



Caracterização da sub-bacia hidrográfica do rio Jenipapo, Tocantins, Brasil

Allan Deyvid Pereira da Silva ^{a*}, Jader Nunes Cachoeira ^b, Olavo da Costa Leite ^b,
Igor Eloi Silva Machado ^b, Mychelle Priscila de Melo ^b, Jose Fernando Pereira ^b,
Eduardo Ganassoli Neto ^b

^a Universidade Federal do Paraná, Brasil

^b Universidade Federal do Tocantins

* Autor correspondente (allanuft@gmail.com)

INFO

Keywords

Jenipapo Basin
morphometric mapping

ABSTRACT

Lorem Characterization of the Jenipapo river sub-basin, Tocantins, Brazil

Studies related to water resources have contributed significantly to understand the relationship between land use and occupation and water balance in the quantification of data in watersheds. Geomorphometric analyses contribute directly to the management of strategies aimed at predicting water supply and encourages the minimization of problems related to critical periods of drought. The present work aims to analyze the morphometric characterization of the Jenipapo River sub-basin (TO), observing the components of the water balance, land use and occupation, from the estimation of some climatic and morphometric parameters. The study area covers the municipalities of Pau d'Arco (49.0%), Bandeirantes (30%) and Arapoema (21%), occupying 1,204.64 km². In general, it was found that the studied area has a shape factor (F) equal to 0.34; circularity index (CI) of 0.32; hydrographic density of 1.60 watercourses per km²; and compactness coefficient (Kc) equal to 1.75, presenting low susceptibility to flooding. However, there is a predominance of intensive livestock in terms of land use and occupation, corresponding to 60.68% of the total area analyzed, where native vegetation accounts for 29.35%, extensive livestock and capoeiras or degraded area 9.95% and water bodies represents less than 1%.

RESUMO

Palavras-chaves

Bacia Jenipapo
mapeamento morfométrico

Estudos ligados aos recursos hídricos têm contribuído significativamente para compreender a relação entre uso e ocupação do solo e balanço hídrico na quantificação de dados em bacias hidrográficas. Análises geomorfométricas contribuem diretamente no gerenciamento de estratégias voltadas à previsão de oferta hídrica e incentiva a minimização dos problemas ligados aos períodos críticos de estiagem. O presente trabalho tem por objetivo analisar a caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Jenipapo (TO), observando os componentes do balanço hídrico, uso e ocupação do solo, a partir da estimativa de alguns parâmetros climáticos e morfométricos. A área de estudo abrange os municípios tocantinenses de Pau d'Arco (49,0%), Bandeirantes (30%) e Arapoema (21%), ocupando 1.204,64 km². De forma geral, constatou-se que a área estudada possui fator de forma (F) igual a 0,34; índice de circularidade (IC) de 0,32; densidade hidrográfica de 1,60 cursos d'água por km²; e coeficiente de compactade (Kc) igual a 1,75, apresentando baixa susceptibilidade a ocorrência de inundações. Todavia, há predominância da pecuária intensiva quanto ao uso e ocupação do solo, correspondendo a 60,68% da área total analisada, onde a vegetação nativa configura 29,35%, a pecuária extensiva e capoeiras ou área degradada 9,95% e corpos d'água representa menos de 1%.



INTRODUÇÃO

O entendimento da caracterização morfométrica de bacias hidrográficas é explicado, normalmente, por meio dos aspectos geomorfológicos, em conjunto às informações de relevo obtidas por Sistema de Informações Geográficas (SIG), que contribuem para a quantificação da disponibilidade hídrica, tendo em vista o planejamento e gestão dos recursos hídricos com incentivo à adoção de práticas de manejo sustentáveis.

A sub-bacia do rio Jenipapo está situada nos municípios de Tocantins: Pau d'Arco, Arapoema e Bandeirantes do Tocantins, pertencente à bacia hidrográfica do rio Araguaia, configurando na proximidade de Araguaína, a segunda maior cidade do Estado. Nesse sentido, é uma região localizada em ponto estratégico para o agronegócio, na extensão geográfica do MATOPIBA ('interface' Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), compondo, simultaneamente, a fronteira dos estados, tendo como uma das principais atividades agropecuárias a produção de grãos (MONDARDO; AZEVEDO; NUNES, 2019).

Todavia, os problemas observados junto à sub-bacia hidrográfica do rio Jenipapo tem sido a falta utilização dos bancos de dados governamentais, estações meteorológicas, Secretaria de Planejamento do Estado e séries temporais da Agencia Nacional de Águas (ANA), para produção de trabalhos científicos que caracterizem a região, contribuindo, assim, com a gestão dos recursos hídricos, em um contexto sistêmico funcional e operacional, ligado ao planejamento estratégico da pesquisa hidrográfica citada acima.

É preciso destacar que a bacia hidrográfica é instrumento de estudo e planejamento integrado para manejo dos recursos naturais. Segundo Rodrigues et al. (2016), Rodrigues et al. (2017) e Barros et al. (2018), a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica possibilita a observação de indicadores hidrológicos, permitindo concluir que o incentivo à adoção de práticas conservacionistas de manejo de bacias hidrográficas, através da utilização de ferramentas SIG, colaboram para a busca de medidas referentes às interferências do relevo, da cobertura e do manejo do solo, medidas de atenuação de processos erosivos, por meio de técnicas de terraceamento, plantio em nível, sistema plantio direto, integração lavoura-pecuária, dentre outras.

A utilização dos bancos de dados hidrológicos da ANA e de outros órgãos governamentais, por meio do SIG, auxilia o entendimento dos fatores que condicionam o uso e ocupação do solo de uma determinada área, como a capacidade de infiltração e armazenamento de água, locais habitados,

agricultáveis, degradados, vazão específica, entre outros. Pontes et al. (2016), mostram que a recarga do aquífero livre é um dos processos mais importantes na hidrologia das águas subterrâneas, pois constitui reserva renovável deste manancial, onde o entendimento da dinâmica de escoamento com ênfase na fase subsuperficial e subterrânea ajudam nos componentes da hidrografia.

