



## Características fisiográficas de sub-bacias do Médio e Alto Rio Teles Pires, Mato Grosso

Denise Aline Wenzel<sup>1</sup>, Eduardo Morgan Uliana<sup>1,\*</sup>, Frederico Terra de Almeida<sup>1</sup>, Adilson Pacheco de Souza<sup>1</sup>, Múcio André dos Santos Alves Mendes<sup>1</sup>, Lucas Gerônimo da Silva Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

\*Autor Correspondente: [morganuliana@ufmt.br](mailto:morganuliana@ufmt.br)

Recebido: 23/07/2017; Aceito: 07/11/2017

**Resumo:** Características fisiográficas de bacias hidrográficas são todos os dados que podem ser extraídos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélites com auxílio de sistemas de informações geográficas. Essas características possuem importância expressiva para a modelagem hidrológica, a regionalização de vazões e a gestão de recursos hídricos. Objetivou-se determinar as características fisiográficas de cinco sub-bacias nas regiões do Médio e Alto Rio Teles Pires, localizadas na região Amazônica do estado de Mato Grosso. Os exutórios das sub-bacias foram definidos como as localizações de estações fluviométricas pertencentes à Rede Hidrometeorológica Nacional. As áreas de drenagem foram delimitadas com um modelo digital de elevação *Shuttle Radar Topography Mission* e a hidrografia vetorizada do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Após a individualização das sub-bacias, foram determinadas as seguintes variáveis: área de drenagem, perímetro, comprimento axial, fator de forma, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, comprimento total dos cursos de água, densidade de drenagem, altitude e declividade média da bacia. As bacias estudadas são classificadas como “Macro Bacias”, possuem formato estreito e alongado, baixa variação de altitude na área de drenagem e relevo plano. A análise isolada do fator de forma, do coeficiente de compacidade e do índice de circularidade indica que as sub-bacias não apresentam susceptibilidade a cheias. No entanto, destaca-se que essa afirmação deve ser corroborada com análises mais detalhadas com outros fatores que também interferem no escoamento, como ocupação do solo, características das precipitações, entre outros.

**Palavras-chave:** geoprocessamento; recursos hídricos; Amazônia.

## Physiographic characteristics of the medium and upper Teles Pires River sub-basins, Mato Grosso, Brazil

**Abstract:** The physiographic features of river basins can be extracted from maps, aerial photographs and satellite images with the help of geographic information systems. These characteristics have significant importance for hydrological modeling, streamflow regionalization and water resource management. The objective of this paper was to determine the physiographic characteristics of five sub-basins in the medium and high regions of the Teles Pires River, located in the Amazon region of the State of Mato Grosso, Brazil. The exudate locations were defined by five fluviometric stations belonging to the National Hydrometeorological Network. The drainage areas were delimited using a digital elevation Shuttle Radar Topography Mission model and vector hydrography from the Brazilian Institute of Geography and Statistics. After individualizing the sub-basins, the following variables were determined: drainage area, perimeter, axial length, shape factor, compactness coefficient, circularity index, total watercourse length, drainage density, bowl altitude and mean slope of the bowl. The studied basins are classified as Macro Basins. They have a narrow and elongated shape, a low altitude variation in the drainage area, and a flat relief. An isolated analysis of form factor, compactness coefficient and circularity index indicates that the sub-basins are not susceptible to floods. However, it should be emphasized that this assertion must be corroborated by a more detailed analysis that takes in to account the influence of other factors that also interfere in the flow, such as soil occupation, rainfall characteristics, among others.

**Keywords:** geoprocessing; water resources; Amazon.

## 1. INTRODUÇÃO

A implantação de empreendimentos hidrelétricos e o rápido crescimento do agronegócio, da população e das atividades industriais do estado de Mato Grosso têm aumentado a demanda por água, requerendo, assim, gestão e uso sustentável dos recursos hídricos (ALVES et al., 2009). As principais causas de supressão de florestas, redução da água dos mananciais e ameaça à disponibilidade de água para as gerações atuais e futuras provêm das ações antrópicas, que podem influenciar no regime hidrológico de uma bacia hidrográfica, visto que, ao interferir no meio natural, o homem acaba intervindo nos processos do ciclo hidrológico (TONELLO, 2005).

