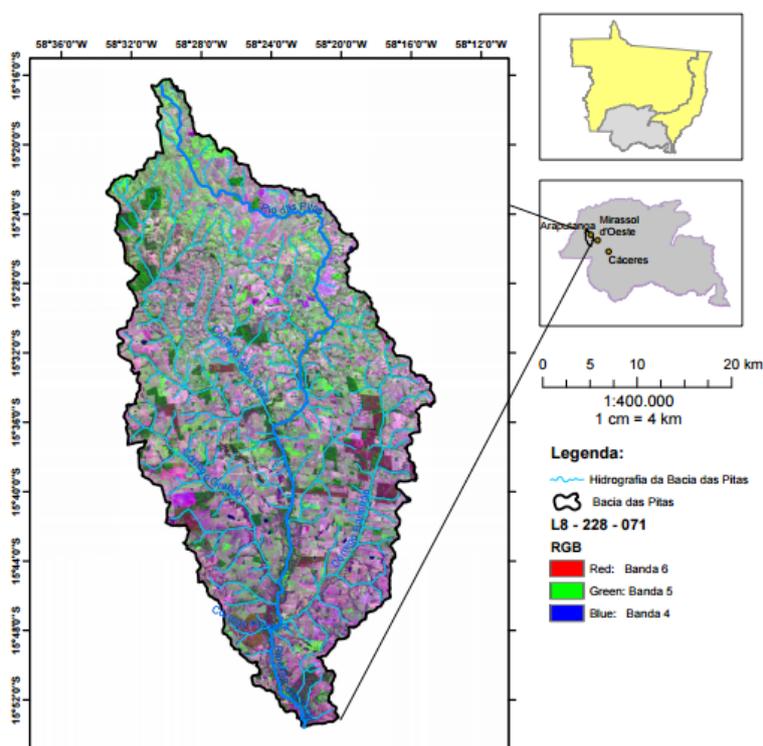


Figura 1. Localização da bacia Rio das Pitas.

Fonte: Elaborada pelo autor

Morfometria da bacia

A fisiografia de uma bacia constitui o estudo de sua área, a sua forma, área de drenagem e o seu relevo. Sabendo-se que uma bacia é definida por áreas de drenagem contribuintes para um ponto, os impactos, ações e intervenções na bacia poderão repercutir em toda a área a jusante. Dessa forma a realização da caracterização física é de grande relevância para o estudo hidrológico dessa área escolhida.

Para a classificação geomorfológica da presente bacia foi necessário o conhecimento de algumas características: características geométricas, características do relevo e da rede de drenagem, conforme a **Tabela 2**.

Tabela 2. Características morfométricas obtidas no estudo da bacia hidrográfica Rio das Pitas

Características geométricas	
Área total	Fator de forma
Perímetro total	Índice de circularidade
Coeficiente de compacidade (kC)	Padrão de drenagem
Características do relevo	
Declividade média do curso d'água principal	
Características da rede de drenagem	
Comprimento do curso d'água principal	Densidade de drenagem
Comprimento total dos cursos d'água	Ordem dos cursos d'água

Fonte: Villela & Mattos, 1975

O fator de forma é responsável por comparar a forma da bacia com a de um retângulo. Este compreende à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (Tonello et al., 2006). Esse parâmetro é calculado através da seguinte equação (Villela & Mattos, 1975):

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Sendo:

F - Fator de forma;

A - Área da bacia (km²);

L - comprimento do segmento axial da bacia (km);

Já o coeficiente de compacidade é a relação entre a forma da bacia e a de um círculo que possui área igual à da bacia. De acordo com Cardoso et al. (2006), o número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia. Ele pode ser calculado da seguinte maneira (Villela & Mattos, 1975):

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde:

Kc – Coeficiente de compacidade;

P – Perímetro da bacia (km);

A – Área da bacia (km²);

Quando a bacia tende para a forma circular, o coeficiente de compacidade se aproxima da unidade.

O índice de circularidade, assim como o coeficiente de compacidade, relaciona a forma da bacia com a de um círculo. Este também se aproxima da unidade quando a bacia tende para a forma circular.