Diante da necessidade de gerar informações para subsidiar o gerenciamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Jenipapo, por estar em área estratégica para o agronegócio em Tocantins, objetiva-se, neste estudo, analisar a caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Jenipapo, observando os componentes do balanço hídrico e do uso e ocupação do solo, a partir da estimativa de alguns parâmetros elegidos.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Jenipapo, localizada em Tocantins, ocupa uma área de 1.576,5 km² (TOCANTINS, 2015). É um importante afluente pela margem direita do rio Araguaia. A área da sub-bacia do Rio Jenipapo, em estudo, perfaz 1.204,64 km², disposta ao longo de três municípios do Estado: Pau d'Arco, Arapoema e Bandeirantes do Tocantins. O presente trabalho foi realizado a partir delimitação de parte da sub-bacia hidrográfica do rio Jenipapo, pertencente à bacia hidrográfica do rio Araguaia. O ponto de controle adotado encontra-se sob as coordenadas geográficas latitude 07°36'48,99960" e longitude 49°02'43,00080". A seguir, na (Figura 1), está disposta a localização da região de estudo.

A referida sub-bacia situa-se em Pau d'Arco - TO (49,0%), Bandeirantes - TO (30%), e Arapoema - TO (21%). Possui baixa atividade urbana. O somatório populacional estimado desses municípios é de 15.560 habitantes (IBGE, 2021). Todavia, com os municípios de Araguaína – TO e Nova Olinda – TO, que fazem divisa com a área da pesquisa, a população estimada dos cinco municípios corresponde a 213.819 habitantes, (IBGE 2021). De acordo com SEPLAN (2019), o clima da região, segundo a classificação de Thornthwaite, está inserido em duas regionalizações climáticas, B1wA'a', caracterizado como clima úmido com moderada deficiência hídrica e C2wA'a', clima sub-úmido com moderada deficiência hídrica. Para a caracterização climática, foram utilizados os dados das normais climatológicas da estação meteorológica de Conceição do Araguaia, no Pará, sob as coordenadas geográficas 0,8°16'32,98800" e 49°16'27,12000", por se tratar da estação mais próxima à sub-bacia em estudo.

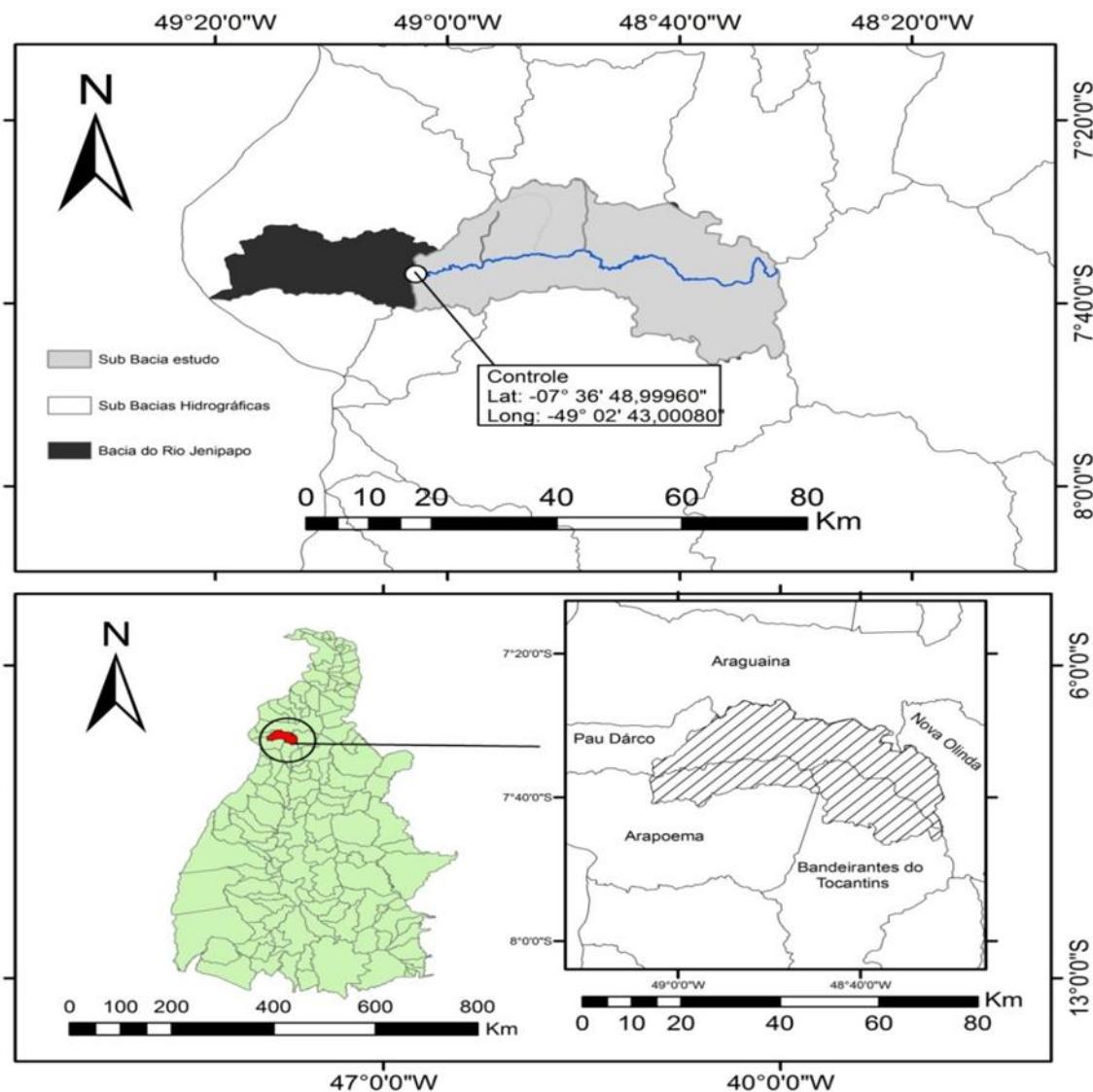


Figura 1- Localização da sub-bacia do Rio Jenipapo, (SEPLAN, 2015).

