

## DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL COMO FERRAMENTA NO PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA SUB-BACIA DO RIO LONTRA – TO

### Geoenvironmental diagnosis as a tool for planning and management of water resources in the sub-basin of Lontra River - TO

Thaiana Brunos Feitosa  
Universidade Federal do Tocantins  
[thaianabrunes@gmail.com](mailto:thaianabrunes@gmail.com)

Renisson Neponuceno de Araujo Filho  
Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi  
[renisson@uft.edu.br](mailto:renisson@uft.edu.br)

Caroline Iost  
Instituto Federal de Goiás, campus de Formosa  
[caroline.iost@ifg.edu.br](mailto:caroline.iost@ifg.edu.br)

*Recebido em 01/04/2021*  
*Aceito em 11/05/2021*

**RESUMO:** Com o objetivo de contribuir com o planejamento e gestão dos recursos hídricos no Estado do Tocantins, e devido a falta de informações sobre as características dos elementos que compõem o ambiente, realizou-se o diagnóstico geoambiental em uma região de importante relevância econômica e ambiental do Estado. Considerou-se a geologia, a geomorfologia, as características morfométricas, a pedologia e o uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Lontra. As características morfométricas foram determinadas utilizando o software ArcGIS 10.4, utilizou-se bases cartográficas digitais obtidas na SEPLAN. A partir desses, e com o auxílio do software Excel, determinou-se os demais índices utilizados nessa pesquisa. A geomorfologia da sub-bacia é caracterizada predominantemente por Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas, 62,15%. O uso e ocupação do solo predominante é a pecuária, seguida pela vegetação nativa, respectivamente 76,66% e 11,98%. As unidades de conservação, que representam 9,45%, contribuem para o uso sustentável dos recursos naturais do Estado. Observou-se predominância dos solos Argissolo e Neossolo, caracterizando solos com baixa disponibilidade de nutrientes e retenção de água. A classe de relevo oscila entre plano à ondulado, favorecendo o processo de infiltração. Quanto às características morfométricas constatou-se que a bacia apresenta forma alongada, conforme indicado pelos índices de circularidade (0,33), coeficiente de compacidade (1,72) e fator de forma (0,28), apresentando um forte controle estrutural da drenagem e baixas condições que propiciem a formação de picos elevados de vazão e formação de enchentes.

**Palavras-chave:** Geologia. Uso e ocupação do solo. Tipos de solos. Declividade. Morfometria.

**ABSTRACT:** In order to contribute to the planning and management of water resources in the State of Tocantins, and due to the lack of information about the characteristics of the elements that make up the environment, a geo-environmental diagnosis was carried out in a region of important economic and environmental relevance for the State. Geology, geomorphology, morphometric characteristics, pedology and land use and occupation of the Lontra River sub-basin were considered. The morphometric characteristics were determined using the ArcGIS 10.4 software, using digital cartographic bases obtained from SEPLAN. From these, and with the help of the Excel software, the other indexes used in this research were determined. The geomorphology of the sub-basin is characterized predominantly by Sedimentary Basins and Unconsolidated Coverages, 62,15%. The predominant land use and occupation is livestock, followed by native vegetation, respectively 76.66% and 11.98%. Conservation units, which represent 9.45%, contribute to the sustainable use of the State's natural resources. A predominance of Argisol and Neossol soils was observed, characterizing soils with low nutrient availability and water retention. The landforms oscillate between plane to wavy, favoring the

infiltration process. Regarding the morphometric characteristics, it was found that the basin has an elongated shape, as indicated by the circularity indices (0.33), compactness coefficient (1.72) and shape factor (0.28), presenting a strong structural control of drainage and low conditions that allow the formation of high peaks of flow and formation of floods.

**Keywords:** Geology. Land cover and land use. Soil types. Slope. Morphometry.

## INTRODUÇÃO

O Estado do Tocantins está inserido na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, esta região é considerada como um dos sistemas fluviais de grande importância da América do Sul, uma vez que sua área de drenagem inclui duas das mais espetaculares regiões fitogeográficas que concentram importante biodiversidade (LATRUBESSE, et al., 2006, p.65). Está incluso nesta região o sistema hidrográfico do rio Araguaia que perfaz uma superfície de 104.791 km<sup>2</sup>, equivalendo a 38% do território estadual. A bacia do rio Araguaia congrega 16 sub-bacias hidrográficas, incluindo às terras drenadas pelo rio Lontra, localizadas na parte Noroeste do Estado.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins (PERH/TO, 2011, p.4) representa um marco na implantação na gestão dos recursos hídricos no Estado do Tocantins. Após a realização de uma regionalização do território estadual, respeitando-se a divisão hidrográfica existente, contemplando diversas escalas e variáveis hidrológicas e geomorfológicas, além do uso e ocupação do solo, definiram-se as Áreas Estratégicas de Gestão (AEG).

A bacia do rio Lontra está inserida na AEG-04, sendo esta região uma das selecionadas como área prioritária na gestão dos recursos hídricos do Estado do Tocantins.

Neste contexto, fica evidente a importância da realização de estudos ambientais nestas regiões, pois a falta de informações sobre as características dos elementos que compõem o ambiente, contudo, têm sido um dos problemas na implantação do planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. A bacia hidrográfica pode representar o melhor recorte espacial para diagnosticar e manipular dados e características do meio natural, para o entendimento da dinâmica ambiental nas bacias hidrográficas é que se propõe a caracterização geológica, geomorfológica, física e as restrições existentes ao uso das terras, como um instrumento significativo para conciliar demandas de desenvolvimento econômico e exigências de preservação ambiental.