Este índice pode ser calculado seguindo a equação (Christofolletti, 1980):

$$Ic = \frac{A}{Ae}$$

Onde:

Ic - Índice de circularidade;

A - Área da bacia (km²);

Ae - Área de um círculo de mesmo perímetro da bacia;

De acordo com Villela e Mattos (1975) o estudo da densidade de drenagem revela a maior ou menor velocidade com que a água escoar para na bacia hidrográfica, portanto, é o índice do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem fornecendo informação da eficiência da drenagem da bacia. Pode-se expressar esse índice pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede – sejam eles perenes, intermitentes ou temporários – e a área total da bacia. O sistema de drenagem é formado pelo rio principal e seus afluentes onde (Vilela & Mattos, 1975):

$$Dd = \frac{LT}{A}$$

Dd – Densidade de drenagem;

LT – Comprimento todos os cursos d'água;

A – Área da bacia;

Temos a sinuosidade do curso d'água principal como representação da relação entre o comprimento do rio principal (Lc) e a distância entre a nascente (cabeceira) e a foz (dc), medida em linha reta (UERGS- PAZ A. R.). Quanto à sinuosidade, um curso d'água pode ser classificado como retilíneo, curvo e misto, influenciando na velocidade de escoamento (Vilela & Matos, 1975). Esse termo dá uma ideia da “quantidade” de curvatura do rio, sendo determinado pela expressão (Vilela & Matos, 1975):

$$Sc = \frac{Lc}{Dc}$$

Onde:

Sc – Índice de Sinuosidade;

Lc – Comprimento do rio principal;

Dc – Distância entre a nascente e a foz;

Para a determinação numérica do tempo de concentração depende primordialmente do comprimento do curso d'água principal e de sua declividade, embora alguns autores expressem o tempo de concentração em função da área (DNIT, 2005). Sendo ainda definida pelo intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que todos os pontos da bacia estão contribuindo para vazão.

Por isso em função da área dessa bacia ser de 1.272,4 km² foi adotada a equação de Temez, utilizado para bacias naturais e rurais que abrange áreas de até 3000 km² visto que esta possui aproximadamente 1.272,4 km², se enquadrando nos parâmetros dessa equação.

$$Tc = 0,3 \times (L/i^{0,25})^{0,76}$$

Sendo que:

Tc – tempo de concentração em horas

L – Comprimento do talvegue principal

I – declividade

As características do relevo assim como as características hídricas são de fundamental importância no conhecimento de uma bacia hidrográfica, pois fatores meteorológicos e hidrológicos são influenciados diretamente por estes aspectos. Dentre as características que descrevem o relevo, tem-se a declividade média de um curso d'água principal, a qual é obtida através do quociente entre dois pontos extremos (nascente e exutório) pelo comprimento do canal entre esses dois pontos. Seu valor pode ser calculado com a seguinte equação (Vilela & Mattos, 1975):

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Onde:

S - Declividade do curso principal;

ΔH - Variação da cota;

L - Comprimento do canal;

O cálculo da declividade apresenta o comportamento do escoamento superficial da região, uma vez que a gravidade impulsiona a água para as cotas mais baixas atuando na velocidade do escoamento, e conseqüentemente no tempo de concentração. Assim, quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento, bem mais pronunciados e estreitos serão os hidrogramas das enchentes (Vilela e Mattos, 1975).

O perfil longitudinal é uma representação visual da relação entre as altitudes da bacia com o comprimento do rio principal. De acordo com Christofolletti (1980) o perfil característico é côncavo para o céu, com declividades maiores em direção da nascente e com valores cada vez mais suaves em direção ao nível da base. Desse modo, se o perfil longitudinal apresenta essa característica ele pode ser considerado equilibrado.

O padrão de drenagem é uma característica morfológica que revela o formato ou o aspecto que apresenta o traçado do rio e os talvegues de uma bacia hidrográfica. Conforme Tucci (1995) este padrão está diretamente relacionado a formação geológica e geotectônica da área,

sendo, portanto, importante fator para diagnóstico e interpretação do sistema hidrológico da bacia. Pode-se classificar esse parâmetro nos seguintes formatos: dendrítico, paralelo, retangular, treliça, radial e anelar.

4. Resultados e Discussão

A bacia hidrográfica rio das Pitas possui uma área de 1272,4 km² e um perímetro de 213,7 km, estando localizada no estado de Mato Grosso e pertencente ao pantanal. A **Tabela 3** mostra os resultados obtidos através dos cálculos feitos durante o estudo morfométrico da bacia hidrográfica rio das Pitas:

Tabela 3. Valores obtidos no estudo das características da bacia do rio das Pitas:

Características da bacia hidrográfica	
Área	1.272,4 km ²
Perímetro	213,7 km
Classe da Bacia	4ª ordem
Extensão do Rio Principal	95,40 km
Coefficiente de Compacidade	1,677
Índice de Circularidade	0,350
Fator de Forma	0,261
Densidade de Drenagem	0,607 km/km ²
Declividade Total do Rio Principal	0,002667715 km/km
Tempo de Concentração	29,6 horas
Índice de Sinuosidade	1,366