As médias anuais do comportamento hidrológico, escoamento, evapotranspiração, precipitação e do deflúvio, foram obtidos a partir das séries temporais da ANA, correspondentes ao período de 1988 a 2006. Para o cálculo da precipitação média anual foram utilizados dados de precipitação das estações meteorológicas de Arapoema, Colônia e Fazenda Primavera, sob as coordenadas geográficas, $7^{\circ}39'19''$ e $49^{\circ}3'54''$, $7^{\circ}52'40''$ e $48^{\circ}52'43''$, e $7^{\circ}33'38''$ e $48^{\circ}25'22''$, respectivamente. Para determinação da área de influência sobre a sub-bacia do rio Jenipapo foi utilizado o método de Thiessen (VILLELA E MATTOS, 1975).

Os dados de vazão da estação pluviométrica de Arapoema (ponto de controle) foram utilizados para o cálculo do deflúvio que, juntamente com as informações da precipitação média anual, serviu para a obtenção da evapotranspiração média anual.

As características morfométricas analisadas, densidade de drenagem e coeficiente de compacidade seguiram a metodologia proposta por Villela e Mattos (1975), índice de circularidade e sinuosidade a de Schumm (1956), fator de forma a metodologia de Cardoso et al. (2006), e densidade hidrográfica a de Christoforetti (1969).

Todos os mapas foram elaborados em ambiente SIG, o datum é o SIRGAS2000, e as áreas foram calculadas na projeção cônica de Albers, sendo utilizado, imagem TM Landsat 8, sensor OLI/TIRS bacias e sub-bacias hidrográficas. A utilização de um Sistema de Informação Geográfica, por meio do software ArcGIS 9.2 serviu para extração e cruzamento de informações. A disponibilização de dados confiáveis gratuitamente por órgãos públicos é de fundamental importância para a pesquisa e geração de informação de qualidade. Para o Modelo Digital de Elevação (MDE)

adoptado, foi utilizada a imagem da Missão Topográfica Radar Shuttle (SRTM), oriunda da base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A base de dados vetoriais foi obtida através de informações da Secretaria do Planejamento e da

Modernização da Gestão Pública do Estado do Tocantins, (SEPLAN – TO) de 2015. Os parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica estão representados pelas características e pelos índices apresentados no (Tabela 1).

Tabela 1- Parâmetros morfométricos analisados para a bacia do rio Jenipapo, (SEPLAN, 2015).

Iten	Equação	Definição
Densidade de drenagem (Dd)	Dd= C/A	C = Comprimento total dos canais; A = Área Total da Bacia
Densidade hidrográfica (Dh)	Dh = n/A	n= número de canais A = Área total da bacia
Fator de forma (F)	F= A/L ²	A = Área total da bacia L= Comprimento eixo bacia
Coeficiente de compacidade (Kc)	Kc = 0,28x(P/√A)	P = Perímetro da bacia; A = Área total da bacia
Índice de circularidade (IC)	IC = $\frac{12,57xA}{P^2}$	A = Área total da bacia; P = perímetro da bacia.
Índice de sinuosidade (Is)	Is = L/dv	L = Comprimento canal principal; dv = Distância vetorial entre pontos extremos canal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na (Tabela 2), apresentada a seguir, a parte da sub-bacia do rio Jenipapo em estudo possui área (A) de 1.264,64 km², perímetro (P) de 216,91km², apresentando um total de 1.933 cursos d'água, com características morfométricas de fator de forma (F) igual a 0,34, índice de circularidade (IC) de 0,32, densidade hidrográfica de 1,6 cursos

d'água por km², coeficiente de compacidade (Kc) igual a 1,75 e densidade de drenagem (Dd) 0,013. A bacia em estudo apresenta baixa suscetibilidade de ocorrência de inundações devidas seu auto coeficiente de compacidade (1,75), baixo índice de circularidade (0,32) e baixo índice de fator de forma (0,34).

Tabela 2- Características de parte da sub-bacia do rio Jenipapo, (SEPLAN, 2015).

CARACTERÍSTICAS MORFOMETRIAS	VALORES
Área de drenagem (km ²)	1.204,64
Perímetro total (km)	216,91
Comprimento do curso d'água principal (km)	107,58
Comprimento total dos cursos d'água (km)	1.636,87
Comprimento do eixo da bacia (km)	58,68
Densidade de drenagem (Dd)	0,013
Densidade hidrográfica (Dh)	1,6
Fator de forma (F)	0,34
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,75
Índice de circularidade (Ic)	0,32
Índice de sinuosidade (Is)	1,86
Ordem do curso de água principal	4º

As informações geradas através dos parâmetros morfométricos contribuem para entender as classes, analisando a propensão a enchentes, a condições de habitações, pois os tipos de relevo têm correlação direta às características da densidade

hidrográfica e o índice de sinuosidade. Vendruscolo et al. (2020) retratam que a morfometria da microbacia denota o potencial de uso do solo para a implantação e manejo de sistemas agropecuários, além de áreas prioritárias para conservação

dos recursos naturais. O curso d'água principal, de acordo com a classificação de Strahler (1975) e com a base nos dados vetoriais da hidrografia 1:100.000, é classificado como de 4º ordem hierárquica.

A sub-bacia tem como curso principal o rio Jenipapo, que apresenta uma vazão média anual de

28,52m³/s, composta por 1.933 cursos d'água em toda a sua área de drenagem (Figura 2), onde a extensão do rio mede 107,58 km (Tabela 2). A distância total dos cursos d'água é de 1.636,87 km, e o comprimento do eixo da bacia é de 58,68 km.

