

---

**MORFOMETRIA DA BACIA DO RIACHO QUEIMA PÉ EM TANGARA DA SERRA/MT**

**MELO**, Martins Toledo de<sup>1</sup>  
**QUEIROZ**, Tadeu Miranda de<sup>2</sup>  
**CASSETTARI**, Gabriel Américo<sup>3</sup>

---

**Recebido em:** 2017.07.27**Aprovado em:** 2018.04.11**ISSUE DOI:** 10.3738/1982.2278.2838

---

**RESUMO:** A gestão da unidade geoambiental requer o emprego de técnicas e ferramentas para tomada de decisão. Assim, objetivo deste estudo foi delimitar a bacia hidrográfica do riacho Queima Pé quantificando os parâmetros morfométricos para a sua gestão mais sustentável. O procedimento foi possível com a utilização *software* livre Quantum Gis 2.18.0 a partir do recorte do Modelo Digital de Elevação SRTM30 da área de estudo e estimados os parâmetros morfométricos capazes de auxiliar na gestão. A área da bacia corresponde a 160,133 km<sup>2</sup> e o perímetro 101,83 km. A ordem dos rios é de 4ª ordem. Medida a vazão em sete pontos e, ainda, foi estimada pela precipitação. Os valores obtidos os três parâmetros de forma da bacia indicam que tem forma alongada com menor risco de cheias em condições normais de pluviosidade, topografia favorável ao escoamento superficial. O riacho não é nem sinuoso e nem reto e com declividade baixa, as altitudes podem orientar a culturas mais sustentáveis para a manutenção hidrológica uma vez que a densidade dos rios de 1ª ordem é fraca, o coeficiente de manutenção será modificado devido a impermeabilização do solo e a vazão diária foi de 19.767,46 m<sup>3</sup>.

**Palavras-chave:** Hidrografia. Geoprocessamento. Gestão. Recursos hídricos

**MORPHOMETRY OF THE QUEIMA PÉ STREAM BASIN IN TANGARA DA SERRA/ MT**

**SUMMARY:** The management of the geo environmental unit requires the use of decision making techniques and tools. Therefore, the objective of this study was to delimit the hydrographic basin of the Queima Pé stream, quantifying the morphometric parameters for its more sustainable management. The procedure was possible using the free software Quantum Gis 2.18.0 from the cut of the Digital Elevation Model SRTM30 of the study area and estimated the morphometric parameters able of assisting in the management. The area of the basin corresponds to 160.133 km<sup>2</sup> and the perimeter 101.83 km. The order of the rivers is of 4th order. Measured the flow in seven points and was also estimated by precipitation. The values obtained for the three basin shape parameters indicate that it has an elongated form with a lower risk of flooding under normal rainfall conditions, topography favorable to surface runoff. The stream is neither sinuous nor straight and with low slope, the altitudes can guide to more sustainable crops for the hydrological maintenance since the density of the rivers of 1st order is weak, the coefficient of maintenance will be modified due to the waterproofing of the soil and the daily flow was 19767.46 m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Hydrography. Geoprocessing. Management. Water resources

---

**INTRODUÇÃO**

As características físicas são imprescindíveis para o planejamento e execução das atividades que envolvem uma unidade geoambiental de maneira mais sustentável. Sendo assim, a caracterização morfométrica esclarece várias questões associadas ao relevo e à dinâmica do escoamento superficial da bacia hidrográfica e serve como instrumento de apoio nas diversas aplicações relacionadas aos recursos hídricos.

---

<sup>1</sup> Técnico de Indigenismo, Servidor da FUNAI, Graduado em Ciências Contábeis 2000/2004 (UNEMAT) Mestrando do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola - PGASP sub-área de Meio Ambiente e Agrárias, Ano 2016/1, UNEMAT - Universidade Do Estado De Mato Grosso

<sup>2</sup> Prof. Dr. Depto. Eng. Produção Agroindustrial da UNEMAT-Campus de Barra do Bugres

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia da produção Agroindustrial da UNEMAT - Campus de Barra do Bugres

---

A gestão hídrica adequada se dá a partir de um equilíbrio, do usufruto decorrente da ocupação humana ou por atividades envolvendo os três setores comerciais: matéria-prima, indústria e serviços (GRUBBA; HAMEL, 2016).

Com a expansão dessas atividades, as bacias hidrográficas genuinamente urbanas tornam-se vulneráveis e, conseqüentemente, perdem sua função social em sua plenitude, uma vez que sua quantidade e qualidade ficam prejudicadas (JACOBI; CIBIM; SOUZA, 2016). Portanto, conhecer o ambiente físico é essencial para subsidiar o processo de ocupação e manejo das bacias hidrográficas (SANTIAGO et al., 2015).

O estudo das características físicas de uma bacia hidrográfica fornece informações para a elaboração de projetos e de posse dos dados, a tomada de decisões é facilitada, e os parâmetros de planejamento podem ser modificados mediante os resultados (BERNARDI, et al., 2012).

O uso de parâmetros morfométricos de uma bacia hidrográfica tem por finalidade prover suporte na elaboração de indicadores ambientais, por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na caracterização de bacias hidrográficas. Esses indicadores ambientais, como instrumento de planejamento, justificam sua importância na gestão dos espaços urbanos e rurais, podendo contribuir para um melhor aproveitamento dos recursos naturais, na sua recuperação e na prevenção do que ainda possa existir (RODRIGUES et al., 2016).

Quanto à produção de água numa bacia hidrográfica, em acordo com Rodrigues et al., (2015) o balanço hídrico anual é um importante instrumento juntamente com outros indicadores hidrológicos associados a vazões médias, mínimas e máximas, sendo necessários as observações hidrológicas, sobretudo o comportamento do regime de chuvas e escoamento. Assim, possibilita o conhecimento do comportamento hidrológico típico da bacia.