Fonte: Elaborada pelo autor

Conforme mostra a **Tabela 3**, a sub-bacia estudada apresentou coeficiente de compacidade de 1,677, e índice de circularidade de 0,350, valores que, segundo Vilela e Mattos, quando afastados da unidade, indicam que a bacia possui forma alongada. De acordo com Alves & Castro (2003), bacias alongadas são menos suscetíveis a enchentes, uma vez que o tempo de concentração destas é maior, em comparação àquelas que possuem forma circular. Além disso, o fator de forma da bacia apresentou um valor de 0,261, o que, conforme Vilela & Mattos (1975), indica que a bacia é menos sujeita a enchentes que outra, de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior.

A densidade de drenagem encontrada na bacia hidrográfica Rio das Pitas foi de aproximadamente 0,607 km/km². De acordo com Vilela e Mattos (1975), esse índice varia de 0,5 km/km² em bacias com pouca drenagem a 3,5 km/km² ou mais em bacias com drenagem elevada, indicando, assim, que a bacia em estudo possui baixa capacidade de drenagem. Esse parâmetro se relaciona de forma proporcional à declividade, uma vez que, quanto menor a declividade, menor será a velocidade do escoamento superficial, portanto, menor densidade de drenagem. Nesse sentido, a densidade de drenagem da bacia foi coerente com o convencional para bacias pantaneiras, as quais são caracterizadas por terrenos com baixa inclinação e rios com correntezas brandas.

O padrão de drenagem da sub-bacia em estudo é do tipo retangular, o qual é característico de regiões de camadas sedimentares levemente inclinadas, e geralmente está presente em regiões de topografia suave, sendo característico do pantanal. O que pode ser verificado pela baixa declividade da sub-bacia, na qual o relevo é predominantemente composto por planícies.

O índice de sinuosidade abaixo da sub-bacia foi de 1,366. Logo, pelo valor obtido, observa-se que essa bacia está na classe de rios de curvatura mista, pois se aproxima do índice de 1,57 (Torres, 2012) representado por essa categoria.

A sub-bacia apresentou a declividade do curso d'água principal de 0,00266 km/km ou

0,266%, sendo caracterizada como relevo plano. De acordo com Christofolletti (1980) o aumento da declividade de um terreno provoca um aumento nos valores de textura topográfica e densidade de drenagem. Dessa forma, a declividade influencia em muitos fatores na bacia, entre eles a densidade de drenagem, a susceptibilidade a erosão e a velocidade do escoamento.

A **Figura 2** apresenta o perfil longitudinal do curso d'água principal:

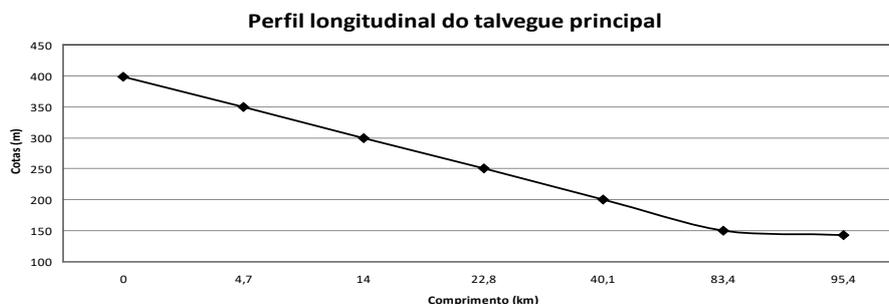


Figura 2. Perfil Longitudinal do talvegue principal da Bacia Rio das Pitas

Fonte: Elaborada pelo autor

O perfil longitudinal relaciona o comprimento do curso d'água principal com a interceptação das curvas de nível. Através dele é possível observar a distribuição da declividade em uma bacia. Os cálculos realizados da declividade média mostram que a bacia possui baixa declividade, o que resulta numa redução dos picos de enchente devido à baixa velocidade do escoamento (Vilela & Mattos, 1975).

A ordem dos cursos d'água representa o grau de ramificação do sistema de drenagem da bacia (Tucci, 2001). Conforme mostra a **Figura 3**, o grau de ramificação da rede de drenagem dessa bacia apresentou uma ordem 4, de acordo com a classificação de Horton (1976).