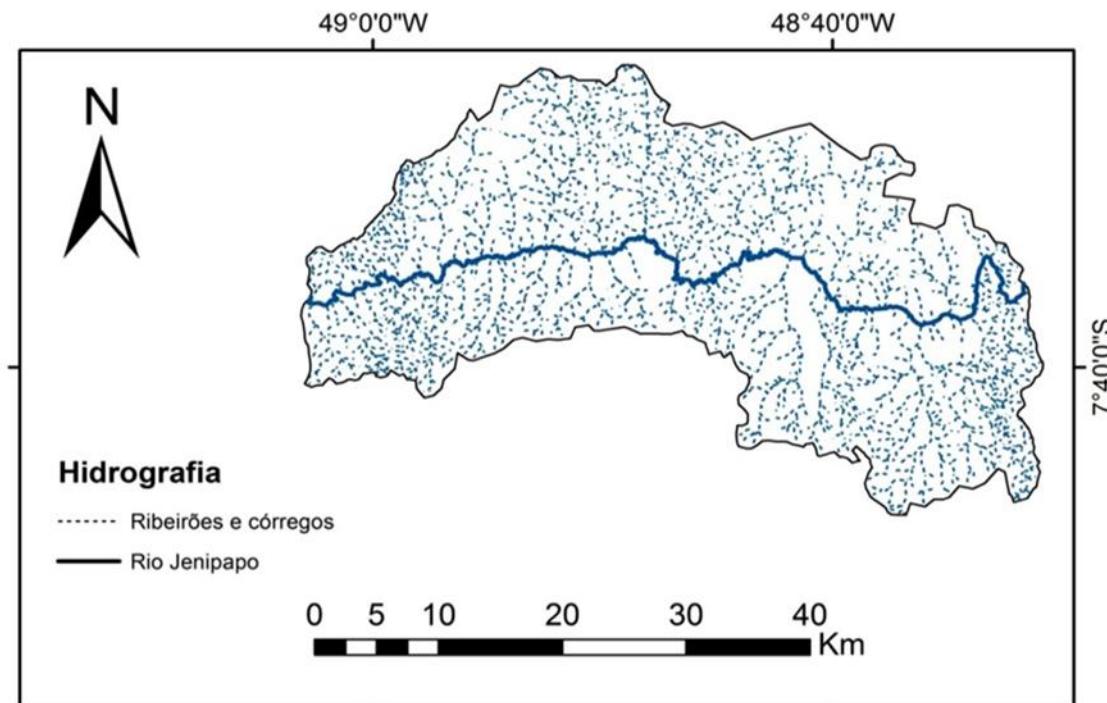


Figura 02 - Hidrografia de parte da sub-bacia do Rio Jenipapo, (SEPLAN, 2015).

Em relação à vegetação presente na sub-bacia do rio Jenipapo descrita na (Figura 3), a formação predominante é de Floresta Ombrófila, correspondendo a, aproximadamente, 800,4 km² (66,4%); Floresta Ombrófila/Floresta Estacional Decidual, representando 109,6 km² (9,1%); Floresta Ombrófila/Florestal Estacional Semidecidual com 90,4 km² (7,5%); Florestal Estacional Semidecidual e Savana (Cerrado) obtendo os mesmos valores individuais, 77,0 km² (6,4%); Savana/Floresta Estacional Decidual obteve 48, km² (4%), onde Savana/Floresta Estacional representa menos de (1%) da área total. Vale ressaltar que os biomas da área de estudo são caracterizados por 69% Amazônico e 31% de Cerrado (SEPLAN, 2012).

Segundo Viola et al. (2014), o estado de Tocantins tem presença de Floresta Amazônica

nas imediações do Parque Estadual do Cantão, por ser uma zona de transição geográfica entre o Cerrado e a Floresta Amazônica. Leite et al. (2019) retratam que a presença de Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila/Floresta Estacional Decidual e Savana/Floresta Estacional Semidecidual dá-se na bacia Muricizal, que faz divisão com a bacia Jenipapo. De acordo com Maciel et al. (2019), observou-se formações de Floresta Ombrófila, presente em Floresta Amazônica na bacia do rio Lontra, nas proximidades da bacia Jenipapo. Leite et al. (2020) demonstram que foram encontrados componentes lenhosos diagnosticados típicos de Floresta Amazônica em zonas de transição de Cerrado e Floresta Amazônica em Tocantins.

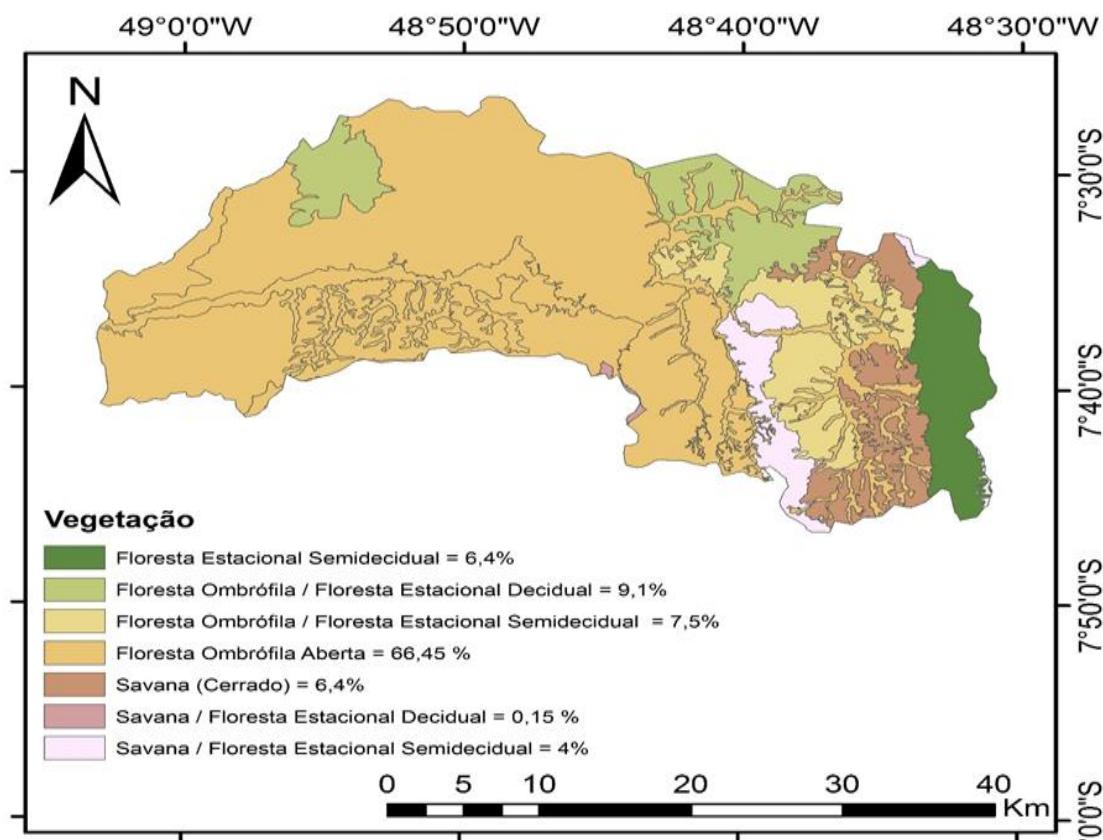


Figura 3 - Vegetação presente na sub-bacia do rio Jenipapo, (SEPLAN, 2015).

