



## DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DOS IMPACTOS DA ANTROPIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA URBANIZADA DE GURUPI-TO

Edihones Lima **Reis**<sup>1</sup>, Asafe Santa Barbara **Gomes**<sup>1</sup>, Katiani Alves **Bezerra**<sup>1</sup>, Gabriel  
Tenaglia **Carneiro**<sup>2</sup>

(1- Faculdade Católica de Anápolis, Pós-Graduando em Gestão, Auditoria e Perícia Ambiental, [eng.agronomoedihones@gmail.com](mailto:eng.agronomoedihones@gmail.com), [asafegomes@gmail.com](mailto:asafegomes@gmail.com), [katianecad@gmail.com](mailto:katianecad@gmail.com), 2- Faculdade Católica de Anápolis, Docente do Curso de Pós-Graduação em Gestão, Auditoria e Perícia Ambiental, [gabrieltenaglia@hotmail.com](mailto:gabrieltenaglia@hotmail.com)).

**Resumo:** Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, considerado como importante área de recarga de diversos corpos hídricos no território brasileiro. Localizado no Brasil, o Cerrado é também o bioma predominante do Estado do Tocantins, no entanto a ocupação urbana desordenada e o desenvolvimento, sobretudo da agropecuária, veem impactando esse ambiente, sendo de fundamental importância a execução de estudos que possam direcionar medidas mitigadoras, que visam à manutenção do equilíbrio desse ecossistema. O presente trabalho objetivou diagnosticar os impactos ambientais provenientes da antropização na Bacia Hidrográfica Urbanizada (BHU) de Gurupi – TO, por meio do tratamento de imagens dos satélites *Alos/Palsar* e *Sentinel 2* para delimitação da bacia, mapeamento do uso e ocupação do solo e verificação do nível de conservação das áreas de preservação permanente, além da utilização de dados oriundos do levantamento fitossociológico para determinação do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Valor de Importância das famílias arbóreas presentes nas matas ciliares, bem como a análise dos parâmetros físicos (pH, Turbidez, Clorofila, Oxigênio Dissolvido e Sólidos Totais Dissolvidos) da água por sonda multiparâmetros nos principais mananciais inseridos no contexto de Urbanização da Bacia em conformidade a resolução CONAMA 357/2005. No estudo, foi identificado que 45,33% da bacia esta antropizada, apresentando assim área urbanizada, solo exposto e pastagem. O levantamento fitossociológico indicou índice de Shannon-Wiener 3,73 nats/ind. e dentre as



famílias existentes a *Moraceae* apresentou maior IVI com 37,33. Em relação aos parâmetros da qualidade da água bruta, algumas amostras indicaram que o pH, OD e Clorofila estão em desacordo com o estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005.

**Palavras-chave:** exutório, geotecnologias, preservação.

## ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE IMPACTS OF ANTROPIZATION IN THE URBANIZED HYDROGRAPHIC WATERSHED OF GURUPI-TO

**Abstract:** From the point of view of biological diversity, the Brazilian Cerrado is recognized as the richest savannah in the world, considered as an important recharge area of several hydric bodies in the Brazilian territory. Located in Brazil, the Brazilian Cerrado is also the predominant biome of the state of Tocantins, however the disordered urban occupation and the development of agriculture and livestock farming, have been affecting this environment, being of fundamental importance the execution of studies that can guide mitigating policies aiming at maintaining the equilibrium of this ecosystem. The present work aimed to diagnose the environmental impacts of the anthropization in the Urbanized Hydrographic Watershed (UHW) of Gurupi - TO by treating images of the Alos Palsar and Sentinel 2 satellites to limit the watershed, mapping the use and occupation of the soil, and verifying the level of conservation of the permanent preservation areas, besides the use of data from the phytosociological survey to determine the Shannon-Wiener Diversity Index and Import Value Index of the tree families present in the cillinary forests, as well as the analysis of the physical parameters pH, Turbidity, Chlorophyll, Dissolved Oxygen and Dissolved Total Solids of the water by multiparameter probe in the main springs inserted in the context of the Watershed Urbanization in accordance to CONAMA 357/2005 resolution. In this study it was identified that 45.33% of the watershed are anthropized presenting an urbanized area, exposed soil and pasture. The phytosociological survey indicated the Shannon-Wiener index 3.73 nats / ind. and among the existing families, *Moraceae* presented higher IVI with 37.33. Regarding to water quality parameters, some samples indicated that pH, OD and Chlorophyll are in disagreement with CONAMA 357/2005 resolution.