De acordo com o Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins publicado pelo Rodrigues *et al.* (1999, p.78), o estudo da geologia, geomorfologia e das características físicas é fundamental para definir os limites que o meio ambiente oferece ao uso e ocupação do Estado do Tocantins. A dinâmica das formas que compõem a paisagem é essencial para avaliação dos riscos de degradação que uma determinada atividade ou utilização das terras poderá ocasionar e representa, portanto, um instrumento significativo para conciliar demandas de desenvolvimento econômico e exigências de preservação ambiental.

De acordo com Rodrigues *et al.* (2008, p.310), a análise morfométrica da bacia hidrográfica contribui para a compreensão do sistema de drenagem e do relevo, através de parâmetros que consistem em levantamentos de índices, relações e valores numéricos. Tais características constituem fator indicador das condições do ecossistema, no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes (SOUZA *et al.*, 2002, p.124). A declividade média de uma bacia hidrográfica, por exemplo, é muito importante no planejamento, tanto para o cumprimento da legislação quanto para garantir a eficiência das intervenções do homem no meio, e possui importante papel na distribuição da água entre o escoamento superficial e subterrâneo, dentre outros processos (TONELLO *et al.*, 2006, p.849).

Com a finalidade de contribuir para gestão dos recursos hídricos no Estado do Tocantins definiu-se como objetivo deste estudo o diagnóstico geoambiental, levando em consideração a geologia, geomorfologia, as características morfométricas, a pedologia e o levantamento do uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Lontra, área de grande relevância econômica e ambiental no estado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Descrição da área de estudo

O rio Lontra apresenta suas nascentes a Oeste da serra dos Cavalos e ao norte da serra do Estrondo, em áreas do município de Araguaína, desenvolvendo-se no sentido geral Sudeste-Noroeste para contribuir, depois de percorrer cerca de 200 km, à margem direita do rio Araguaia, entre os municípios Araguaianã e Xambioá. Pela margem direita, os principais afluentes do rio Lontra são o córrego Cuia, o ribeirão Jacuba, o ribeirão Brejão, o córrego Curiti, o córrego Ouro Fino e o córrego Gameleira. Pela margem esquerda, os principais afluentes são o rio Pontes, o ribeirão Gurguéia, o ribeirão João Aires e o ribeirão Boa sorte. A sub-bacia do rio Lontra possui área equivalente a 3.859,86 km<sup>2</sup> e está representada espacialmente na figura 1.

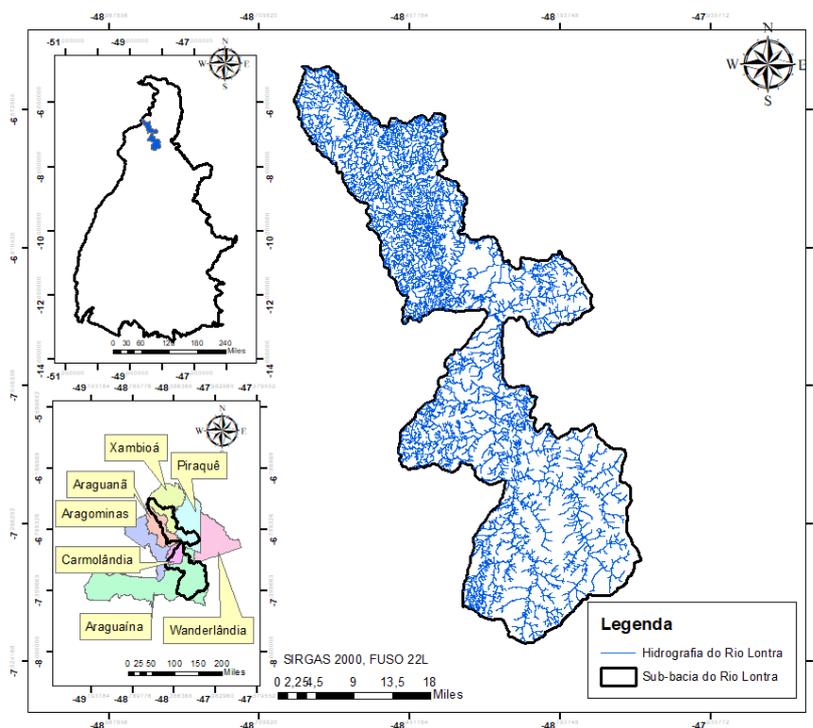


Figura 1. Mapa da área de estudo. Fonte: SEPLAN, (2020).

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins (PERH/TO, 2011, p.18) a bacia do rio Lontra possui precipitação média igual a 1.633,8 mm, vazão média específica de 15,51 l.s/km<sup>2</sup> e evapotranspiração média anual igual a 1.241,30 mm.

### Caracterização morfométrica da sub-bacia

Para a caracterização da sub-bacia utilizou-se bases cartográficas digitais obtidas na Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins (SEPLAN, 2020). A área, o perímetro, o comprimento do rio principal, a ordem, o comprimento da bacia, o comprimento de todos os rios, a altitude máxima e mínima e declividade foram determinados utilizando o software ArcGIS 10.4. A partir desses, e com o auxílio do software Excel, determinou-se os demais índices utilizados nessa pesquisa: o coeficiente de compactidade, o fator de forma e a amplitude altimétrica foram determinados segundo Villela e Mattos (1975, p.245), o coeficiente de manutenção e a relação de relevo foram calculados de acordo com Schumm (1963, p.1089), o índice de circularidade foi calculado conforme Cardoso *et al.* (2006, p.241), o índice de sinuosidade, de acordo com Alves e Castro (2003), a densidade de drenagem e o gradiente de canais foram determinados segundo Horton (1945, p.275).