No caso específico da Bacia do Rio Teles Pires, a obtenção de informações para estimativa do seu regime hidrológico assume importância ainda maior, visto que a região está entre os 16 principais polos nacionais de irrigação por pivô central e apresenta potencial de aumento da área irrigada (ANA, 2016). Além da área irrigada, na Bacia do Rio Teles Pires estão em fase de implantação seis empreendimentos hidrelétricos que possuem um conjunto potencial para geração de aproximadamente 3.697,0 MW de energia elétrica (EPE, 2009).

Características fisiográficas de bacias hidrográficas são todos os dados que podem ser extraídos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélites com auxílio de sistemas de informações geográficas (SIGs). Essa caracterização é o primeiro e mais comum procedimento executado em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como propósito analisar diversas questões relacionadas com a dinâmica ambiental local e regional (TEODORO et al., 2007), principalmente vinculadas ao comportamento hidrológico de bacias hidrográficas, com aplicações em estudos de regionalização de vazões mínimas, médias e máximas, entre outros.

Além disso, a caracterização fisiográfica de bacias pode ser utilizada como ferramenta auxiliar em análises geológicas (FERRARI et al., 1998) e de drenagem fluvial (ALVES & CASTRO, 2003), como indicativo hidrológico para o acompanhamento ambiental do manejo de florestas plantadas (MOSCA, 2003), como base para a definição e a elaboração de indicativos para gestão ambiental (SILVA et al., 2010; TONELLO et al., 2006), bem como para a educação ambiental (BERGMANN & PEDROZO, 2008). Atualmente, essa caracterização é feita com a integração de várias informações, como relevo e hidrografia mapeada, em ambientes de SIGs. Esses procedimentos podem ser realizados de forma manual ou automática (CARDOSO et al., 2006). Os SIGs apresentam importância expressiva para os estudos que compõem análises ambientais, principalmente hidrológicas, pois permitem sobrepor diversas informações espaciais da bacia hidrográfica e apresentam ambiente interativo de trabalho, onde grande quantidade de dados pode ser analisada e processada em um mesmo momento, gerando resultados com acurácia (LANA et al., 2011).

As informações de relevo obtidas para análise hidrológica são representadas por meio de estruturas numéricas de dados que correspondem à distribuição espacial da altitude e da superfície do terreno, conhecidos como modelo digital de elevação (MDE). Esses modelos podem ser obtidos por meio de imagens de sensores remotos ou cartas topográficas com a interpolação das curvas de nível e pontos cotados (OLIVEIRA et al., 2010).

A partir das informações obtidas pelos MDEs, o levantamento de dados hidrológicos é feito de forma mais rápida e eficaz, além de facilitar pesquisas em outras regiões que apresentem bases cartográficas pouco detalhadas, como no caso da Amazônia, que apresenta espaços de vazios topográficos, dificultando trabalhos que utilizam estudos espaciais (SILVA et al., 2015).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi obter as características fisiográficas de sub-bacias do Rio Teles Pires para fins de modelagem hidrológica e regionalização de vazões, e subsidiar a gestão de recursos hídricos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo foi a bacia hidrográfica do Rio Teles Pires, localizada na região Amazônica do estado de Mato Grosso (Figura 1), e compõe uma das principais regiões desse estado, com alto desenvolvimento econômico e intensa exploração dos recursos naturais (FONSECA, 2006). Nos principais municípios pertencentes à bacia encontram-se grandes plantações de soja, milho e arroz, além da BR-163, que liga Cuiabá a Santarém. Essa rodovia contribuiu para o desenvolvimento regional e para alterações expressivas do ambiente em torno de seu eixo (MORENO, 2005).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região pode ser enquadrado no tipo Aw, ou seja, clima tropical úmido, com um trimestre mais seco localizado entre junho e agosto. A temperatura média anual varia em torno de 25°C, sendo a média do mês mais frio inferior a 16°C e a do mês mais quente superior a 34°C. Já a precipitação pode atingir 1.800 mm/ano (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Para o estudo das características fisiográficas, foram utilizadas como referências as localizações de cinco estações fluviométricas do Alto e Médio Rio Teles Pires. Essas estações são pertencentes à Rede Hidrometeorológica Nacional, e detalhes de sua localização podem ser observados na Figura 1 e na Tabela 1.