De acordo com a Lei nº 12.651/12 (Código Florestal), as propriedades rurais localizadas no bioma amazônico devem manter 80% de sua vegetação como reserva legal, porém, como pode-se verificar na (Figura 4), que está ao uso e ocupação

do solo da sub-bacia do rio Jenipapo obtida através da imagem TM Landsat 8, pouco se resta da vegetação nativa local, com a maioria das áreas convertidas para uso alternativo (Tabela 3).

Tabela 3 - Uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Jenipapo, (SEPLAN, 2015).

ATIVIDADE	ÁREA (KM ²)	BACIA %
Vegetação Nativa	353,31	29,34
Agropecuária	731,192	60,68
Capoeiras ou área degradadas	119,8	9,95
Corpos d'água	0,338	0,03

Nota-se que a agropecuária corresponde por 60,68% da área total analisada, onde a vegetação nativa configura por 29,35%, capoeiras ou área degradadas 9,95% e corpos d'água representa menos de 1%. É preciso destacar que a maior parte da pecuária é extensiva, com práticas de médio teor tecnológico. Segundo Leite (2015), um estudo ligado à disponibilidade hídrica dos rios Tocantins e Araguaia, em Tocantins, em específico à bacia

do rio Jenipapo, revela dados em relação ao uso e ocupação do solo, em que a classe agropecuária representou 62,3% da área total e a vegetação nativa com pecuária extensiva e capoeiras ou área degradadas, junto com a área de urbanização e mineral representa 37,7%. Essa diferença de dados pode estar ligada às formas da representação dos dados.

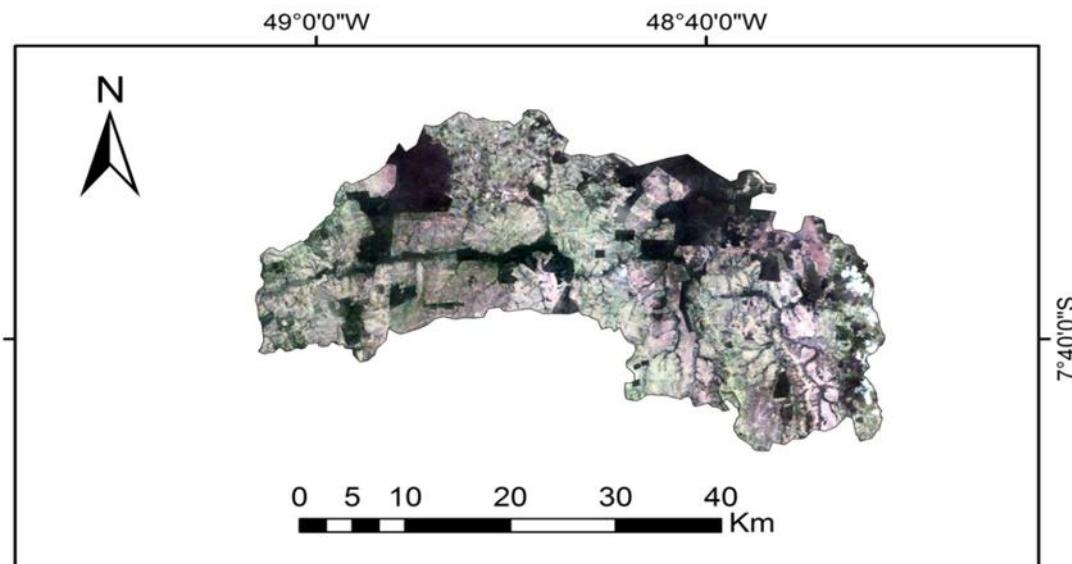


Figura 4 - Imagem TM Landsat 8, sensor OLI/TIRS, órbita 223/65,

Conforme a Figura 5, representada pelo mapa de solos da área de estudo, e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (SANTOS et al., 2013), observa-se a predominância de Argissolos, correspondendo por 54%, Latossolos

29% e Neossolos 17%. O mapeamento pedológico é uma importante fonte para o entendimento das relações entre características fisiográficas e uso e ocupação do solo.

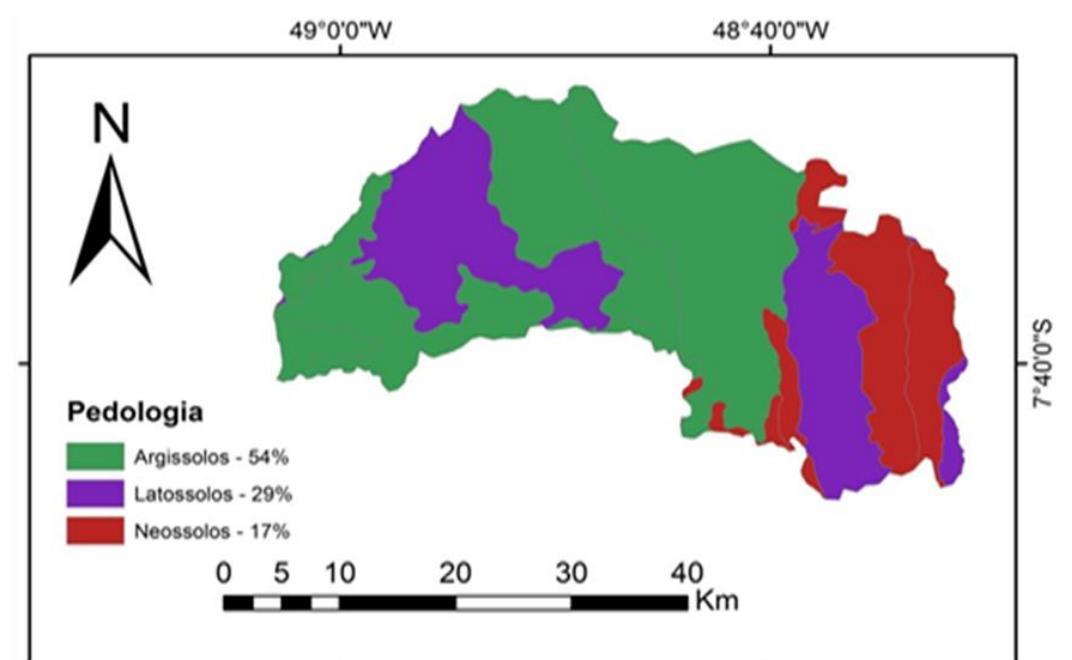


Figura 5 - Ocorrências de classes de solos na sub-bacia do rio Jenipapo, (SEPLAN, 2015).