Em relação ao tempo de concentração obtido de 1.776 minutos ou 29,6 horas, tem-se que a bacia apresenta um número alto devido a declividade que se mostrou com uma porcentagem baixa. Em decorrência disso o escoamento dessa bacia reflete um valor mínimo.

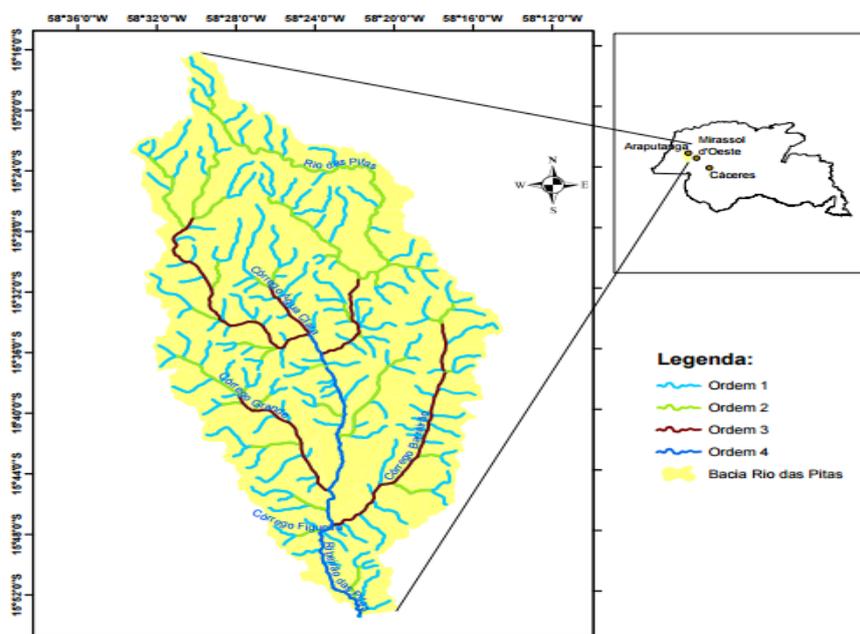


Figura 3: Ordem dos cursos d' água.

Fonte: Elaborada pelo autor

5. Conclusão

A sub-bacia do Rio das Pitas compreende uma área de 1.272,4 km². O coeficiente de compactidade apresentou o valor de 1,6775, valor afastado da unidade, evidenciando que a bacia possui um formato irregular. O índice de circularidade e o fator de forma apresentaram valores baixos, de 0,0278 e 0,2612, respectivamente, resultando na forma alongada da bacia. A declividade apresentou um valor de 0,2668%, demonstrando um relevo aproximadamente plano, como o relevo do pantanal, caracterizado pelas planícies. A densidade de drenagem apresentou um valor, de 0,607 km/km², indicando uma drenagem baixa.

A relação desses fatores, somado ao tempo de concentração indicam que a sub-bacia do Rio das Pitas não possui uma grande tendência a ter picos de enchentes. Pois a velocidade de escoamento da água dentro da bacia é reduzida, o tempo de concentração é maior, tudo em função da **conFiguração** do terreno, que possui baixa inclinação e forma alongada e da distribuição da declividade.

6. Referências

- Alves, J. M. P.; Castro, P. T. A. **Influência das feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 117- 124, 2003.
- Barrella, W. et al. **As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes**. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- Brasil. **Lei Federal Nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos. Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art.21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de março de 1990, que modificou a lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- Cardoso, C.A. et al. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ**. *Árvore*, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.
- Christofoletti, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980, 186p
- DNIT. **Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem**. Rio de Janeiro, 2005. 137 p.
- Garcez, L.N.; Alvarez, G.A. **Hidrologia**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda. 2006.
- Guerra, A. T. **Recursos naturais do Brasil**/ Antônio Teixeira Guerra. 3 ed. /Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 220p.
- Horton, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology**. *Geological Society of America Bulletin*, v. 56, p. 807-813, 1945.
- Lima, W. P. **Princípios de Manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba ESALQ/USP. 143p. 1976.
- Miranda, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**/ Miranda, José Iguelmar. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.
- Paz, A. R. **Hidrologia Aplicada: disciplina ministrada na UERGS, para curso de graduação em Engenharia de bioprocessos e tecnologia na unidade de Caxias do Sul**. Rio Grande do SUL, 2004. 138p.
- Tonello, K.C. et al. **Caracterização da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG**. *Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- Tucci, C. E. M., **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Editora UFRGS, Porto Alegre – RS. 1995.
- Villela, S. M. & Mattos, A. 1975, **Hidrologia Aplicada**, Editora Mc Graw Hill, São Paulo 245p.