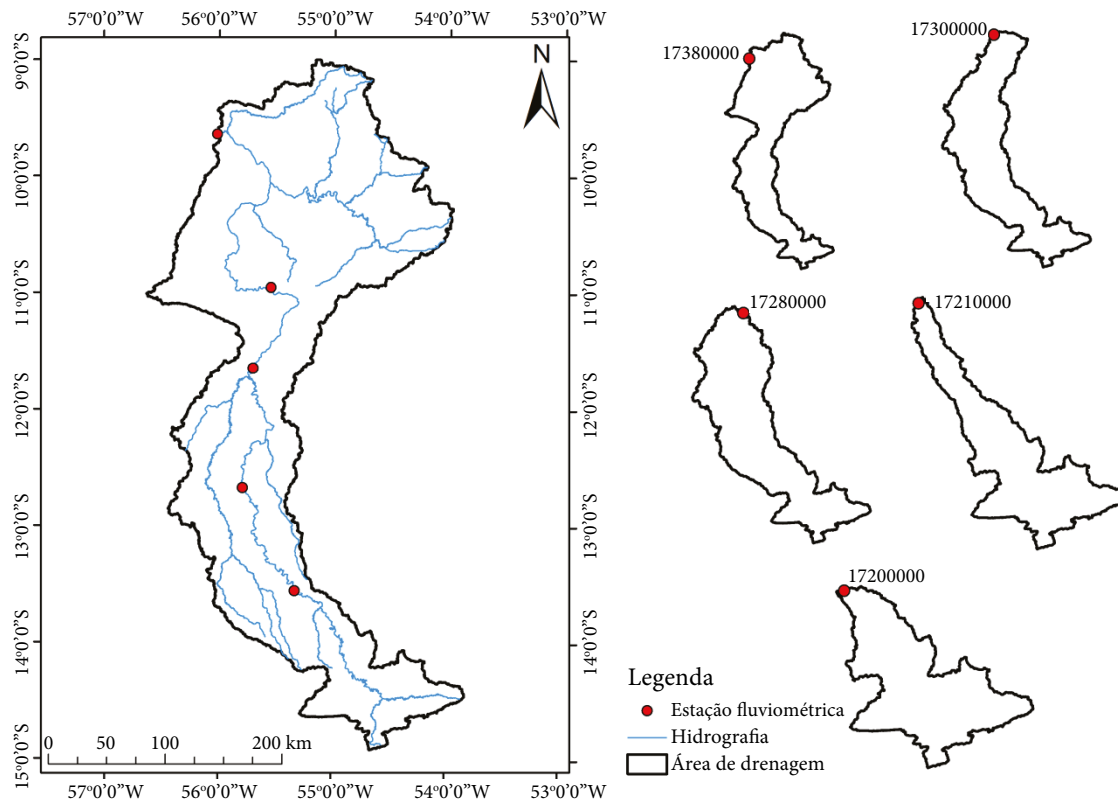
O Alto Teles Pires compreende a região da foz do Rio Verde (região dos municípios de Sinop e Ipiranga do Norte) até suas nascentes em Serra Azul e Finca Faca (região dos municípios de Paranatinga e Primavera do Leste). Nessa sub-bacia a ocupação já está estabelecida e a maior parte da cobertura vegetal predominante (Cerrado) já foi alterada. Nessa região, os municípios de Sinop, Sorriso, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum são considerados os principais produtores de grãos.

O Médio Teles Pires abrange a partir dos limites do Baixo Teles Pires até as proximidades da foz do Rio Verde, próximo ao município de Sinop. Essa sub-bacia caracteriza-se pela transição entre o cerrado e a floresta Amazônica, em que trechos são caracterizados por fisionomias do cerrado, de formações secundárias e da floresta estacional, na região do Planalto do Parecis.

## 2.2. Base de dados

Para obtenção das características fisiográficas das bacias hidrográficas, foi utilizado como base de dados um MDE e a hidrografia vetorial da região. O MDE foi obtido por meio de imagens *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com resolução espacial de 90 m. A hidrografia vetorial utilizada foi obtida junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em escala de 1:250.000.

Após a obtenção do MDE, foi obtido o modelo digital de elevação hidrograficamente condicionado (MDEHC), conforme metodologia descrita em Elesbon et al. (2011). Dessa forma, a individualização das áreas de drenagem das sub-bacias foi



**Figura 1.** Delimitação da bacia hidrográfica do Rio Teles Pires e hidrografia gerada com destaque na localização das estações fluviométricas de referência do estudo.

**Tabela 1.** Código e localização das cinco estações fluviométricas das bacias hidrográficas do Médio e Alto Rio Teles Pires utilizadas no estudo.