### Compartimentação Geoambiental, Geologia, Geomorfologia, APA'S, Uso e Ocupação do solo e Pedologia

Os mapas de compartimentação geoambiental, geologia, geomorfologia, áreas de preservação, de uso e ocupação do solo e pedologia, conforme classificação da

Embrapa (2006, p.58), para a sub-bacia em estudo, foram obtidos através da manipulação de bases cartográficas digitais no formato vetorial shapefile (.shp) e no formato matricial raster (.GRID/.TIN) obtidos na SEPLAN, utilizando o software ArcGIS 10.4.

### Declividade e Hipsometria

O mapa de declividade foi elaborado através da manipulação de bases cartográficas digitais, fornecidos pela SEPLAN, satélite Landsat 8+, utilizando o software ArcGIS 10.4. As classes de declividade foram classificadas em seis intervalos distintos, sugeridos pela Embrapa (1999, p.83), conforme mostrado no quadro 1.

**Quadro 1.** Classificação da declividade segundo a Embrapa (1999).

Declividade (%)	Classe
0 - 3	Relevo plano
3 - 8	Relevo suavemente ondulado
8 - 20	Relevo ondulado
20 - 45	Relevo fortemente ondulado
45 - 75	Relevo montanhoso
> 75	Relevo fortemente montanhoso

**Fonte:** Embrapa, 1999, org: AUTOR, (2020).

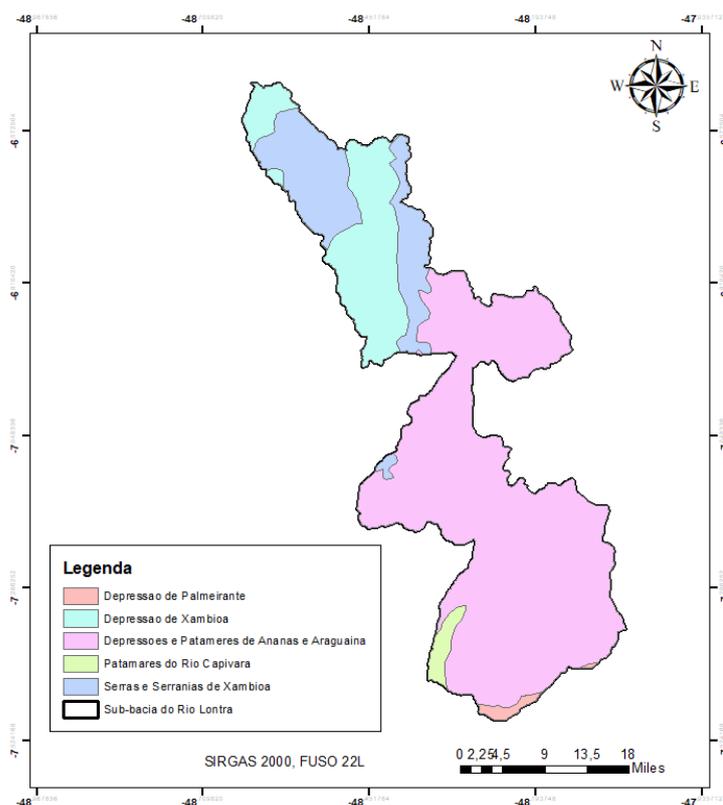
O modelo digital de elevação (MDE) foi utilizado como entrada para a geração do mapa hipsométrico.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Villela & Nogueira (2011, p.217), a paisagem atual do Tocantins sofreu influência da área da Estação Ecológica da Serra Geral e seu entorno. Desenvolveu-se aqui uma aproximação geológica e geomorfológica da paisagem existente na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins e seu entorno, com vista ao entendimento dos aspectos físicos que a caracterizam como uma unidade de conservação. Também são apontadas algumas considerações sobre a gênese e evolução desta paisagem quanto ao quadro geomorfológico, tomando por princípio o desenvolvimento das superfícies de aplainamento e a compartimentação fisiográfica regional.

Apresenta-se, na figura 2, o mapa de compartimentação geoambiental da sub-bacia do rio Lontra, de maior abrangência espacial, este engloba modelados geomorfológicos decorrentes de aspectos maiores da geologia, principalmente da geotectônica. Eles resultam da ação dos climas, em íntima associação com a hidrologia.

A história páleo-geográfica e climática da área é a responsável pela existência de cinco domínios morfoclimáticos no Estado do Tocantins (SEPLAN, 2009).