O objetivo deste estudo foi delimitar a bacia do riacho Queima Pé para a quantificação dos parâmetros morfométricos, estimado a vazão pelo balanço hídrico e fornecendo a capacidade de abastecimento e produção água de toda a bacia, com a geração de mapas, sendo um estudo hidrológico e geomorfológico, visando proporcionar subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para os recursos hídricos e o uso racional dos recursos da bacia.

## **MATERIAL E MÉTODO**

### **Área de estudo**

O Queima Pé, classificado por Zanini (2014) como riacho de cabeceira, é afluente da margem esquerda do rio Sepotuba, tributário do rio Paraguai, um dos formadores do Pantanal e contribui, juntamente com o rio Paraná e Uruguai, para a formação da bacia platina que, compreende os países Brasil, Bolívia, Paraguai e a Argentina (XIMENES, 2009).

O clima regional, conforme classificação climática de Köppen, é o Tropical Megatérmico, do tipo Aw, com temperatura média anual de 24,4 °C, precipitação anual média de 1500 mm e umidade relativa variando entre 70 e 78% (Silva et al., 2013).

Segundo Gouveia et al., (2015), a região fitoecológica presente é composta por Floresta estacional semidecidual e Savana. A bacia do riacho Queima Pé, em acordo com o mapa Hidrogeológico (CPRM, 2017) localiza-se na Formação Tapirapuã do Sistema Aquífero Pareci com predominância de rochas de basalto e diabásio.

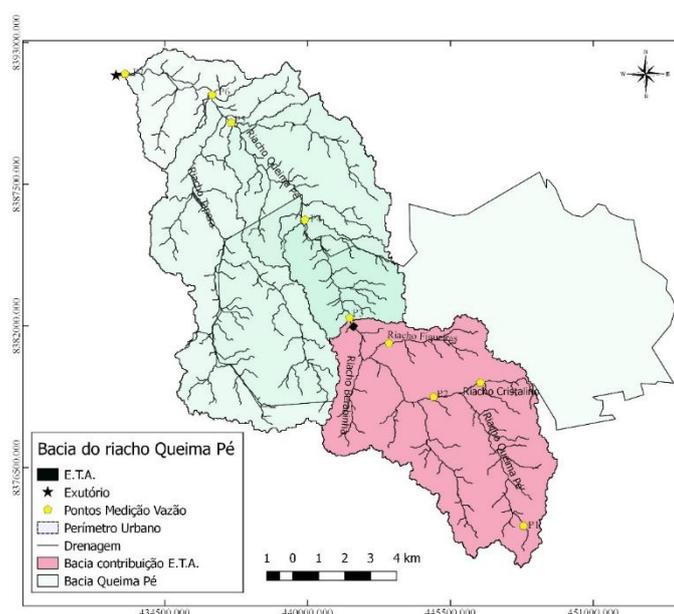
A bacia estudada correspondente a 1,6% do território do município de Tangará da Serra/MT, e parte dela (33%) é integrante do perímetro urbano com cerca de 96.932 pessoas (IBGE, 2016) além da

população flutuante não estimada. Este riacho abastece a Estação de Tratamento de Água do Serviço de Municipal de Água e Esgoto – SAMAE com água destinada ao abastecimento público urbano, com inúmeros sítios integrantes do cinturão verde e fazendas em seu entorno (GOUVEIA et al., 2015).

### Processamento do modelo digital de elevação (MDE)

Para a delimitação da bacia foram usados dados topográficos do MDE no formato *raster* do tipo SRTM 30 (*Shuttle Radar Topography Mission*, com resolução de 30 m) obtidos no site *Earth Explorer*. Foi necessário retroprojetar o MDE para o Sistema de Coordenadas Planas para ser possível determinar a área da bacia que foi delimitada de forma automática através da extensão TauDEM (*Terrain Analysis Using Digital Elevation Models*) pelo *software* livre QGIS 2.18.0. O Quantum Gis é um *software* gratuito, licenciado pela GNU (*General Public License*), baseado em um SIG (Sistema de Informação Geográfica) (TORCHETTO et al., 2014). Figura 1.

**Figura 1** – Bacia do riacho Queima Pé, no município de Tangara da Serra/MT



Fonte: elaborado pelos autores (2017)

### Morfometria da bacia hidrográfica.

As características morfométricas na bacia que foram medidas: área, perímetro, comprimento (HORTON, 1932).

Calculados os índices de comparação entre a bacia e um círculo: compacidade conformação ou forma e circularidade.

O coeficiente de compacidade, também conhecido como índice de Gravelius (GRAVELIUS, 1914), sendo a medida de proximidade entre o perímetro da bacia e o perímetro do círculo de mesma área, e varia de 1 ao infinito, sendo 1 o círculo. O índice de conformação que é a relação da área da bacia e o quadrado do seu comprimento axial medido ao longo do curso d'água (curso d'água principal) desde a desembocadura até a cabeceira mais distante do divisor de água. (VILLELA e MATTOS, 1975). E a razão da circularidade (MILLER, 1953) que é a medida de proximidade entre a área da bacia e a área do círculo com o perímetro da bacia, e varia de 0 a 1.

Características morfológicas das redes de drenagem obtidas: densidade de drenagem, densidade de rios, comprimento de canais (HORTON, 1945), e hierarquia de Strahler (1957). E o índice de sinuosidade,

proposto por Schumm (1963), relaciona o comprimento do canal principal com a distância vetorial entre os extremos do canal.

No comprimento dos rios, considera-se os diferentes tipos de cursos que constituem a rede de drenagem: os permanentes, os temporários e os efêmeros, esses últimos são aqueles que participam da drenagem somente nos dias de chuva.