Código	Local	Cidade	Latitude	Longitude
17380000	Peixoto de Azevedo	Alta Floresta	-09°38'26"	-56°01'10"
17300000	Fazenda Tratex	Colíder	-10°57'21"	-55°33'03"
17280000	Cachoeirão	Tapurah	-11°39'06"	-55°42'09"
17210000	Teles Pires	Sorriso	-12°40'27"	-55°47'34"
17200000	Porto Roncador	Sorriso	-13°33'27"	-55°20'05"

obtida em cinco etapas: obtenção do MDEHC e preenchimento das depressões espúrias; obtenção da direção de fluxo; obtenção da direção de fluxo acumulado; determinação da hidrografia numérica; e delimitação automática das bacias hidrográficas.

O sistema de informação geográfica utilizado para a manipulação e a obtenção dessas informações foi o software ArcGis®.

### 2.3. Características fisiográficas

Neste estudo foram determinadas as seguintes características fisiográficas: área de drenagem (A), em km<sup>2</sup>; perímetro (P), em km; comprimento axial (L<sub>axial</sub>), em km; comprimento total dos cursos de água (L<sub>t</sub>), em km; fator de forma (K<sub>f</sub>); coeficiente de compacidade (K<sub>c</sub>); índice de circularidade (I<sub>c</sub>); densidade de drenagem (D<sub>d</sub>), em km km<sup>-2</sup>; altitude média da bacia (m); e declividade média da bacia (m m<sup>-1</sup>).

A A e o P foram determinados após a delimitação da bacia. Em seguida, obteve-se o K<sub>c</sub> por meio da relação entre o P e a área da bacia (CARVALHO et al., 2009), conforme a Equação 1.

$$K_c = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Em que:

K<sub>c</sub> = o coeficiente de compacidade (adimensional);

P = o perímetro da bacia (km);

A = a área de drenagem (km<sup>2</sup>).

Semelhante ao K<sub>c</sub> conforme Cardoso et al. (2006), o I<sub>c</sub> tende a unidade à medida que a bacia se assemelha à forma circular. Esse índice é calculado pela relação entre a área da bacia e a área de um círculo de P igual ao da bacia, conforme a Equação 2.

$$I_c = \frac{12,57 * A}{P^2} \quad (2)$$

Em que:

I<sub>c</sub> = o índice de circularidade (adimensional);

A = a área de drenagem (km<sup>2</sup>);

P = o perímetro (km).

O K<sub>f</sub>, segundo Villela & Mattos (1975), fornece um indicativo da tendência a enchentes de uma bacia. Esse índice é obtido pela relação entre a largura média e o L<sub>axial</sub> da bacia (Equação 3).

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (3)$$

Em que:

K<sub>f</sub> = o fator de forma (adimensional);

A = a área de drenagem (km<sup>2</sup>);

L = o comprimento axial da bacia (km).

Segundo Garcez & Alvarez (1988), os índices utilizados para determinar a forma das bacias, como K<sub>f</sub> e K<sub>c</sub>, são importantes no estudo comparativo das bacias hidrográficas e permitem, em poucos casos, tirar algumas conclusões sobre as vazões.

A D<sub>d</sub> indica a eficiência do desenvolvimento do sistema de drenagem da bacia hidrográfica (CARDOSO et al., 2006). O cálculo é composto pela razão entre o L<sub>t</sub> e a área da bacia, como mostra a Equação 4.

$$D_d = \frac{L_t}{A} \quad (4)$$

Em que:

D<sub>d</sub> = a densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>);

L<sub>t</sub> = o comprimento de todos os cursos de água da bacia (km);

A = a área de drenagem (km<sup>2</sup>).

A declividade média de uma bacia tem influência sobre vários processos, como a umidade do solo, a infiltração, o escoamento superficial, entre outros. A declividade do terreno consiste na relação entre as diferenças de altitude de dois pontos e a distância horizontal entre eles no terreno. Para obtenção dos dados de declividade foi utilizado o MDE — SRTM.

Para obtenção da declividade média da A e da curva de declividade foi utilizada metodologia proposta por Villela & Mattos (1975). Para isso, executou-se as atividades na seguinte ordem: definição do número de classes com a Equação de Sturges (1926); estabelecimento das classes de declividade; quantificação do número de ocorrências para cada classe; obtenção da porcentagem do total (frequência relativa); obtenção da porcentagem acumulada (frequência acumulada); determinação da declividade média do intervalo de classe; e, por fim, obtenção da declividade média com a Equação 5.

$$\bar{d} = \sum(f_i \cdot \bar{d}_i) / N \quad (5)$$

Em que:

$\bar{d}_i$  = o valor médio da declividade do i-ésimo intervalo de classe;

$f_i$  = o número de ocorrência do i-ésimo intervalo de classe;

N = o número total de ocorrências.