**Figura 2.** Compartimentação geambiental da sub-bacia do Rio Lontra. **Fonte:** SEPLAN, (2020).

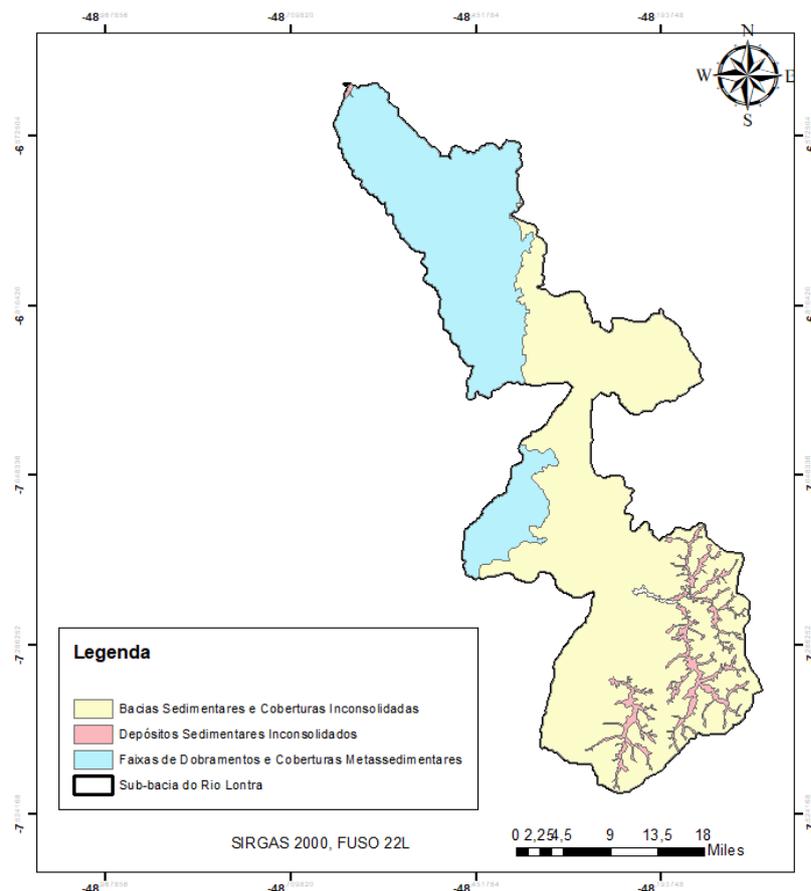
As características morfoestruturais representadas por depressões e patamares, ocupam 85,19% da sub-bacia, e apresentam-se em cinco formações geológicas. De acordo com Rodrigues *et al.* (1999, p.78), a Formação Pedra de Fogo e a Formação Piauí apresentam características em comum, possuem como natureza do material de origem os arenitos, siltitos, folhelhos carbonosos e vermelhos, calcário fossilífero e gipsita. Com a declividade oscilando entre suavemente ondulado e ondulado, faz-se necessário uma alta mecanização para o manejo da área, a morfogênese ocorre predominante pelo processo de escoamento difuso muito lento, favorecendo a formação de erosão laminar. A pedogênese ocorre pelo processo de latolização, que consiste na remoção de sílica e bases do perfil do solo. A textura do solo varia entre média a argilosa, apresentando assim um potencial de erodibilidade muito fraco à ligeira. O uso da área é caracterizado pela presença de mata, pastagem e cerrado, a área não apresenta potencial agrícola devido à disponibilidade de nutrientes e/ou retenção de água.

Segundo Rodrigues *et al.* (1999, p.78), a Formação Grupo Estrondo possui como natureza de material de origem os xistos, quartzitos e gnaisses. A morfogênese ocorre predominante pelo processo de escoamento difuso médio a rápido, favorecendo a formação de erosão em sulcos. A pedogênese ocorre pelo processo de podzolização. A textura do solo é classificada entre arenosa a média e média a argilosa, apresentando assim um potencial de erodibilidade de moderada a muito forte. O uso predominante dessa área é caracterizado pela pastagem e mata, a região não

apresenta potencial agrícola devido aos riscos de erosão e/ou declive devido à alta declividade.

Conforme a SEPLAN (2009, p.50), a Formação Sambaíba e a Formação Orozimbo possuem como natureza de material de origem os arenitos, basalto e amigdaloidal. A morfogênese ocorre predominante pelo processo de escoamento difuso muito lento a médio, favorecendo a formação de erosão em sulcos à voçorocas. A pedogênese ocorre pelo processo de podzolização. A textura do solo é arenosa, apresentando assim um potencial de erodibilidade definido como muito fraco a muito forte. O uso predominante dessa área é o cerrado, mata e pastagem, a região não apresenta potencial agrícola devido à baixa disponibilidade de nutrientes e/ou retenção de água.

A paisagem atual do Tocantins sofreu influência das deformações tectônicas durante o Mesozóico e o Cenozóico, quando foram desenvolvidas superfícies de aplanamento (SEPLAN, 2009). Apresenta-se, na figura 3, o mapa geomorfológico da sub-bacia.



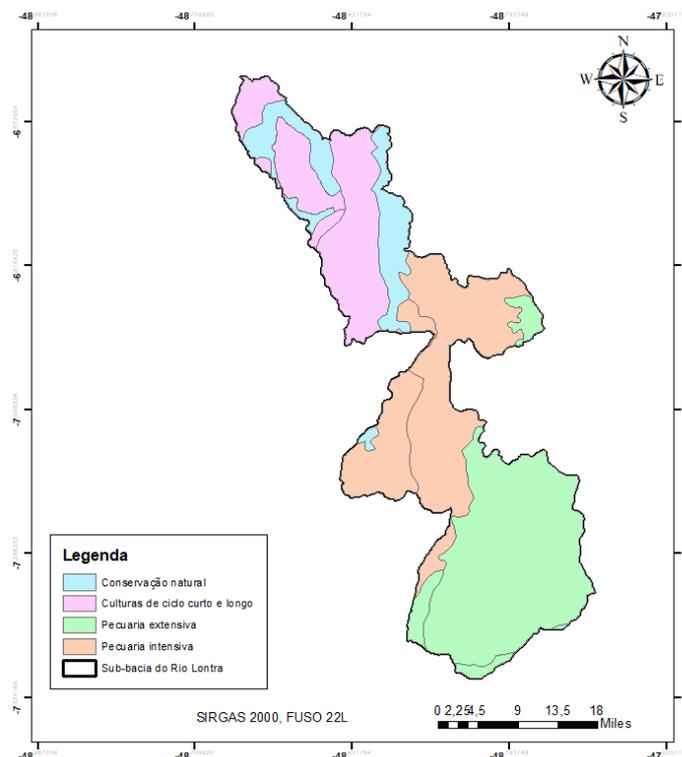
**Figura 3.** Geomorfologia da sub-bacia do Rio Lontra. **Fonte:** SEPLAN, (2020).