Conforme a classificação climática de Thornthwaite, o clima da área está inserido em dois subdomínios climáticos: a) B1wA'a', que corresponde a um clima úmido com moderada deficiência hídrica no inverno, evapotranspiração potencial apresentando uma variação média anual entre 1.400 e 1.700 mm, distribuindo-se no verão em torno de 390 e 480 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada; e b) C2wA'a'', que é um clima sub-úmido, com moderada deficiência hídrica, evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm, distribuindo-se no verão e em torno de 420 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperaturas mais elevadas (SEPLAN, 2012).

A (Figura 6) mostra a variação da média anual

de temperatura máxima, média e mínima do ar, respectivamente, em °C. Verifica-se que a temperatura média anual apresentada pelas normais climatológicas é de 25,7°C. A temperatura mínima registrada é de 17,7 °C, ocorrida no mês de julho. As maiores temperaturas são na faixa de 34,3 a 35,2 °C e ocorrem nos meses de julho e agosto. De acordo com Leite et al. (2019), os mesmos resultados foram alcançados para temperaturas máxima, mínima e média, evapotranspiração total e variação da média anual da insolação total, na bacia Muricizal que faz divisa com a bacia hidrográfica Jenipapo.

, visto que os dados foram coletados pelas mesmas estações meteorológicas.

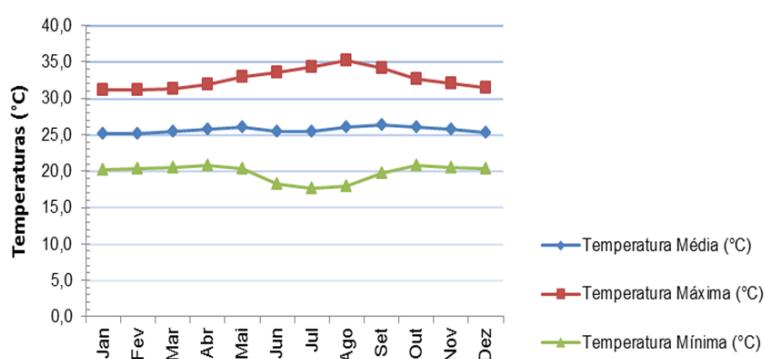


Figura 6 - Variação da média mensal das temperaturas, média, mínima e máxima do ar, em °C (dados de normais climatológicas de 30 anos - 1961 a 1990), (ANA, 2015).

A (Figura 7), indica que julho e agosto são os meses mais secos, com valores da umidade relativa do ar entre 77% e 78%, respectivamente. Em janeiro, fevereiro, abril e dezembro são verificados os maiores valores de umidade relativa do ar, vari-

ando entre 90% e 91%. Verifica-se, ainda, que os meses que apresentam queda na umidade relativa do ar correspondem à elevação da evaporação total, com os meses de julho correspondendo a 160,4 mm e agosto 164,9 mm.

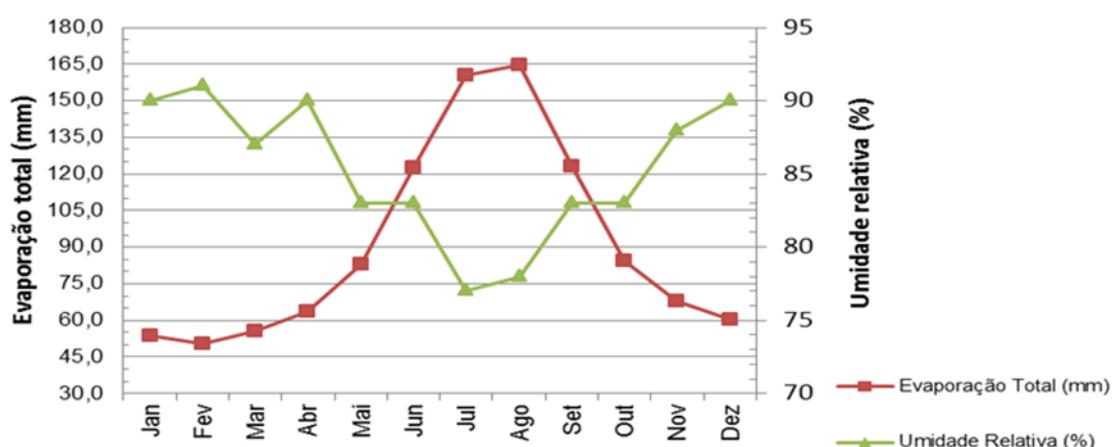


Figura 7 - Variação da média da umidade relativa do ar, em % e da evapotranspiração total, em milímetros (dados de normais climatológicas de 30 anos - 1961 a 1990), (ANA, 2015).

A (Figura 8) mostra a variação da média mensal de precipitação total, em mm, da série histórica de 1988 a 2006, na sub-bacia hidrográfica do rio Jenipapo. A estação seca se estende de junho a agosto, período em que são registrados os menores valores médios de precipitação total - 16,95 mm, 11,94 mm e 16,68 mm, respectivamente.

A maior média de precipitação ocorreu em março, com valor acima de 290 mm. Para Viola et al. (2014), Tocantins possui concentração de precipitação distintas, em que a maior precipitação ocorre na faixa do norte da Ilha do Bananal até o

sul da região do Bico do Papagaio, podendo estar relacionado com a influência climática exercida pela Amazônia, pois o estado está em uma área de transição climática. De acordo com Leite (2015) foi constatado na bacia do rio Jenipapo uma maior ocorrência de precipitação nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, com este último registrando até 292 mm, ao passo que as menores ocorrências de chuvas aconteceram nos meses de junho, julho e agosto: 11 mm, 9,2 mm e 15,9 mm, respectivamente.