A curva de declividade foi obtida plotando-se os valores de porcentagem acumulada e declividade média do intervalo de classe nos eixos das abscissas e ordenadas, respectivamente.

Para determinação da altitude média da bacia e da curva hipsométrica, foram executadas as seguintes atividades, conforme procedimento proposto por Villela & Mattos (1975): definição do número de classes de altitude com a Equação de Sturges (1926); estabelecimento das classes de altitude; determinação do ponto médio do intervalo de classe; cálculo da área da bacia compreendida dentro de cada intervalo de classe; acúmulo das áreas a partir do intervalo de classe com as maiores altitudes; cálculo da porcentagem de área acumulada em cada classe; e determinação da altitude média com a Equação 6.

$$\bar{z} = \frac{1}{A} \sum(A_i \cdot \bar{z}_i) \quad (6)$$

Em que:

$A_i$  = a área da bacia compreendida no intervalo de classe de altitude;

$\bar{z}_i$  = a altitude média do intervalo de classe.

A curva hipsométrica foi obtida plotando-se os valores de porcentagem acumulada e altitude média do intervalo de classe nos eixos das abscissas e ordenadas, respectivamente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das características fisiográficas das cinco estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Rio Teles Pires estão apresentados na Tabela 2. Pela classificação de Beck et al. (2013), as sub-bacias em estudo são consideradas “Macro Bacias”, por apresentarem A maior que 10.000 km<sup>2</sup>. Essa característica confere às regiões elevada potencialidade hídrica e menor chance de ocorrência de picos de cheia.

Para Tucci (2009), a área da bacia expressa relevantemente sua potencialidade hídrica e resposta hidrológica, uma vez que, quanto maior a área, menor a chance de ocorrer picos de enchentes, pois maior será o tempo para que toda a bacia contribua para a saída da água após a ocorrência de precipitações.

**Tabela 2.** Características fisiográficas das sub-bacias hidrográficas geradas a partir de seções de controle das estações fluviométricas do Alto e Médio Teles Pires.

Código	A (km <sup>2</sup> )	P (km)	L <sub>axial</sub> (km)	L <sub>t</sub> (km)	K <sub>f</sub>	K <sub>c</sub>	I <sub>c</sub>	D <sub>d</sub>
17380000	81.748,27	3.843,72	603,24	42447,59	0,224	3,764	0,069	0,519
17300000	40.812,78	2.572,20	449,17	18.286,81	0,202	3,565	0,077	0,448
17280000	34.689,68	2.197,26	380,73	15265,43	0,239	3,303	0,090	0,440
17210000	14.030,98	1.488,60	290,15	7104,22	0,166	3,518	0,079	0,506
17200000	10.823,31	1.076,04	191,05	5472,41	0,296	2,896	0,117	0,505

A: área de drenagem; P: perímetro da bacia; L<sub>t</sub>: comprimento total dos cursos de água; L<sub>axial</sub>: comprimento axial da bacia; K<sub>f</sub>: fator de forma; K<sub>c</sub>: coeficiente de compactidade; I<sub>c</sub>: índice de circularidade; D<sub>d</sub>: densidade de drenagem.

A análise qualitativa e comparativa dos valores de  $K_f$  e  $K_c$  fornece um indicativo sobre a susceptibilidade a cheias das bacias hidrográficas. Salienta-se que esses valores devem ser utilizados apenas como um primeiro indicativo da susceptibilidade da A a cheias, visto que fatores como uso e ocupação do solo, geomorfologia, vazão, precipitação, entre outros, também devem ser considerados.

Nesse caso, pode-se afirmar apenas que, desde que outros fatores não interfiram, valores maiores de  $K_f$  e menores de  $K_c$  indicam maior susceptibilidade da A a enchentes. Isso se deve ao fato de que, em bacias com formato mais arredondado (geralmente com valores de  $K_c$  mais próximos a 1,0 e valores maiores de  $K_f$ ), o escoamento se concentra de uma forma mais rápida, além de que a probabilidade de uma chuva intensa cobrir toda a A ao mesmo tempo é maior, favorecendo o processo de cheias.