O relevo da sub-bacia, é caracterizado predominantemente por Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas que presentes na maior parte do território brasileiro, são deposições que têm origem na desagregação ou decomposição de outras rochas, podendo apresentar camadas espessas que recobrem áreas de plataformas, correspondem a cerca de 62,15% da sub-bacia.

As Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares ocupam 33,89% da sub-bacia, os dobramentos são os encurvamentos de forma acentuadamente côncava ou convexa que aparecem na crosta terrestre e, resultam de movimentos das forças tectônicas. Portanto, os dobramentos refletem a resistência que as rochas oferecem ao direcionamento preferencial dos movimentos tectônicos. Os depósitos Sedimentares Inconsolidados correspondem a 3,95%, e englobam tanto bacia sedimentar quanto coberturas diversas, ou seja, são resultantes do acúmulo de materiais desagregados dos diferentes tipos de rochas presentes dentro da bacia hidrográfica.

### Uso e Ocupação do solo e Pedologia

Apresenta-se, na figura 4, o mapa de uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Lontra, observa-se predominância dos usos classificados como pecuária e vegetação nativa, totalizando 76,66% e 11,98%, da área da bacia, respectivamente. A área coberta pela vegetação nativa corresponde aos fragmentos florestais e às matas ciliares primárias ou secundárias em avançado estágio de sucessão. E 22,96% corresponde a culturas de ciclo curto, sendo um Estado do Tocantins um grande produtor de grãos



**Figura 4.** Uso e ocupação de solo da sub-bacia do Rio Lontra. **Fonte:** SEPLAN, (2020).

O Tocantins é um dos estados brasileiros com maior tradição na criação de bovinos de corte, contando, atualmente, com um rebanho de 7,5 milhões de animais, distribuídos em todas as regiões do Estado. A criação de bovinos de cortes no estado

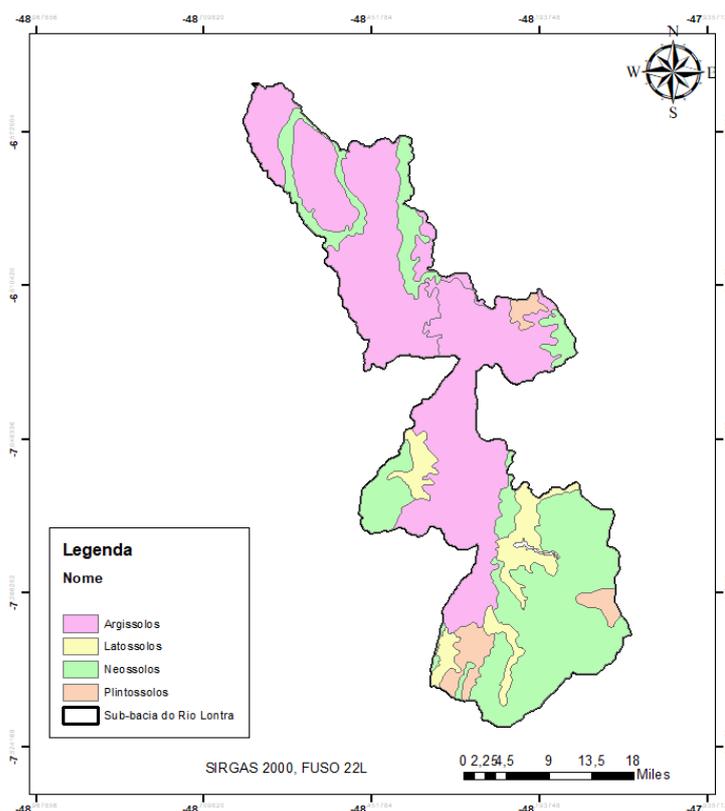
é realizada em áreas de pastagem, caracterizando assim o chamado “boi verde” produzido no Tocantins. Conforme Pinto *et al.* (2005, p.49), áreas de pastagem, quando bem cuidada, proporciona o recobrimento da superfície do solo durante todo ano, reduzindo a velocidade do escoamento superficial, quando comparado com culturas agrícolas, que deixam o solo exposto durante o preparo do solo para o plantio. Entretanto, se as áreas destinadas à pecuária forem mal manejadas, altamente compactadas e com alta lotação de animais, pode resultar na superutilização da forragem disponível na pastagem, deixando o solo descoberto e sem proteção contra a ação erosiva das chuvas e dos ventos, diminuindo significativamente a infiltração e afetando diretamente a vazão das nascentes.

As áreas urbanizadas na sub-bacia ocupam 47,26 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 1,22% da área total, contemplando os municípios de Xambioá, Piraquê, Araguaã, Wanderlândia, Aragominas, Carmolândia, Araguaína e Babaçulândia.

As áreas de preservação ambiental (APA) e o corredor ecológico existente dentro da área em estudo totalizam 364,69 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 9,45% da sub-bacia. A APA das Nascentes de Araguaína, de domínio Estadual, possui área de 154,69 km<sup>2</sup>, a APA Lago de Santa Isabel, de domínio Estadual possui área de 1,09 km<sup>2</sup>, o Corredor Ecológico Tocantins-Araguaia, de domínio Estadual, possui área de 206,68 km<sup>2</sup> e APA Sapucaia, de domínio Municipal, possui área igual a 2,22 km<sup>2</sup>.