Para áreas superiores a 100 hectares o tempo de concentração será calculado pela fórmula de Kirpich Modificada (1940), que é o tempo necessário para que toda a água precipitada na bacia hidrográfica passe a contribuir na seção considerada utilizando-se o comprimento do talvegue no curso d'água principal até o divisor da bacia e a diferença da altitude dos pontos extremos.

A declividade média do curso d'água, foi obtida pelo método direto que é a declividade baseada nos extremos que é adquirida dividindo a diferença total de elevação do leito pela extensão horizontal do curso d'água entre dois pontos (VILELA e MATOS, 1975).

As medidas de distância e comprimento vetoriais necessários para se obter os coeficientes morfométricos da bacia, foram criados a partir do programa, gerou-se *shapefile* de linha: eixo axial da bacia, o comprimento do curso principal, distância entre os dois extremos do curso d'água principal, o comprimento do talvegue no curso d'água principal até o divisor da bacia, posteriormente usado a calculadora de atributo para se obter os valores numéricos de cada um deles.

A declividade média da bacia hidrográfica foi obtida elaborando-se mapas de declividade, e para a declividade média, utilizou-se o mapa de declividade, em que os resultados numéricos encontram-se em propriedade e no menu metadados (máxima, média, mínima e desvio padrão). Posteriormente, adicionou-se a classe de relevo do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária INCRA (2006), desta forma, obteve-se os valores das faixas de relevo em hectares e os respectivos percentuais em referência à área da bacia.

Quanto às altitudes, variação delas e a altitude média de uma bacia são fatores relevantes em relação a temperatura e a precipitação, mas no caso de grandes variações de altitude que acarretam diferenças significativas na temperatura média que, por sua vez, causa variações na evapotranspiração e precipitação anual (SOUZA et al., 2013).

Coeficiente de manutenção: parâmetro corresponde a área necessária para formação de um canal com fluxo perene e é a razão inversa da densidade de drenagem e expresso em  $m.m^2$ . Schumm (1956) considera esse parâmetro um dos mais importantes para a realização de análises hidromorfológicas, uma vez que, quanto maior a área necessária para manutenção de um canal de drenagem, maior será a probabilidade de apresentar regime de fluxo perene, uma vez que haverá, a montante, maior superfície de infiltração.

### **A vazão do fluxo, previsão e medida real.**

A vazão no riacho Queima Pé foi obtida em 05 pontos distintos e outros dois pontos em seus tributários: o riacho Cristalino e no riacho Figueiras, usando o método de medição flutuador com o uso de instrumentos não usuais: trena, boia e cronômetro, medindo as 03 variáveis necessárias: a largura do fluxo, profundidade do leito e a velocidade (AZEVEDO NETTO et al., 1998).

Como o município entrou em estado de emergência (TANGARA DA SERRA, 2016), assim, optou-se por efetuar ensaio para estimar a vazão do riacho considerando dados da precipitação pluviométrica mínima objetivando verificar a capacidade de suprir aos diversos usos dos recursos hídricos da bacia.

A determinação da vazão a partir da precipitação em uma bacia, no Brasil, é limitada a pesquisa, nos manuais de engenharia de estradas e artigos científicos ligadas a essa área encontram formulas

empíricas e racionais para se determinar o fluxo máximo em um canal com vista a construção de bueiros e pontes em bacias pequenas (BRASIL, 2005).

A transformação da precipitação em vazão, essa relação é discutida desde a antiguidade, mas somente a partir do século 17, é que se iniciou estudos comparando a precipitação com a vazão de uma bacia no rio Sena com Perrault (1608-80) e, os estudos quantitativos a partir de 1930 e ainda com o uso de computadores somados aos modelos conceituais chuva x vazão, os conceitos do século 100 aC, ainda então muito próximos com os conceitos atuais. (SANTOS et al., 2007).

Atualmente, com as estações de medição automáticas, como a Estação Tangará da Serra-A902 Código OMM: 86682 Latitude: -14.650117° Longitude: -57.431556°, vem a facilitar a obtenção dos dados que, entre outros, os da precipitação e evapotranspiração. Assim, obteve-se nos períodos compreendidos entre 19/10 a 18/10 do ano subsequente os seguintes: 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015/2015/2016 (BRASIL, 2017).

A proporcionalidade entre a precipitação e a evapotranspiração das médias anuais nos períodos foram submetidos a teste de normalidade *Shapiro-wilk*, e, para os dados paramétricos, será usado o valor da média e os não paramétricos, será usado a mediana.

Nessa estimativa, foi considerada a precipitação em toda a bacia simultaneamente, utilizando a equação do Balanço hídrico com os dados usados de coletas da estação do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia em Tangará da Serra/MT, conforme Eq. 1:

$$P - EVT - Q = (R) \quad (\text{Eq 1}).$$

Onde:

P – Total anual precipitado sobre a bacia em forma de chuva, neve, etc., expressa em mm;

EVT – perda anual de água por evapotranspiração, expressa em mm;

Q – Altura média anual da lâmina d'água que, uniformemente distribuída sobre a bacia hidrográfica, representa o volume total escoado superficialmente na bacia. Pode ser expressa em mm, m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> ou L.s<sup>-1</sup>;

(R – variação de todos os armazenamentos, superficiais e subterrâneos. É expresso em m<sup>3</sup> ou em mm.

Nas avaliações de balanço hídrico de períodos mais longos anuais ou plurianuais de bacias hidrográficas, a variação do armazenamento pode ser desprezada, assim consideram-se apenas as entradas e saídas do sistema sendo (BARTH, 1987), desta forma a equação pode ser reescrita como a Eq. 2.

$$P - EVT = Q \quad (\text{Eq 2}).$$

O “Q” deverá ser multiplicado pela área da bacia, e pelos segundos do ano.