Ao realizar uma análise comparativa dos valores de  $K_f$  e  $K_c$  das cinco sub-bacias do Rio Teles Pires (Tabela 2), verifica-se que a A com maior susceptibilidade a cheias é a da seção de monitoramento 17200000 (Porto Roncador/Sorriso), seguida da área da estação fluviométrica 17280000 (Cachoeirão/Tapurah). Destaca-se novamente que essa análise fornece apenas um indicativo quanto à susceptibilidade a cheias, e que outros fatores foram considerados fixos para se fazer essa afirmação, como descrito anteriormente.

O  $I_c$  também fornece um indicativo quanto à forma da bacia. De acordo com Schumm (1956), valores de  $I_c$  maiores que 0,51 demonstram que a bacia tende a ser mais circular, favorecendo os processos de inundação (picos de cheias). Já valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada, contribuindo para o processo de escoamento. Nesse caso, pode-se afirmar que as As das cinco sub-bacias apresentam formato estreito e alongado, reduzindo a susceptibilidade a inundações (Tabela 2). Esse resultado é corroborado com a análise visual das sub-bacias apresentadas na Figura 1.

A  $D_d$  indica a efetividade da drenagem da bacia, sendo importante para determinar o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, pois é expressa pela relação do somatório dos comprimentos de todos os canais da rede — perenes, intermitentes ou temporários — e a área total da bacia (ANTONELI & THOMAZ, 2007). A  $D_d$  encontrada para as bacias das estações 17380000, 17300000, 17280000, 17210000 e 17200000 foram de 0,519; 0,448; 0,440; 0,506; e 0,505 km/km<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 2).

Em relação às características do relevo, as sub-bacias das estações de monitoramento 17380000, 17300000, 17280000, 17210000 e 17200000 apresentaram altitude máxima de 893 m e mínima de 226, 259, 301, 322 e 349 m, respectivamente (Figura 2). A curva hipsométrica indicou que a variação do relevo das sub-bacias é relativamente pequena, confirmando o fato de a região ser relativamente plana e, conseqüentemente, não ocorrer grandes variações entre as altitudes e suas respectivas As (Figura 2).

A altitude média obtida para as sub-bacias 17380000, 17300000, 17280000, 17210000 e 17200000 foi de 371,0; 412,0; 421,0; 455,6; e 472,0 m, respectivamente. Quanto maior a variação nos valores de altitude mais evidente será a presença de relevo montanhoso, o que, conseqüentemente, influenciará na precipitação, na temperatura do ar e no escoamento das sub-bacias (VILLELA & MATTOS, 1975). Percebe-se, na Figura 2, que a variação da altitude das sub-bacias do Rio Teles Pires, em função da porcentagem de área, não foi muito elevada.

Na Figura 3, estão apresentadas as curvas de declividade das sub-bacias do Rio Teles Pires. Essas curvas apresentam no eixo das abscissas a porcentagem de área da bacia cuja declividade excede os valores marcados no eixo das ordenadas.