Segundo Santos *et al.* (2000, p.92), o tipo de cobertura vegetal, presente numa área, tem grande influência sobre o escoamento superficial e a produção de sedimentos, pois a vegetação protege o solo contra o impacto da chuva, reduzindo assim o potencial de erosividade.

Apresenta-se, na figura 5, o mapa pedológico da sub-bacia do rio Lontra, conforme classificação da EMBRAPA (2006, p.58).



**Figura 5.** Tipos de solo da sub-bacia do Rio Lontra. **Fonte:** SEPLAN, (2020).

Na sub-bacia do rio Lontra há predominância do tipo de solo Argissolo, uma área equivalente 129.908,58 hectares, o que corresponde a 52,94% da sub-bacia, caracterizada por solos em estágio moderado de intemperismo, com nítida diferenciação entre horizontes, onde os horizontes superficiais são mais arenosos do que o horizonte mais profundo.

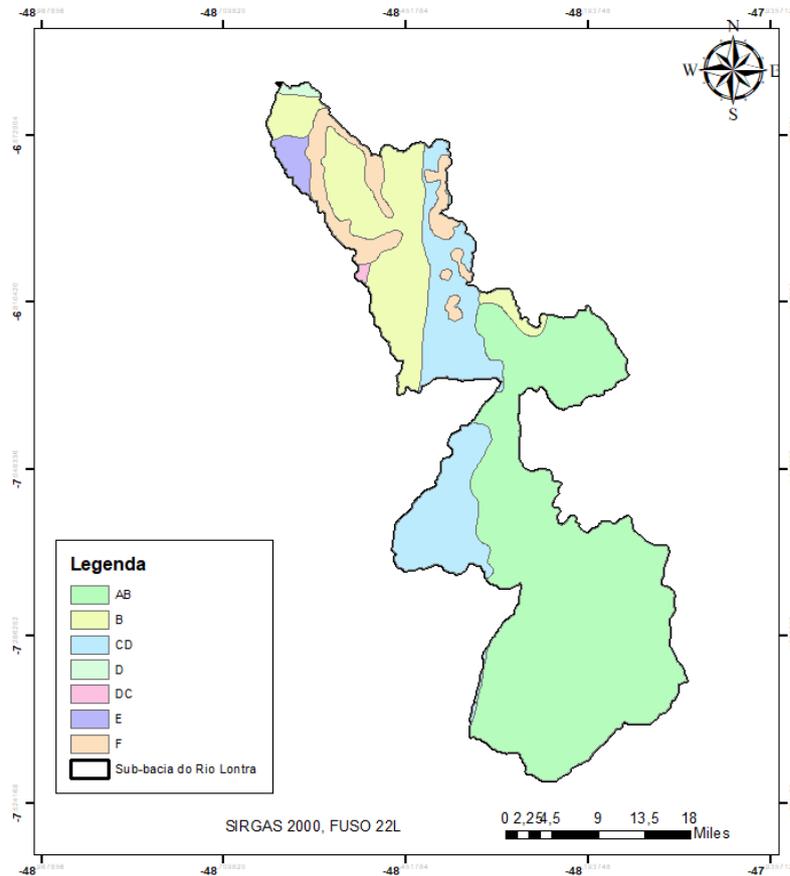
Cerca de 34,95% da sub-bacia apresenta o solo Neossolo, 85767,73 hectares, a presença deste solo de composição arenosa, quando localizado nas margens dos rios, pode atribuir instabilidade, tornando estas regiões mais suscetíveis aos processos erosivos.

O solo Latossolo, presente na parte central da sub-bacia, ocupa 7,82 % da área, Este tipo de solo apresenta geralmente relevo suave, grande profundidade, alta permeabilidade e uma estrutura fina.

Aproximadamente 4,27% da sub-bacia apresenta o solo Plintossolo, esta classe compreende solos formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, que tem como consequência a formação de um horizonte plíntico (Embrapa, 2006, p.58). De acordo com Anjos *et al.* (2007, p.1035), o impedimento à livre drenagem pode ser resultante da existência de um lençol freático mais superficial em algum período do ano, o que ocorre em áreas de cotas inferiores com relevo plano, como depressões, baixadas, terços inferiores de encostas, ou devido à existência de camadas concrecionárias ou materiais de texturas argilosas.

## Declividade e Hipsometria

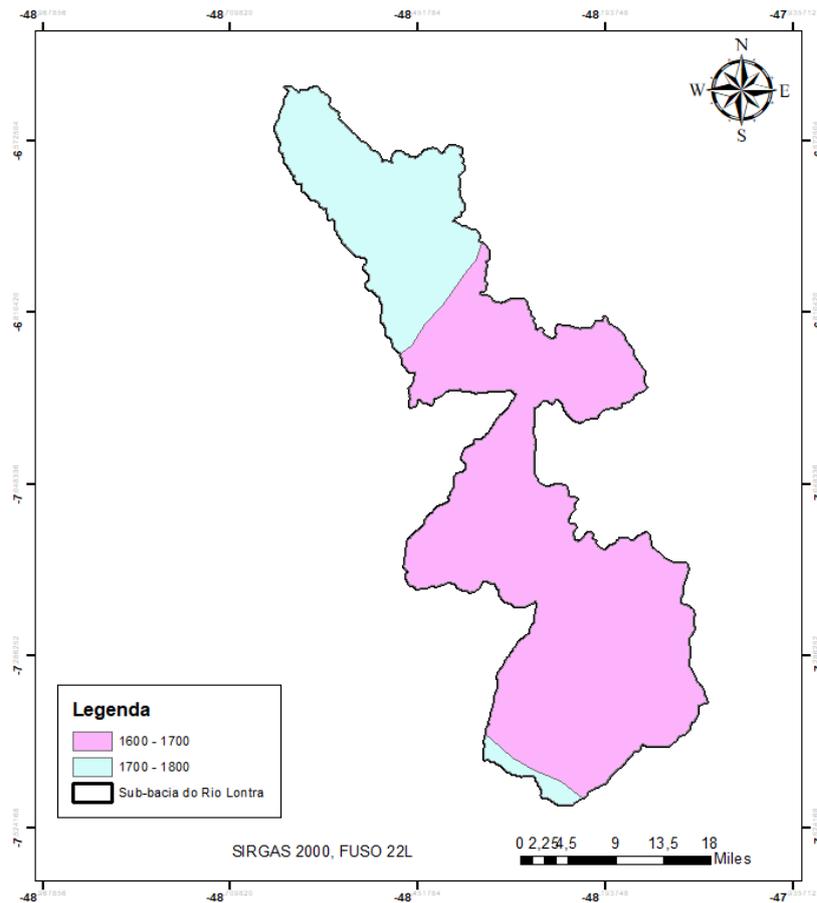
Apresenta-se, na figura 6, o mapa de declividade da sub-bacia do rio Lontra.