**Keywords:** exuvial, geotechnology, preservation.

## DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL DES IMPACTS DE L'ANTHROPISATION SUR LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE URBANISÉ DE GURUPI- TO



**Résumé :** Du point de vue de la diversité biologique, le Cerrado brésilien est reconnu comme la savane la plus riche du monde, considérée comme une zone importante de recharge de plusieurs plans d'eau sur le territoire brésilien. Situé au Brésil, le Cerrado est aussi le biome prédominant de l'Etat de Tocantins, mais l'occupation et le développement urbain désorganisé, notamment de l'agriculture et de l'élevage, ont un impact sur cet environnement et il est fondamental de mener des études qui peuvent orienter des mesures d'atténuation, qui visent à maintenir l'équilibre de cet écosystème. Cette étude visait à diagnostiquer les impacts environnementaux de l'anthropisation dans le bassin hydrographique urbanisé (BHU) de Gurupi - TO, par le traitement d'images des satellites *Alos Palsar et Sentinel 2* pour la délimitation du bassin, la cartographie de l'occupation et de l'utilisation des sols et la vérification du niveau de conservation des zones de conservation permanentes, ainsi que l'utilisation des données des enquêtes phytosociologiques pour déterminer l'indice de diversité Shannon-Wiener et l'indice de valeur d'importance des familles arborescentes présentes en forêt riparienne, ainsi que l'analyse des paramètres physiques (pH, turbidité, chlorophylle, oxygène dissous et solides dissous totaux) de l'eau par une sonde multiparamétrique dans les sources principales insérées dans le cadre de l'Urbanisation du bassin, conformément à la résolution CONAMA 357/2005. Dans l'étude, il a été identifié que 45,33% des bassins sont anthropisés, présentant ainsi une zone urbanisée, des sols exposés et des pâturages. L'enquête phytosociologique a montré un indice de Shannon-Wiener de 3,73 nats/ind. et parmi les familles existantes, *Moraceae* a présenté le plus haut IVI avec 37,33. En ce qui concerne les paramètres de la qualité de l'eau brute, certains échantillons ont indiqué que le pH, l'OD et la chlorophylle sont en désaccord avec ce qui a été établi dans la résolution CONAMA 357/2005.

**Mots-clés:** exutoire, géotechnologies, préservation

## 1 - Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, com mais de dois (2) milhões de km<sup>2</sup>, perdendo somente para o bioma Amazônico. Ele incide sobre 15 estados brasileiros e funciona como elo entre quatro dos cinco demais biomas: Floresta Amazônica, Pantanal, Caatinga e Mata Atlântica (SIQUEIRA, 2016). O Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo e *hotspots* mundial de biodiversidade, e apresenta extrema

abundância de espécies endêmicas (MMA, 2018), estando localizado principalmente no Planalto Central do Brasil. É também considerado como uma importante área de recarga de corpos hídricos no território brasileiro, pois em seu domínio, nascem vários rios que alimentam as três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul: São Francisco, Araguaia-Tocantins e a Bacia do Prata, (SANTOS, 2012).

O Estado do Tocantins possui a décima maior extensão territorial dentre as unidades da federação brasileira, com uma superfície de 277.720,52 km<sup>2</sup>, que corresponde a 7,19% da região Norte e 3,26% do país. Este Estado está situado no centro geográfico do país, sendo considerado a mesopotâmia brasileira, pois está inserido dentro da bacia Tocantins-Araguaia, que é subdividida em 30 sub-bacias hidrográficas, das quais 14 sub-bacias pertencem ao sistema hidrográfico do Tocantins e 16 ao sistema hidrográfico do rio Araguaia, tendo o bioma Cerrado como vegetação predominante (MATTEO *et al.*, 2016). O município de Gurupi está localizado no sul do Estado do Tocantins, e sua população em 2019 foi estimada em 86.647 habitantes. Além disso, é considerada a terceira maior cidade do Estado, com 61 anos de emancipação política, sendo apontada como um importante polo agropecuário do sul do Estado do Tocantins (IBGE, 2019).