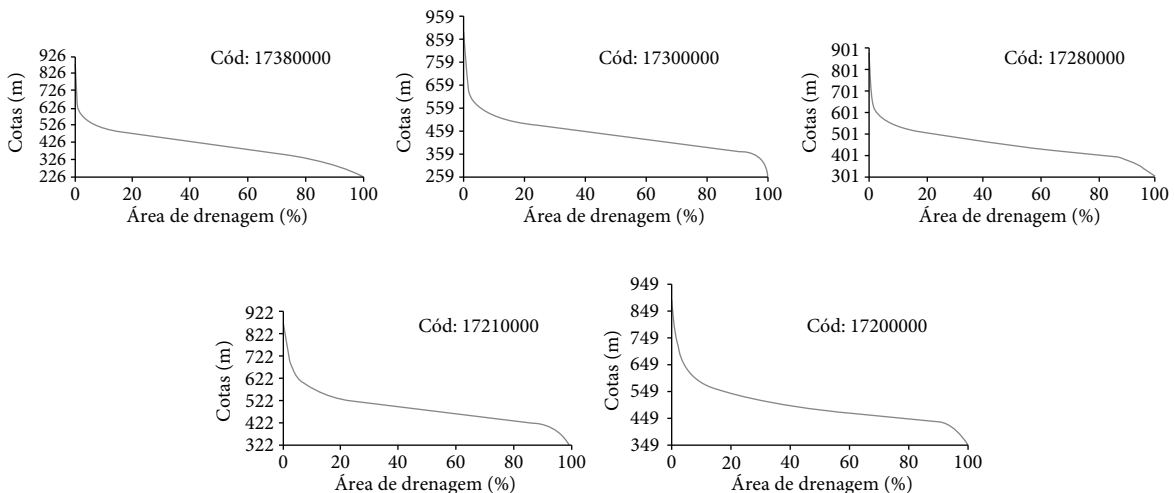
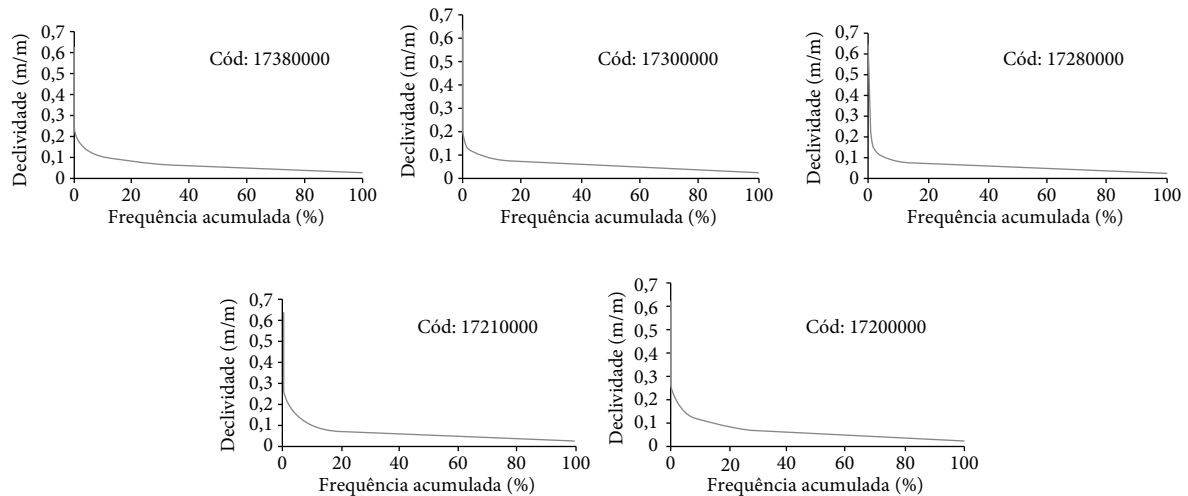


Figura 2. Curvas hipsométricas das sub-bacias do Rio Teles Pires.



**Figura 3.** Distribuição de frequência das declividades das sub-bacias do Rio Teles Pires.

A declividade da bacia influencia na velocidade de escoamento da água sobre o solo e afeta a capacidade de armazenamento, portanto é importante em estudos relacionados à erosão. Quanto maior a declividade da bacia associada à ausência de cobertura vegetal, ao tipo de solo, à intensidade de chuvas, entre outros fatores, menor será a capacidade de armazenamento superficial, o que amplia a susceptibilidade a enchentes, sujeitando a bacia à degradação. Assim, quanto maior a declividade, maior a chance de ocorrências de erosões no solo (PRUSKI, 2006).

As curvas de declividade das As podem ser observadas na Figura 3. A declividade média obtida para as sub-bacias 17380000, 17300000, 17280000, 17210000 e 17200000 foi de 0,04; 0,03; 0,03; 0,03; e 0,04 m/m, respectivamente.

Observa-se, na Figura 3, que declividades acima de 0,05 m/m possuem baixa frequência de ocorrência, enquanto as menores declividades são mais frequentes na A. Ao analisar os valores de declividade média, bem como as curvas apresentadas na Figura 3, percebe-se que a maior parte das declividades das sub-bacias varia entre 0 e 1%, ou seja, se enquadram em relevo plano, conforme classificação da EMBRAPA (1979).

Esse resultado indica que as sub-bacias estudadas possuem baixa velocidade de escoamento superficial e maior tempo de concentração, o que favorece, também, o aumento da capacidade de infiltração da água no solo. Por outro lado, essa característica pode ser limitante no que se refere à drenagem da água, ocasionando, em alguns casos, consequências negativas para as atividades agrícolas existentes na bacia.

#### 4. CONCLUSÕES

As sub-bacias estudadas são classificadas como “Macro Bacias”, possuem formato estreito e alongado, baixa variação de altitude na A e relevo plano.