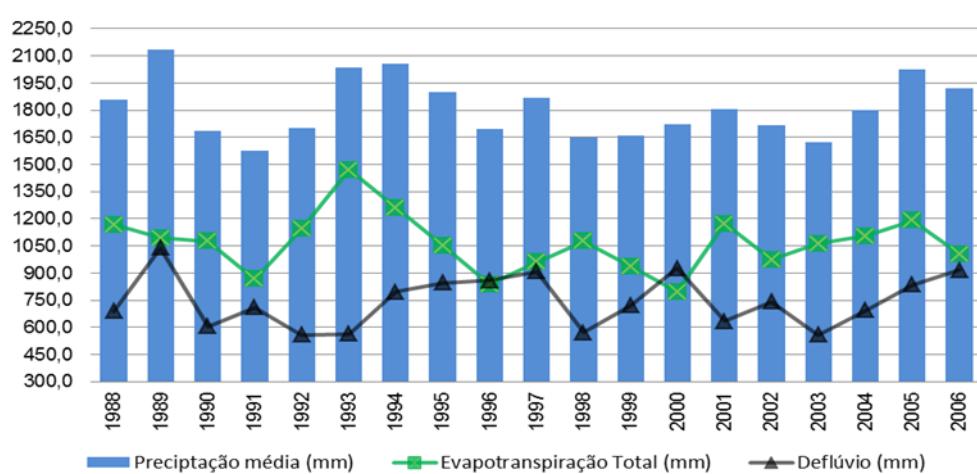


Figura 8 - Média mensal da precipitação, em milímetros (dados da estação de controle de 19 anos - 1988 a 2006), (ANA, 2015).

Quanto ao balanço hídrico anual da área de estudo, observa-se que os maiores valores médios de precipitação total anual foram de 2133,18 mm, 2035,04 mm e 2058,76 mm, registrados nos anos de 1989, 1993 e 1994, nesta mesma ordem. A precipitação pluvial total média anual durante o período de 1988 a 2006 é de 1812,34 mm, sendo que 1991 foi o ano com menor quantidade de chu-

va, equivalente a 1577,70 mm.

A (Figura 9) demonstra a tendência de aumento do deflúvio em detrimento da precipitação média anual. A evapotranspiração total calculada para o período elegido atingiu seu ponto máximo em 1993, correspondendo a 1470,6 mm, com a média durante o período estudado de 1065,8 mm/ano.

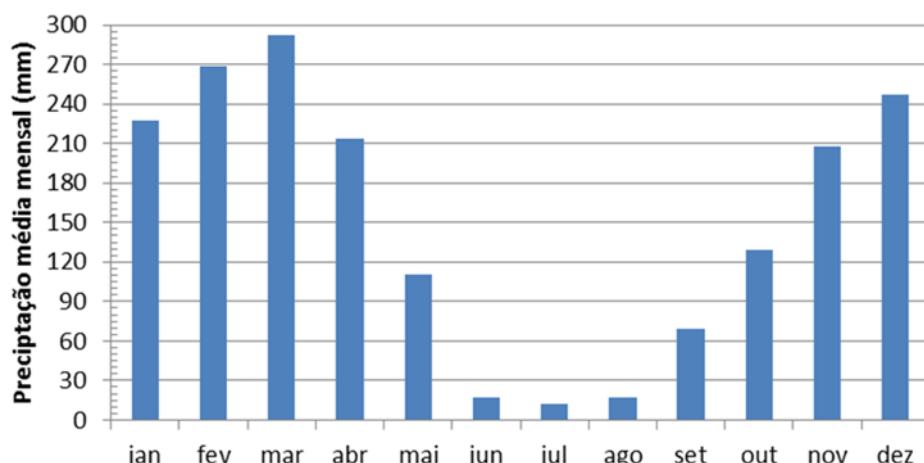


Figura 9 - Média anual da precipitação, evapotranspiração total e do deflúvio, em milímetros (balanço hídrico

anual de 1988 a 2006), (ANA, 2015).

A precipitação média anual calculada para a área de estudo foi de 1812,24 mm, sendo que 58,8 % da precipitação retornaram à atmosfera em forma de evapotranspiração, correspondendo a 1065,8 mm. O restante, 41,2 %, deu-se pelo deflú-

vio com 746,5 mm. O ano de 1989 foi o que apresentou maior quantidade de precipitação, 2133,18 mm, bem como de deflúvio, com 1039,9 mm. Os anos em que o valor do deflúvio foi superior ao da evapotranspiração foram 1996 e 2000 (Figura 10).

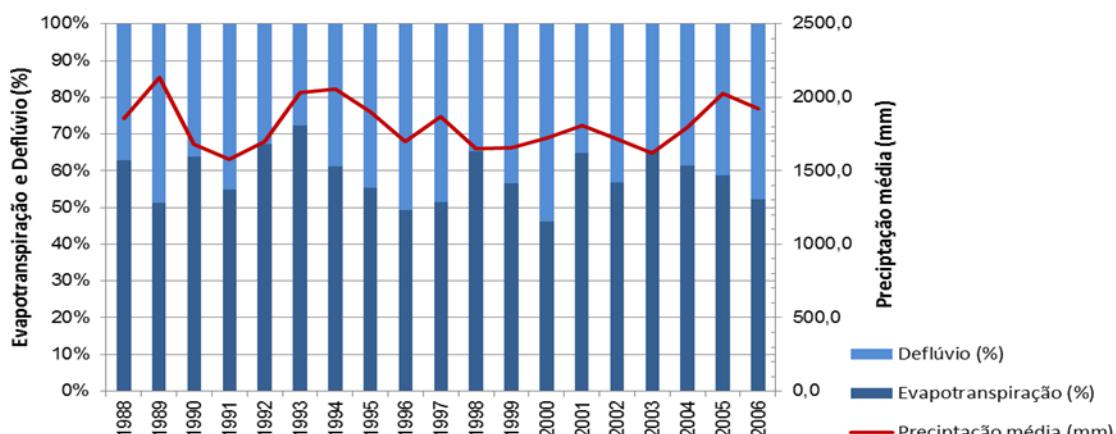


Figura 10 - Média anual da evapotranspiração total e do deflúvio, em % e da precipitação média anual, em milímetros (balanço hídrico anual de 1988 a 2006). (ANA, 2015).