Os cálculos foram feitos em dois pontos diferentes da bacia, sendo o primeiro, no P3 correspondente à Estação de Tratamento de Água e o segundo, na foz da bacia, considerando que se necessita do valor médio da vazão com relação à precipitação por se tratar de análise do déficit hídrico, e os dados usados serão da precipitação e evapotranspiração real, o valor obtido da equação do balanço hídrico será a média anual

## RESULTADO E DISCUSSÃO

### Morfometria

Na Tabela 1, são apresentados os resultados da caracterização morfométrica do Riacho Queima Pé, município de Tangará da Serra/MT, onde estão descritos o atributo, a unidade e valor de cada atributo.

**Tabela 1** – parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Riacho Queima Pé, Tangará da Serra/MT

Parâmetros	Unidade	Resultado
Área	km <sup>2</sup>	160,13
Área E.T.A.	km <sup>2</sup>	54,07
Perímetro,	km	101,84
Coefficiente de compacidade (Kc)	Adimensional	2,25
Fator de forma-índice de conformação	Adimensional	0,27
Índice de circularidade (IC)	Adimensional	0,19
Densidade de drenagem (Dd)	km.km <sup>-2</sup>	1,06
Densidade dos Rios (Dr) de 1ª ordem (121)	Curso.km <sup>-2</sup>	0,75
Comprimento total dos cursos d'água	km	170,44
Ordem dos cursos d'água (STRAHLER,1957)	Adimensional	4ª ordem
Índice de Sinuosidade	Adimensional	1,34
Tempo de concentração da precipitação	Minuto	566,80
Declividade do curso d'água	m.km <sup>-1</sup>	7,96
Comprimento do axial do eixo da bacia	km	24,50
Comprimento do curso d'água principal	km	31,77
Comprimento Talvegue curso água principal	km	32,49
Declividade da bacia	Percentual	5,70%
Altitude mínima	Metros	250
Altitude média	Metros	377,50
Altitude máxima	Metros	505
Coefficiente de manutenção	m <sup>2</sup> .m <sup>-1</sup>	943,39

**Fonte:** elaborado pelos autores (2017)

Na análise dos parâmetros planimétricos, a área da drenagem e o perímetro da bacia são importantes variáveis, uma vez que é delas que se obtém outras características que compõem a morfometria, a área que corresponde a 160,13 km<sup>2</sup>, representando a área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos e o perímetro e 101,83 km que é o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (Figura 1).

O Coeficiente de Compacidade também conhecido como índice de Gravelius (GRAVELIUS, 1914), calculado para a Bacia em tela é de 2,25 e varia de 1 ao infinito, sendo 1 o círculo, assim, sugerindo uma bacia de formato alongado (VILLELA; MATTOS, 1975). Embora esse atributo possa contribuir para inferência sobre capacidade de inundação e enchentes, Lorenzon et al. (2015) relata que as enchentes não podem ser explicadas exclusivamente pela forma da bacia, uma vez que fatores como tipo de solo, uso e ocupação da superfície também interferem (RIBEIRO; PEREIRA, 2013). Na bacia em estudo, segundo Gouveia et al. (2015) predominam solos do tipo latossolo, todos típicos de boa drenagem o que evidencia baixa propensão a enchentes. No curso principal do rio, desde a nascente, há barragens que ajudam a minimizar o efeito das inundações, talvez também por isso não se encontrou relatos de fenômenos adversos de inundação na região.

O fator de forma ou índice de conformação, que é a relação da área da bacia e o quadrado do seu comprimento axial medido ao longo do curso d'água (curso d'água principal) desde a desembocadura até a cabeceira mais distante do divisor de água. (VILLELA; MATTOS, 1975) se obteve como resultado de 0,26, valor próximo a "0" (zero), assim como o coeficiente de compacidade, indica que a bacia tem uma

rede de drenagem alongada, com menor predisposição a inundações e/ou cheias instantâneas (GARCEZ; ALVARES, 2013) e o resultado do cálculo do índice de circularidade, que é a medida de proximidade entre a área da bacia e a área do círculo com o perímetro da bacia, e varia de 0 a 1 (MILLER, 1953)

corroborar essa conclusão, cujo valor resultante foi de 0,19 apresentado assim formato alongado, o que proporciona o amortecimento de eventos com grande volume de chuvas (SOUZA et al., 2014).

Com o comprimento total dos cursos d'água, considera-se os diferentes tipos de cursos que constituem a rede de drenagem: os permanentes, os temporários e os efêmeros, esses últimos são aqueles que participam da drenagem somente nos dias de chuva, de 170,44 km, foi esse valor para o cálculo a

Densidade de drenagem (Dd) com o índice 1,06 km.km<sup>2</sup> e de acordo com Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5 km.km<sup>2</sup> em bacias com drenagem pobre a 3,5 km.km<sup>2</sup>, ou mais, em bacias bem drenadas, indicando, assim, que a bacia em estudo possui média capacidade de drenagem, ou seja, possui drenagem mediana por ter um pouco mais de um canal por km<sup>2</sup>. Este índice está diretamente relacionado com a extensão do escoamento superficial e na indicação de eficiência de drenagem de uma bacia, e conseqüentemente no tempo de concentração.

A densidade da drenagem apresenta relação inversa à densidade da hidrografia ou a Densidade dos rios (Dr) de 1ª ordem que foram encontrados 121 pois, quanto mais canais existirem, menos extensos eles serão assim, o esse índice alcançou o valor de 0,756 canal.km<sup>2</sup> e, uma bacia é considerada bem drenada quando tem um canal por km<sup>2</sup>. Esse índice é importante tanto no seu valor como na quantidade de canais de 1ª ordem, pois esses locais são área de preservação permanente - APP (FREITAS, et al., 2013).

Ordem dos cursos d'água, conforme classificação de Strahler (1957) obtido são de 1ª até a 4ª Ordem.