Apesar da sua elevada importância biológica, social e econômica, o Cerrado vem sofrendo com os impactos ambientais provenientes principalmente pela expansão da fronteira agrícola devido ao avanço da atividade agropecuária, do crescimento populacional, desenvolvimento de indústrias e pela ocupação urbana desordenada. A área urbanizada de Gurupi corresponde a 1,71% do território do município e é cortada por quatro principais córregos: Água Franca, Pouso do Meio, Dois Irmãos e Mutuca, que juntamente com outros contribuintes compõe a Bacia Hidrográfica Urbanizada (BHU) de Gurupi – TO, estando portanto esta Bacia inserida dentro do contexto de urbanização que impacta diretamente nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e na mata nativa, podendo promover a descontinuidade do equilíbrio ecológico existente nesse ecossistema em decorrência das ações antrópicas. Neste aspecto, é de fundamental importância o desenvolvimento de estudos técnicos científicos que possibilitem diagnosticar os impactos provenientes da antropização, no intuito de direcionar as medidas de mitigação desses impactos, possibilitando assim, a manutenção do equilíbrio ambiental.



Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo diagnosticar os impactos ambientais provenientes da antropização na BHU de Gurupi – TO, através da utilização de geotecnologias para o processamento digital de imagem dos satélites *Alos Palsar* e *Sentinel 2*, possibilitando a obtenção de dados para a delimitação da bacia, classificação do uso/ocupação do Solo e verificação do nível de conservação das áreas de preservação permanente na bacia. Levantamento fitossociológico nas matas ciliares para determinação do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Valor de Importância da vegetação arbórea. E a análise de alguns parâmetros físicos da água, feitos por meio de sonda multiparâmetro usados como indicadores de qualidade da água em acordo com a resolução CONAMA 357/2005.

## 2 - Material e Métodos

### 2.1 - Localização da área de estudo

Localizada no município de Gurupi – TO, região sul do Estado do Tocantins, situada a 214 km da capital do Tocantins, Palmas, a área de estudo encontra-se nas proximidades das coordenadas planas 8704033 Sul e 706836 Oeste no Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) WGS 84 UTM ZONE 22 SUL, contém os córregos urbanizados: Córrego Azul, 2 Irmãos, Pouso do Meio, Mutuca e Água Franca. Estes juntamente com seus tributários compõem a Bacia Hidrográfica Urbanizada (BHU) de Gurupi – TO e são diretamente impactados no processo de urbanização do município, sendo portanto, uma área de grande relevância sob a ótica ambiental (Figura 1).

O clima regional é do tipo úmido, temperatura média anual varia entre 25 e 28°C com precipitação média anual variando entre 1400 e 1700 milímetros (HAIDAR *et al.*, 2013).