**Figura 6.** Declividade da sub-bacia do Rio Lontra. **Fonte:** SEPLAN, (2020).

A classe de relevo oscila predominantemente de plano a ondulado, conforme classificação da Embrapa (1979, p.83), sendo a sub-bacia do Rio Lontra composta predominantemente pelas classes AB, entre 0-10% de declividade. A declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, sobretudo em função do aumento da velocidade de escoamento superficial, reduzindo a possibilidade da infiltração de água no solo. Dessa forma, a baixa declividade atribui condições de maior resistência à ação da precipitação, atribuindo assim maior estabilidade.

Conforme apresentado na figura 7, adotaram-se 2 classes para a análise hipsométrica da sub-bacia, a classe (1600-1700m) e (1700-1800m), ocupando 74,2866 % e 21,7134 % da área, respectivamente.



**Figura 7.** Hipsometria da sub-bacia do Rio Lontra. **Fonte:** SEPLAN, (2020).

Analisando o gradiente altimétrico de maneira conjunta com a área total da sub-bacia de captação pode-se destacar que devido a maior parte da sub-bacia ser de baixa altitude, as condições topográficas da sub-bacia do rio Lontra, favorecem o processo de infiltração e percolação de água no solo. Esta condição torna-se um fator determinante para a não formação de enxurradas em função da existência da infiltração, devendo ser levada em conta esta condição em ações de planejamento para prevenção de situações de risco.

### Caracterização morfométrica

O sistema de drenagem da sub-bacia em estudo, de acordo com a hierarquia de Strahler (1957, p.913), possui ramificação de terceira ordem, indicando ser pouco ramificada. As características morfométricas estão apresentadas na quadro 2.

**Quadro 2.** Caracterização morfométrica da sub-bacia do Rio Lontra

PARÂMETROS DA SUB-BACIA	RIO Lontra
Área	3.859,86 km <sup>2</sup>
Perímetro	381,60 km
Comprimento do rio principal	275,37 km
Comprimento da sub-bacia	117, 87 km
Comprimento de todos os rios	4413,45 km
Coefficiente de compacidade	1,72
Índice de circularidade	0,33
Índice de sinuosidade	2,33
Densidade de drenagem	1,14 km/km <sup>2</sup>
Amplitude altimétrica	405 m
Fator de forma	0,28
Coefficiente de manutenção	877,19 m <sup>2</sup> /m
Gradiente de canais	19,03 %
Relação de relevo	1,47 m/km

**Fonte:** AUTOR, (2020).

A sub-bacia do rio Lontra apresenta uma área de 3.859,86 km<sup>2</sup>, com perímetro de 381,61 km. O comprimento do rio principal é de 275,37 km. A densidade de drenagem da bacia é 1,14 km/km<sup>2</sup>, indicando baixa densidade de drenagem conforme classificação de Christofolletti (1981, p.35) onde bacias com o índice menor que 7,5 km/km<sup>2</sup> apresentam baixa densidade de drenagem.

A densidade de drenagem é reconhecidamente, uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica das bacias de drenagem, representando o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressando a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas (Christofolletti, 1981, p.35). Pissarra *et al.* (2004, p.297) acrescenta que locais onde a infiltração é mais dificultada, ocorre maior escoamento superficial, sendo possível maior esculturação da rede hidrográfica, tendo como consequência uma densidade de drenagem mais alta. No entanto, a bacia em estudo apresentou baixa densidade de drenagem, que segundo Silva *et al.* (2010, p.112) estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação.

A sub-bacia do rio Lontra possui índice de sinuosidade equivalente a 2,33, indicando formas tortuosas, pois de acordo com Lana *et al.* (2001, p.121), valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Já os valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. Sabe-se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais.

O coeficiente de compacidade da sub-bacia é maior que 1, com esse resultado pode-se afirmar que a sub-bacia, em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais, são pouco susceptíveis a enchentes, sendo isto

também confirmado pelo baixo valor do fator de forma da bacia, que apresentou um resultado igual a 0,28, indicando menor possibilidade de enchentes na bacia.