**Tabela 2** – Número de canais, comprimento e percentagem de ocorrência de cada ordem

Ordem	n.º canais	Comprimento (km)	Percentual
1ª ordem	121	82,85	48,62
2ª ordem	50	41,13	24,14
3ª ordem	41	33,95	19,92
4ª ordem	17	12,49	7,33
	229	170,42	100,00

Fonte: elaborado pelos autores (2017)

A sinuosidade dos canais, proposto por Schumm (1963), relaciona o comprimento do canal principal com a distância vetorial entre os extremos do canal, e é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais. E o valor obtido de 1,34 pode-se dizer que não é sinuoso e nem reto, os índices de sinuosidade próximo a 1 indicam que os canais tendem a serem retilíneos, já os valores superiores a 2,0, indicam que os canais tendem a ser tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares, índice semelhante encontrado nos rios Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão. (SANTOS et. al., 2012).

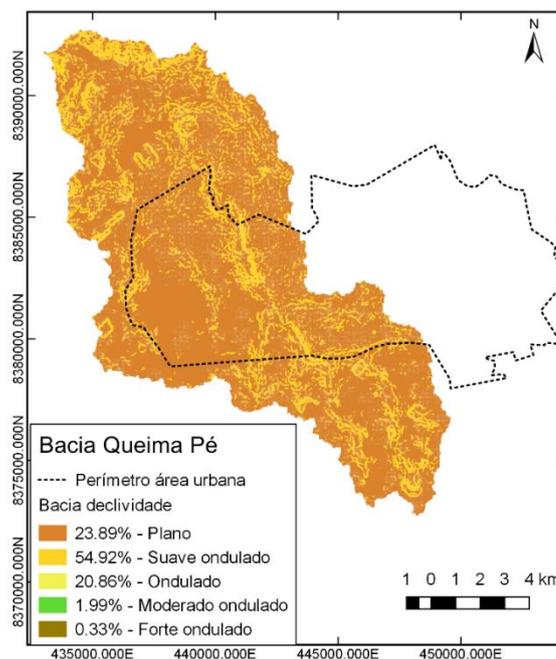
Tempo de concentração da precipitação apurado, que é o tempo necessário para que toda a água precipitada na bacia hidrográfica passe a contribuir na seção considerada, foi de 566,80 minutos está associado diretamente à declividade média do curso d'água principal de 7,96 m.km<sup>-1</sup> em sua extensão de 31,77 km, considera-se o escoamento de baixa velocidade e, ainda associado a forma superficial da bacia, é importante para se compreender as precipitações visando o tempo que o curso d'água leva a água dos limites da bacia para chegar ao exutório (RODRIGUES et al., 2016).

A declividade média do curso d'água principal, obtida pelo método direto (VILELA; MATOS, 1975), foi de  $7,961 \text{ m.km}^{-1}$  ou  $0,079\% \text{ m.m}^{-1}$  apresenta em geral muito baixa declividade no seu curso, trata-se da declividade média, alguns trechos do riacho existem, pelo menos, duas cachoeiras. A declividade influencia diretamente na velocidade de escoamento, quanto maior a declividade, maior será a

velocidade de escoamento e bem mais pronunciados e estreitos serão os gráficos vazão x tempo das enchentes (OLIVEIRA; ANTÔNIO, 2015).

A Declividade da bacia, obtida a partir da elaboração de mapas de declividade, apresentou índice percentual médio em 5,7%, e adicionando a classe de declividade do INCRA (2006), obteve-se nas primeira e segunda faixa 78,81% do total da bacia apresentando relevo de 0 a 5% de declividade, sendo condizente com a região, uma vez que a área de estudo é a bacia hidrográfica, não obstante, o relevo médio do município seja plano. Figura 2.

**Figura 2:** Classes de declividade do INCRA (2006)



**Fonte:** elaborado pelos autores (2017)

O grau desta medida está correlacionado com o escoamento superficial, assim os processos erosivos implicam potencialmente na degradação dos componentes da bacia (GEORGIN; OLIVEIRA; ROSA, 2015), sendo que cobertura vegetal tem papel prático na absorção dos excessos hídricos.

Conforme a Figura 2, percebe-se que o perímetro urbano está sobre o riacho Queima Pé, numa área de 5.424 hectares (TANGARA DA SERRA, 2015). Nesse contexto, a maior alteração da superfície de uma bacia resulta da urbanização, que causa a impermeabilização do solo, diminui a infiltração e aumenta o escoamento superficial, podendo ocasionar cheias e inundações (TARGA et al., 2012).

Mesmo possuindo baixa declividade, não foi observado cobertura vegetal natural suficiente para evitar os processos erosivos (LUZ et al., 2015).

**Tabela 3** – Classes de relevo da bacia hidrográfica do riacho Queima Pé

Declividade (%)	Discriminação área (ha)	% da bacia
0 - 2 relevo plano	4048,3981	23,89
2 - 5 relevo suavemente ondulado	9305,6646	54,92
5 - 10 ondulado	3534,6005	20,86

10 - 15 moderado ondulado	337,24	1,99
15 - 30 forte ondulado	56,3639	0,33

**Fonte:** elaborado pelos autores (2017)

A altitude máxima da bacia é de 505 metros, a altitude média de 377,50 metros e a mínima na bacia é de 250 metros. Segundo Sais e Beli. (2012), como a bacia do Queima Pé está num mesmo ambiente climático, visto que não há alteração brusca no qual viria a influenciar na evapotranspiração, ter sua média de declividade em 5,70% e no estudo conjunto da litologia, geologia ou o tipo de solo aliada a densidade da drenagem, representará o comportamento hidrológico ilustrando a capacidade de infiltração e formação de canais superficiais. (BEREZUK, et al., 2014).