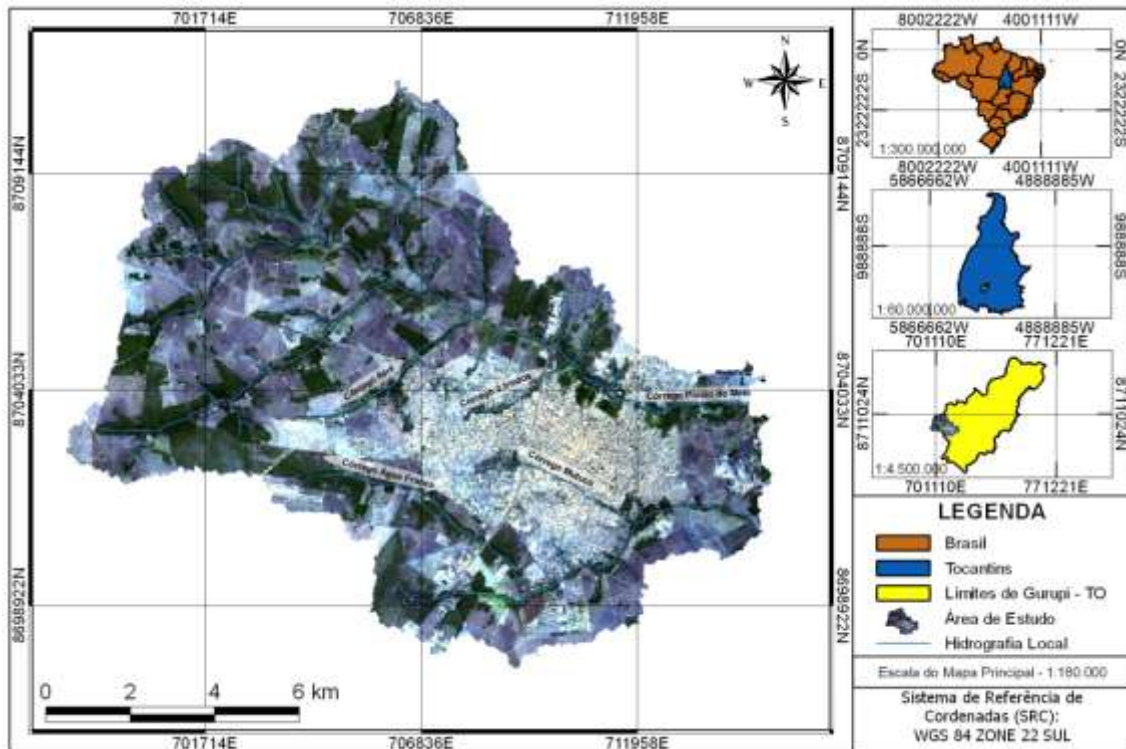
### 2.2 Geoprocessamento dos dados

Todo o projeto de geoprocessamento dos dados foram construídos em ambientes SIGs (Sistemas de Informações Geográficas), com os programas de computação: QGIS versão 2.18.14; *software* gratuito, licenciado pela GNU (*General Public License*), e o SPRING 5.2.7; também é um *software* disponibilizado de forma gratuita, desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagem (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas



Espaciais (INPE). O Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) horizontal e vertical padrões utilizado no projeto foi WGS 84 UTM 22S.

Figura 1: Mapa de Localização da Área de estudo.



Organização: autores

A delimitação da Bacia Hidrográfica Urbanizada (BHU) do município de Gurupi – TO foi realizada com a utilização do QGIS, por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Satélite *Alos Sensor Palsar*, produto esse com dados de altimetria em resolução espacial de 12,5 metros e com as características descritas no quadro um (1). A aquisição das imagens foi realizada através do site “*Alaska Satellite Facility*” com o *download* de duas (2) cenas referente às folhas “AP\_27102\_FBS\_F6940\_RT1” e “AP\_27102\_FBS\_F6950\_RT1”. Para demarcar a área de uma bacia hidrográfica devem ser considerados os divisores de águas de uma unidade de drenagem que convergem para um ponto de escoamento fluviométrico chamado de exutório. A BHU do município de Gurupi – TO é composta por duas (2) sub-bacias, sendo elas a bacia do Córrego Pouso do Meio e do Córrego Água Franca (córregos

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.asf.alaska.edu/>> Acesso em: 05 de Setembro de 2018.

principais). Portanto, a bacia hidrográfica urbanizada correspondente a área de estudo é composta por dois (2) exutórios demarcados a jusante nos córregos principais e paralelos aos últimos loteamentos consolidados da sede urbana, ou seja, alinhado com os últimos pontos de influência direta do processo de urbanização no sentido Oeste-Leste da sede urbana municipal.

Quadro 1: Características do Satélite *Alos* com Sensor *Palsar*.

Sensor	Canais/ Bandas Espectrais	Frequência	Compr. de Onda	Ângulo de Visada	Polarização	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Radiométrica	Área Imageada
Palsar	Fine - single	1270 MHz (Banda L)	s.d.	8° - 60°	HH ou VV	7 - 44 m	s.d.	5 bits	40 - 70 km
	Fine - dual				HH+HV ou VV+VH	14 - 88 m			
	ScanSAR			18° - 43°	HH ou VV	100 m			250 - 350 km
	Polarimétrico			8° - 30°	HH+HV+ VH+VV	24 - 89 m			3 a 5 bits

Fonte: EMBRAPA, Monitoramento por satélites<sup>2</sup>.