O índice de circularidade totalizou 0,33, segundo Müller (1953, p.30) os valores menores que 0,51 sugerem que as bacias tendem a ser mais alongadas, favorecendo o processo de escoamento, como é o caso da referida sub-bacia. O coeficiente de manutenção obtido, mostra que é necessária uma área grande igual a 877,17 m<sup>2</sup> para manter 1 metro de canal, segundo Lana *et al.* (2001, p.121) este valor indica que a bacia é pobre em cursos d'água. Assim, deixa evidente que o escoamento superficial se processa de maneira pouco intensa e nos remete à escassa ocorrência de fontes geradoras de novos cursos. O valor encontrado para o gradiente do canal principal foi de 19,32% de declividade, descrevendo um relevo ondulado. O gradiente do canal principal é um bom indicador da capacidade de transporte de sedimentos de um rio. Quanto maior for o gradiente do canal principal maior será a capacidade de transporte de um rio, pois maior é a sua declividade.

## CONCLUSÕES

Com o levantamento geoambiental da sub-bacia do rio Lontra percebeu-se que a análise da dinâmica das formas que compõem a paisagem é essencial para avaliação dos riscos de degradação que uma determinada atividade ou utilização das terras poderá ocasionar. Os tipos de modelados identificados, refletindo as características dos sistemas morfogênicos, constituem-se numa importante variável a se ponderar nos estudos para o planejamento regional. As funções desta variável com os componentes de outros sistemas podem orientar diferentes soluções para o manejo ambiental.

A respeito do uso e ocupação do solo constatou-se que mais da metade da área da sub-bacia é composta por vegetação nativa, sendo 9,45% destas áreas referentes à existência de APA's e Corredor Ecológico. Estas áreas de preservação contribuem para disciplinar os processos de ocupação do solo, proteger a diversidade biológica e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais do Estado, representando assim, um instrumento significativo para conciliar demandas de desenvolvimento econômico e exigências de preservação ambiental.

O levantamento pedológico indicou presença das classes de solo Plintossolos, Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo. O primeiro está distribuído na região Norte da sub-bacia, caracterizando uma região com maior restrição de uso. O Latossolo Vermelho-Amarelo, localizado na porção central da sub-bacia é caracterizado por ser profundo e bem drenado, no entanto apresenta baixa fertilidade natural. O Neossolo com 47% da área em estudo é considerado um solo de baixa aptidão agrícola e com propensão a erosão. Estes resultados corroboram com o atual uso e ocupação do solo da sub-bacia, que está voltado a atividade pecuária e preservação ambiental.

Encontrou-se predominância de relevo plano e ondulado na sub-bacia, indicando baixa declividade na maior parte da área de drenagem, este relevo facilita o processo de infiltração e percolação de água no solo, dificultando a formação de escoamento superficial, o que contribui na redução de processos erosivos e formação de enxurradas.

Analisando de forma conjunta as características morfométricas da sub-bacia do rio Lontra constatou-se que a bacia apresenta forma alongada, conforme indicado pelos índices de circularidade, coeficiente de compacidade e fator de forma. A partir deste resultado concluí-se que a sub-bacia apresenta um forte controle estrutural da drenagem, apresentando baixas condições que propiciem a formação de picos elevados de vazão e formação de enchentes.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análises de padrões de lineamentos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 33, n. 2, p. 117-124, 2003.

ANJOS, L. H. C., *et al.*. Caracterização e classificação de plintossolos no Município de Pinheiro-MA. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.31 n.5, 1035-1044, 2007.

ARCGIS. ArcGIS: Software – Versão 10.4. 2019. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>>. Acessado em 06 de Agosto de 2020.

CARDOSO, C. A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. *Árvore*, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfologia: Campinas*, p.35-64, 1981.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 2006. p.58,

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. 275-370, 1945.

LANA, C. E. *et al.*. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG – Brasil. Rem: *Rev. Esc. Minas*, vol.54, no.2, p. 121-126, 2001.

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C. Características físico-bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do rio Araguaia. *Revista UnG – Geociências*, v 5, p. 65-73, 2006.

MIRANDA, E. E.; BOGNOLA, I. A.. Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins. 1999.

MÜLLER, V. C. A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area. New York: Virginia and Tennessee. Dept. of Geology, 1953. n. 3, p. 30.

PERH/TO. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins. 2011.

PINTO, L. V. A., *et al.* Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão santa cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. *Cerne*, Lavras, v. 11, n. 1, p. 49-60, jan./mar. 2005.

PISSARRA, T. C. T., *et al.* Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego rico, Jaboticabal (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, p.297-305, 2004.

RODRIGUES, F.M.; PISSARRA, T.C.T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Córrego da Fazenda Glória, município de Taquaritinga, SP. p.310- 322, 2008.

SANTOS, C. A. G. *et al.* Influência do tipo da cobertura vegetal sobre a erosão no semi-árido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, n. 1, p. 92-96, 2000.

SCHUMM, S.A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. *Geological Society of America Bulletin*. v. 74, n. 9, p. 1089-1100, 1963.

SEPLAN. Secretaria da Fazenda e Planejamento. Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Base de Dados Geográficos do Tocantins. Palmas, Seplan/DZE, 2009.

SEPLAN. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins. Disponível em: <[www.seplan.to.gov.br](http://www.seplan.to.gov.br)>. Acesso em: 12 jan. 2020.

SILVA, L. da *et al.* Caracterização geomorfométrica e mapeamento dos conflitos de uso na bacia de drenagem do Açude Soledade. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 3, p. 112-122, 2010.

SOUZA. C.G., *et al.*. Caracterização e manejo integrado de bacias hidrográficas. Belo Horizonte: EMATER. p.124, 2002.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Halen: Transactions: American Geophysical Union, p.913-920,1957.

TONELLO, K.C., *et al*, Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. Ver. *Árvore*, p.849-857. 2006.

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

VILLELA, F. N. J.; NOGUEIRA C. Geologia e geomorfologia da estação ecológica Serra Geral do Tocantins. *Biota Neotrop.* 2011, p. 217-230.