Por fim, o coeficiente de manutenção, como  $943,39 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$  ou seja, a bacia necessita de 944 metros quadrados para manter um metro de curso permanente de água (SCHUMM 1956) e com base nesse valor de apresentado, pode-se afirmar que de uma maneira geral, a microbacia possui uma baixa riqueza de cursos d'água.

### Vazão e estimativa de vazão pelo fator precipitação

O comportamento pluviométrico em Tangará da Serra – MT, segundo Dallacort et al., (2011) num período de 38 anos de estudo, mostrou-se com grande variação anual de distribuição de chuvas com a precipitação máxima no ano de 1990 com 2.861 mm e de 1.404 mm em 2004 e com a média histórica de 1.830,8 mm anuais, em acordo com Agência Nacional de Águas (ANA).

No levantamento entre 2010 e 2016, com os dados obtidos da mesma estação, o comportamento das chuvas apresentou variação, com a máxima precipitação com 1580,00 mm, porém, a evapotranspiração no mesmo período foi a menor da série com 542,35 mm e, a menor precipitação ocorreu no período de outubro/2010 a outubro/2011 com 738,09 mm e a evapotranspiração máxima deu-se em 2013/2014 com 670,18 mm com precipitação no mesmo período de 1458,90 mm (BRASIL, 2017).

**Tabela 4** – Estimativa da vazão baseado nos valores do Balanço Hídrico

Método	Fórmula	Precipitação P	Evapotranspiração EVT	Vazão Q	Vazão $\text{L.s}^{-1}$	
					Bacia integral	Bacia E.T.A
B. H.	$P - \text{EVT} = Q$	1378,73*	582,54*	796,19*	4047,34	1365,10
B. H. <sup>2</sup>	$P - \text{EVT} = Q$	1048,84 <sup>2</sup>	614,95	433,89	2203,13	743,96

B.H.= Balanço Hidráulico; \*teste de normalidade paramétrico; <sup>2</sup> dados do período 2015/2016 média anual.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2017)

A vazão estimada pela precipitação e evapotranspiração no período compreendido entre 2010 e 2016 para toda a bacia do riacho Queima Pé, foi de  $4047,34 \text{ L.s}^{-1}$  e para a E.T.A., foi de  $1365,10 \text{ L.s}^{-1}$ . E os valores do período 2015/2016 vem a confirmar que, a falta de chuvas contribuiu para a crise hídrica em Tangara da Serra/MT, porém, com o método usado, haveria um superávit desse fluxo considerando-se os  $320 \text{ L.s}^{-1}$  outorgado à E.T.A. e valor insignificante Pedreira Tangará LTDA de  $0,40 \text{ L.s}^{-1}$ , porém, outros fatores poderão estar consumindo os recursos hídricos em detrimento à coletividade.

A vazão foi medida, in loco, em 07 pontos no mês de outubro de 2016, iniciando na nascente principal até às proximidades da foz no rio Sepotuba e somente na cabeceira do riacho, no P1 não havia fluxo de água, já o P2 que é distante do anterior à jusante em 7.065 metros e com uma área de

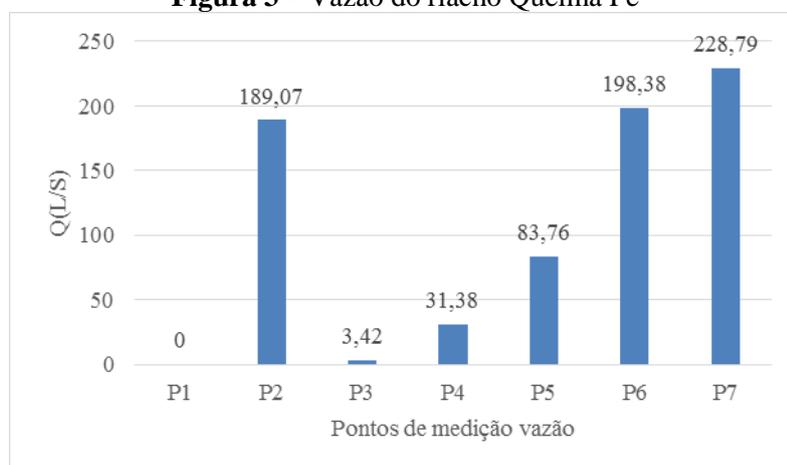
contribuição do exutório em 20,14 km<sup>2</sup> com fluxo de 189,07 m.s<sup>-1</sup>, nessa área foi medido a contribuição do riacho Cristalino com área de bacia de 3.88 km<sup>2</sup> medido fluxo de 1,34 L.s<sup>-1</sup>.

O valor obtido na medição da vazão no P3, é em decorrência de haver retenção do fluxo pela ETA – Estação de Tratamento de Água que abastece a cidade de Tangará da Serra/MT e ainda, na ocasião, o município estar passando por um déficit hídrico, conforme Decreto 351 de 20/10/2016 (TANGARA DA

SERRA, 2016), retendo praticamente todo o fluxo na captação para o abastecimento da cidade, uma vez que a outorga à SAMAE/Tangará da Serra é de 320 L.s<sup>-1</sup>. Portaria N°. 066, de 10/02/2012 (DOEMAT, 2012), com a área de contribuição do exutório (P3) em 54,07 km<sup>2</sup> e, nessa mesma área foi medido a vazão do riacho Figueiras com vazão de 11,15 L.s<sup>-1</sup> com contribuição ao exutório em 6,67 km<sup>2</sup>, riacho esse, com grande parte dentro da área edificada da cidade.

No perímetro de contribuição para a ETA há a outorga à Pedreira Tangará LTDA de 0,40 L.s<sup>-1</sup>, com localização no tributário Berabinha, conforme Portaria N°. 362 de 09/07/2013 (DOEMAT, 2013).