A análise isolada dos valores de  $K_p$ ,  $K_c$  e  $I_c$  apresenta indicativo de que as sub-bacias não apresentam susceptibilidade a cheias. No entanto, destaca-se que essa afirmação deve ser corroborada com uma análise mais detalhada, que leve em consideração a influência de outros fatores que também interferem no escoamento, como uso e ocupação do solo, características de precipitação, entre outros.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), o apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014:** relatório síntese. Brasília: ANA, 2016. 33p.
- ALVES, E. C. R. F.; SILVINO, A. N. O.; ANDRADE, N. L. R.; SILVEIRA, A. Gestão dos Recursos Hídricos no Estado de Mato Grosso, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 3, p. 69-80, 2009. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v14n3.p69-80>

- 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.
- ANTONELLI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Revista Caminhos da Geografia**, v. 8, n. 21, p. 46-58, jun. 2007.
- BECK, H. E.; BRUIJNZEEL, L. A.; VAN DIJK, A. I. J. M.; MCVICAR, A. I. J. M.; SCATENA, F. N.; SCHELLEKENS, J. The impact of forest regeneration on streamflow in 12 mesoscale humid tropical catchments. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 17, n. 7, p. 2613-2635, 2013. <https://doi.org/10.5194/hess-17-2613-2013>
- BERGMANN, M.; PEDROZO, C. S. Explorando a Bacia Hidrográfica na Escola: Contribuições à Educação Ambiental. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 537-553, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132008000300011>
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>
- CARVALHO, W. M.; VIEIRA, E. O.; ROCHA, J. M. J.; PEREIRA, A. K. S.; CARMO, T. V. B. do. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Córrego do Malheiro, no município de Sabará-MG. **Irriga**, v. 14, n. 3, p. 389-412, 2009.
- ELESBON, A. A. A.; GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; OLIVEIRA, I. C. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do braço norte do rio São Mateus – Brasil. **Revista Escola de Minas**, v. 64, n. 3, p. 281-288, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672011000300005>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10., 1979, Rio de Janeiro. **Súmula...** Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Avaliação ambiental integrada da bacia hidrográfica do rio Teles Pires: relatório final – sumário executivo**. 2009. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-248/topico-292/AAI%20Teles%20Pires%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final%20-%20Sum%C3%A1rio%20Executivo\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-248/topico-292/AAI%20Teles%20Pires%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final%20-%20Sum%C3%A1rio%20Executivo[1].pdf)>. Acesso: 5 dez. 2016.
- FERRARI, J. A.; HIRUMA, S. T.; KARMANN, I. Caracterização morfométrica de uma superfície cárstica do Vale do Ribeira, São Paulo (Núcleo Caboclos – PETAR). **Revista do Instituto Geológico**, v. 19, n. 1-2, p. 9-17, 1998. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-929X.19980002>
- FONSECA, G. P. S. **Análise da Poluição Difusa na Bacia do Rio Teles Pires com Técnicas de Geoprocessamento**. Cuiabá – MG: Universidade Federal de Mato Grosso, 2006. 171f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso, 2006.
- GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1988. 291p.
- LANA, V. M.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; SILVA, E.; MENEZES, S. J. M. C.; LIMA, C. A.; DOMINGUES, G. F.; SILVA, T. P.; SILVA, R. M.; COSTA, F. R. Preparação de bases de dados vetoriais do IBGE no ArcGIS para a geração de modelos digitais de elevação hidrograficamente condicionados (MDEHCs). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** SBSR: 2011. p. 6073-6080.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206p.
- MORENO, G. Agricultura: transformações e tendências. In: MORENO, G.; HIGA, T. C. C. de S. (Orgs.). MAITELLI, G. T. (Colab.). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. p. 140-171.
- MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas**. Piracicaba – SP: Universidade de São Paulo, 2003. 96f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2003.
- OLIVEIRA, P. T. S.; ALVES SOBRINHO, T.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 819-825, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000800005>
- PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa: Editora da UFV, 2006. 240p.



- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2)
- SILVA, C. R. P.; DEMARQUI, E. N.; ALMEIDA, F. T.; MINGOTI, R.; SOUZA, A. P. Diferentes modelos digitais de elevação na caracterização física da bacia hidrográfica do Rio Nandico, MT, Brasil. **Scientia Plena**, v. 11, n. 5, p. 1701, 2015.
- SILVA, L.; LIMA, E. R. V.; ALMEIDA, H. A.; COSTA FILHO, J. F. Caracterização geomorfológica e mapeamento dos conflitos de uso na bacia de drenagem do açude Soledade. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 3, p. 112-122, 2010.
- STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, p. 65-66, 1926. <https://doi.org/10.1080/01621459.1926.10502161>
- TEODORO, V. L. I.; TEXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137-156, 2007.
- TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. Viçosa – MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 69f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal), Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. 943p.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.