CONCLUSÕES

A partir do banco de dados do sistema de informação geográfica e série temporal de dados pluviométricos por estação, foi possível perceber que os parâmetros morfométricos contribuíram no entendimento dos fatores de uso e ocupação do solo, além da necessidade de implantação de um manejo sustentável para os sistemas agropecuários, visando a conservação dos recursos naturais. Constatou-se que a drenagem regular e de 4ª ordem apresenta baixa susceptibilidade à ocorrência de inundações, porém, conforme os dados analisados, a pecuária intensiva corresponde por 60,68% da área total analisada e a vegetação nativa configura 29,35%. Sendo assim, observou-se que a área precisa de planejamento e gestão.

Notou-se que os meses em que ocorreram maiores volumes de chuvas foram em fevereiro e março, com menores ocorrências nos meses de junho a agosto. Vale destacar que a variação da média anual da insolação total, assim como da média mensal das temperaturas, (média, mínima e máxima do ar, em °C), média da umidade relativa do ar (em %) e da evapotranspiração total e média anual da precipitação, evapotranspiração total e do deflúvio estão relacionados com as condições e sob influência climática exercida pela Amazônia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, a Universidade Federal Tocantins (UFT) e a Universidade Federal do Paraná (UFPR).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Águas – ANA (2015). Sistema de informações hidrológicas-HidroWeb. Disponível em:<<http://www.snh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em mai. 2023.
- Barros, E. N. S, Viola, M. R, Rodrigues, J. A. M, de Mello, C. R, Avanzi, J. C, & Giongo, M. Modelagem da erosão hídrica nas bacias hidrográficas dos rios Lontra e Manoel Alves Pequeno, Tocantins. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 13, n. 1, p. 5509, 2018. <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5509>
- BRASIL. Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. Palmas: Seplan. v. 6. SEPLAN. p. 9-79. 2012.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>.
- 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, p. 241-248, 2006.
- ChristofolletI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. Notícias Geomorfológicas. 9 (18):19-34, 1969.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>.

- Leite, C. O. Disponibilidade hídrica nos sistemas hidrográficos dos rios Tocantins e Araguaia no estado do Tocantins. 2015. 73 p. Dissertação, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2015.
- Leite, O. C, Lima, S. O, Oliveira, L.N, Silva, R. J, Freitas. G. A, Silva, A. D. P, Junior, O. J. F. Morphometric characterization of part of muricizal river watershed -Tocantins, Brazil. Revista Agri-Environmental Sciences, Palmas-TO, v.5, p.1-15, 2019.
<https://doi.org/10.36725/agries.v5i0.1184>
- Leite, O. C, Silva, K. R, Silva, A. D. P, Carneiro, B. M, & Oliveira Lima, S. Caracterização biogeográfica do componente lenhoso em zonas de transição com floresta estacional, cerrado e floresta amazônica–município de Formoso do Araguaia/Tocantins-Brasil. Espaço em Revista, v. 22, n. 2, p. 99-118, 2020. <https://doi.org/10.5216/er.v22i2.68185>
- Maciel, C.K.T, Leite, O. C, Colares, D. S, Silva, A. D. P, Cachoeira, J. N, Silva, M. P. S. Uso do solo no alto curso do rio Lontra, Tocantins. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 7, n. 4, p. 424-433, 2019.
<https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v7n4.maciel>
- Mondardo, M. L, Azevedo, J, Nunes, J. R. Matopiba: do domínio da terra e abuso da água aos territórios de resistências das populações tradicionais. Revista Nera, v. 22, n. 47, p. 297-320, 2019.
<https://doi.org/10.47946/rnera.v0i47.6273>
- Pontes, L. M, Coelho, G, Mello, C. R. D, Silva, A. M. D, Oliveira, G. C, & Viola, M. R. Avaliação do modelo de balanço hídrico com base na estimativa da recarga potencial. Revista Ambiente & Água, v. 11, p. 915-928, 2016.
<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1856>
- Rodrigues, J. A. M, Andrade, A. C. de O, VIOLA, M. R, Morais, M. A. V. Indicadores hidrológicos para a gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Manuel Alves da Natividade, Tocantins. Scientia Agraria, v. 16, n. 4, 2016. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v16i4.47923>
- Rodrigues, J. A. M, MELLO, C. R, VIOLA, M. R, RODRIGUES, M. C. Estimativa da vulnerabilidade dos solos à erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio Cervo-MG. Geociências, v. 36, n. 3, p. 531-542, 2017.
<https://doi.org/10.5016/geociencias.v36i3.11695>.
- SANTOS H. G. dos et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3^a.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- SCHUMM, S. A. Evolução dos sistemas de drenagem e encostas em terrenos baldios em Perth Amboy, Nova Jersey. Boletim da Sociedade Geológica da América, v. 67, n. 5, pág. 597-646, 1956.
- STRAHLER, A. N. Análise quantitativa da geomorfologia de bacias hidrográficas. Transactions, American Geophysical Union, v. 38, n. 6, pág. 913-920, 1957.
- Tocantins. Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. Palmas: Seplan.Vol. 6. SEPLAN. p. 9-79. 2012. Disponível em:
https://zoneamento.sefaz.to.gov.br/TO_AtlasTocantis2012_1/Atlas_do_Tocantins_2012.pdf
- Tonello, K. C, Dias, H. C. T, Souza, A. L. D, Ribeiro, C. A. A. S, & Leite, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. Revista Árvore, v. 30, p. 849-857, 2006.
- Vendruscolo, J, Pacheco, F. M. P, Rodrigues, A. A. M, de Freitas Ramos, H, Rosa, D. M, & Cavalheiro, W. C. S. Características morfométricas da microbacia do Médio Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 1, p. 565-585, 2020.
<https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-040>
- Villela, S.M, Mattos. A. Hidrologia aplicada. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.
- Viola, M. R, Avanzi, J. C, Mello, C. R. D, Lima, S. D. O, & Alves, M. V. G. Distribuição e potencial erosivo das chuvas no Estado do Tocantins. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, p. 125-135, 2014.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000200007>
- Xiao J, Ureshino K, Hosoya M, Okubo H, Suzuki A. Inheritance of bulb formation in *Allium schoenoprasum* L. Journal of Japanese Society of Horticultural Science, Yamaguchi, v. 79. n. 3, p.282-286, 2010.
DOI: [10.2503/ijshs1.79.282](https://doi.org/10.2503/ijshs1.79.282).