**Figura 3 – Vazão do riacho Queima Pé**



**Fonte:** elaborado pelos autores (2017)

Nos demais pontos de medição será subtraído a contribuição referente ao P3 de 54,07 km<sup>2</sup> em razão da retenção do fluxo pela ETA, a o fluxo foi crescente, P4 com 31,38 L.s<sup>-1</sup> para uma área de 14,33 km<sup>2</sup>; o P5 com fluxo de 83,73 L.s<sup>-1</sup> (P4 + P5) com área 41,00 km<sup>2</sup>; P6 com 198,38 L.s<sup>-1</sup> (P4 + P5 + P6) com área de contribuição de 94,40 km<sup>2</sup> e no ponto P7 com 228,79 L.s<sup>-1</sup> (P4 + P5 + P6 + P7) numa área de 106,10 km<sup>2</sup>, a área total da bacia 160,13

Há a outorga à Marfrig Alimentos S.A. com captação de 37,65 L.s<sup>-1</sup> e vazão máxima de captação de 135,55 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> Portaria N° 515 de 31/10/2014 abaixo do P3 (DOEMAT, 2014).

Mesmo que a outorga atual para a ETA seja de 10.091.520.000 litros anuais, valor esse suficiente para atender a demanda da população de cidade de Tangará da Serra/MT para as suas necessidades de consumo e higiene, fica prejudicada o abastecimento no período seco que, muitas vezes chega a 70 dias sem precipitação de chuvas. A medição da vazão no mês de outubro/2016, nos diversos pontos tanto na área de contribuição à ETA como nos demais pontos mostrou o baixo volume de água, o fluxo foi limitado à média da vazão estimada pela precipitação.

## CONCLUSÃO

A drenagem da bacia é de 4ª ordem; não é propensa a enchentes em precipitações normais por apresentar de forma alongada, a capacidade de geração de novos cursos d'água é baixa, com densidade de rios de 1ª ordem é de 0,756 canal.km<sup>-2</sup> considerada fraca. O índice de sinuosidade, indica que o rio principal é considerado intermediário, não podendo afirmar que seja reto ou sinuoso, assim, com declividade de 7,96%, não permite retenção do fluxo aquático, conseqüentemente, uma infiltração maior e o tempo de concentração de 566,80 minutos para percorrer os 32 quilômetros do talvegue do curso d'água principal.

O coeficiente de manutenção será alterado pela área urbana sobreposta à bacia do riacho Queima Pé devido impermeabilização e, ainda, poderá acarretar uma vazão superior à suportada ao longo dos séculos pelo riacho, causando danos ambientais e econômicos.

A avaliação da vazão ou a produção de água baseado na pluviometria, mesmo sendo o método insipiente, mostrou que houve alteração, para menor, na precipitação pluviométrica o que, por si só, já indica a razão da crise hídrica na cidade de Tangará da Serra e, a metodologia desenvolvida poderá dar respostas rápidas a situações semelhantes.

Além da água que é usada pela ETA e Mafrig, a produção de água pela bacia do riacho Queima Pé, obtido em sua foz, é de 228,79 L.s<sup>-1</sup>, ou seja, 160,130 km<sup>2</sup> de bacia hidrográfica do riacho Queima Pé, oferece um excedente de 0,22879 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, com uma produção diária de 19.767,46 m<sup>3</sup>.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J.M.et al. **Manual de Hidráulica**. 8.ed. São Paulo, 670p. 1998.

BARTH, F.T. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel, 1987.

BEREZUK, A. G. et al. Análise Morfométrica Linear e Areal da Bacia Hidrográfica do Amambai. Mato Grosso do Sul. Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas/MS, nº 20, Ano 11, novembro 2014.

BERNARDI, E. C. S. et al. A. Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem**. Rio de Janeiro: DNIT, 2005.

BRASIL. MAPA. INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, **Balanco hídrico sequencial**. Estação Tangará da Serra. Solo argiloso (CAD 100). Disponível em <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs> Acesso em 04/06/2017.

DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Sci., Agron.** (Online), Maringá, v. 33, n. 2, p. 193-200, June 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.5838>

DOEMT, Diário Oficial do Estado do Mato Grosso. Cuiabá. Pág. 14. de 10 de novembro de 2014.

DOEMT, Diário Oficial do Estado do Mato Grosso. Cuiabá. Pág. 17 e 17. 11/07/2013.

DOEMT, Diário Oficial do Estado do Mato Grosso. Cuiabá. Pág. 24. 15/02/2012.

FREITAS, E. P. et al. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 443-449, Apr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000400013>

GARCEZ, N. L.; ALVARES, A. G. **Hidrologia**, 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2013.

GEORGIN, J.; OLIVEIRA, G. A.; ROSA, A. L. D. Estudo comparativo de índices morfométricos relacionado com cheias nas bacias hidrográficas do alto Jacuí e Vacacaí - Vacacaí Mirim – RS; **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p.1357-1364. mai-ago. 2015.

GOUVEIA, R. G. L. et al. Análise da fragilidade ambiental na bacia do rio Queima-Pé, Tangará da Serra, MT; **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, 42 (2): 131-140, maio. /ago. 2015.

GRAVELIUS, H., 1914. *Flusskunde*. Goschen Verlagshan dlug Berlin. Em Zavoianu, I. In: **Morphometry of Drainage Basins**. Elsevier, Amsterdam, 1985.

GRUBBA, L. S; HAMEL, E. H. Desafios do desenvolvimento sustentável e os recursos naturais hídricos/ Challenges of sustainable development and water resources. **Revista Brasileira de Direito**, Passo Fundo, v. 12, n. 1, p. 100-111, jun. 2016. ISSN 2238-0604. doi: <https://doi.org/10.18256/2238-0604/revistadedireito.v12n1p100-111>.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275, 1945.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Disponível em <http://cod.ibge.gov.br/EMA> > acesso em 13 nov. 2016: 08:00.

INCRA- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Manual de Obtenção de Terras e Perícia Judicial**, aprovado por Norma de Execução Incra/DT/NO 52, de 25 de outubro de 2006 (Diário Oficial da União 27/10/2006, seção I, p.108) 140p.

JACOBI, P. R; CIBIM, J. C; SOUZA, A. N. Crise da água na região metropolitana de São Paulo – 2013/2015. **GEOUSP: Espaço e Tempo** (Online), São Paulo, v. 19, n. 3, p. 422-444, dec. 2015. ISSN 2179-0892. doi: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.104114>.

KIRPICH, T.P. Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds. **J. of Civ. Eng.**, v.10, n.6, p. 362, 1940.

LORENZON, A. S. et al. Influência das características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Benevente nas enchentes no município de Alfredo Chaves-ES. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 10, n. 1, p. 195-206, Mar. 2015. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1475>.

LUZ, T. E. da et al. Morfopedologia aplicada à concepção de obras em microbacia do perímetro urbano de Várzea Grande-MT. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 10, n. 3, p. 646-659, Sept. 2015. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1614>

OLIVEIRA, B. R.; ANTÔNIO, G. B. Caracterização da bacia do Maxixe com auxílio de Sistemas de Informações Geográficas; **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 761-782. set-dez. 2015.

QGIS Development Team, 2016. QGIS 2.18.0 Lisboa. Geographic Information System, Open Source geospatial Foundation Project.

RIBEIRO, G.F., PEREIRA, S.Y. Análise morfométrica da bacia hidrográfica Vargens de Caldas, Planalto de Poços de Caldas, MG. **Terræ**, Campinas, 2013, 10(1-2):15-20.

- RODRIGUES, J. A. M. et al. indicadores hidrológicos para a gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Manuel Alves da Natividade, Tocantins. **Scientia Agraria**, [S.l.], v. 16, n. 4, ago. 2016. ISSN 1983-2443. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v16i4.47923>.
- RODRIGUES, R. S. S. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé da Prata, Capitão Poço – Pará – Brasil. **Revista Verde** – Pombal - ISSN 1981-8203 - v. 11, n.3, p.143-150, jul-set, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i3.4313>
- SAIS, A. C; BELI, E. Obtenção de parâmetros morfométricos de bacia hidrográfica por meio de um sistema de informação geográfica; **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 1, p. 110-118, jan/mar.2012.
- SANTIAGO, C.M.C. et al. Arranjo Espacial da Bacia Hidrográfica do Rio São Nicolau-Piauí a Partir da Análise Morfométrica e dos Aspectos Ambientais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife. Vol. 08 N. 02. 402-421. 2015.
- SANTOS, A. M. et al. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.945>.
- SANTOS, A. G.; BENTO, A. H.; CORDEIRO, J. P. **Observando a Natureza**. Ed. Universidade Federal do Amazonas, Manaus 2007, p. 75
- SCHUMM, S. A. The evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. **Bulletin of the Geological Society of America**. v. 67, n. 5, 1956. p. 597- 646, 1956.
- SILVA, J. W. S. et al. Levantamento de Impactos Ambientais sobre os Remanescentes de Vegetação Ciliar do Riacho Figueiras em Tangará da Serra-MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta-MT, v.11, n.1, p.89-98, 2013.
- SOUZA, A. P. et al. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p. 34-43, out./dez., 2013.
- SOUZA, L. M. et al. Caracterização Flúvio-morfológica e Dinâmica da Paisagem da Sub-Bacia do Rio Ribeirão Santana – Rio Pardo de Minas/MG. **REMOA** - v.14, n.3, p.3346-3356. mai-ago. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2236130813389>
- STRAHLER, A. N. 1957. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Transaction of American Geophysical Union, 38: 913-920.
- TANGARÁ DA SERRA/MT, **Decreto n.º 351 de 20 de outubro de 2016**. Declara situação de emergência neste município afetado por estiagem conforme a codificação brasileira de desastre – COBRADE é 1.4.1.1.0, conforme Instrução Normativa n.º 01/2012, e dá outras providências. Tangará da Serra. Disponível em < [http://www.tangaradaserra.mt.gov.br/fotos\\_downloads/27312.pdf](http://www.tangaradaserra.mt.gov.br/fotos_downloads/27312.pdf)> acesso dia 25/11/2016.
- TANGARÁ DA SERRA/MT, Lei Complementar N° 210, de 11 de setembro de 2015. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Tangará da Serra (PDPMTS), E dá Outras Providências. Tangará da Serra. 15/10/2015, disponível em <[http://www.tangaradaserra.mt.gov.br/fotos\\_downloads/23183.pdf](http://www.tangaradaserra.mt.gov.br/fotos_downloads/23183.pdf)> acesso em 14/11/2016.
- TARGA, M. S. et al. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 120-142, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.905>

---

TORCHETTO, N. L. et al. O uso do Quantum Gis (QGIS) para caracterização e delimitação de área degradada por atividade de mineração de basalto no município de Tenente Portela (RS); **REGET**, Santa Maria. V. 18 n. 2, p.710-717. Mai-Ago. 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117013101>

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

XIMENES, L. G. As relações dos índios terena na região platina: imposições e alternativas. **Revista Eletrônica História em Reflexão**, Dourados, v. 3, n. 6, dez. 2009. ISSN 1981-2434.

ZANINI, T. S. **Ictiofauna de Riachos de Cabeceira da Bacia do Rio Sepotuba - MT: Bases Para Análise de Integridade Ambiental**. - Tangará da Serra/MT. 2014. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2014. Disponível em [http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgasp/docs/2014\\_talitha.pdf](http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgasp/docs/2014_talitha.pdf) > Acesso em 01 jul 2017.