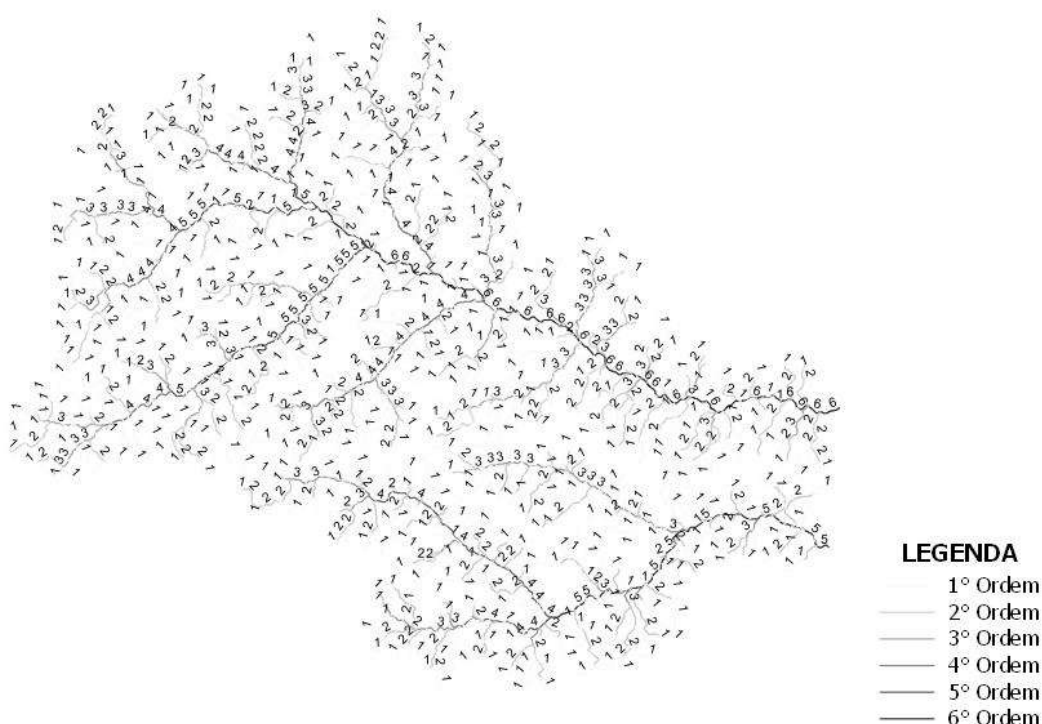
O tipo de classificação adotada foi a de Horton (1945), modificada por Strahler (1964) é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia hidrográfica. Nesta classificação, atribui-se um número de ordem a cada curso de água, sendo classificados como cursos de água de 1ª ordem aqueles que não apresentem afluentes. A linha de água formada pela junção de duas linhas de água com a mesma ordem tomará uma ordem maior em um (1). Sendo assim, a junção de dois rios de ordem “x” dá lugar a um rio de ordem “x + 1”, por exemplo, 1 + 1 = 2; 3 + 3 = 4; 2 + 2 = 3, etc., já a linha de água formada pela junção de duas linhas de água de ordens diferentes, tomará a ordem maior das duas, ou seja, a junção de um rio de ordem “y” com um rio de ordem “y + 1” dá lugar a um rio de ordem “y + 1”, exemplo, 1 + 2 = 2; 1 + 3 = 3; 2 + 3 = 3, etc. (SHAHIDIAN *et al.*, 2017). De acordo com Horton (1945) a Densidade da drenagem de uma bacia -  $D_r$ , é expressa pela relação entre o comprimento total das Linhas da água -  $L_t$  (em km), sejam elas perenes, intermitentes ou efêmeras, e a Área total existente -  $A$  (em km<sup>2</sup>), dessa bacia:

$$D_r = \frac{L_t}{A}$$

<sup>2</sup> Disponível em: <[https://www.cnpem.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao\\_alos.html](https://www.cnpem.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_alos.html)> Acesso em: 25 de Setembro de 2018.

Os procedimentos de delimitação automática da bacia foram realizados com a utilização da aplicação TauDEM (*Terrain Analysis Using Digital Elevation Models*), desenvolvida pelo grupo de pesquisas hidrológicas da Universidade de *Utah* (*hydrology research group of Utah State university*), com apoio do corpo de engenharia do exército do Estados Unidos da América (EUA), (conforme figura 2).

Figura 2: Classificação conforme Horton-Strahler (1964).



A geração da hipsometria do terreno foi executada com a utilização do modelo digital de elevação (*alos/palsar*) recortado para a área de estudo, conforme delimitação da bacia obtida através do TauDEM, onde houve a necessidade de recodificar os dados do *raster* para transformar a altimetria do MDE da bacia de informações contínuas em dados discretos, ou seja, com variação de altimetria fixa. Para tanto, foi utilizado um algoritmo da ferramenta “GRASS” do QGIS chamada “*r.recode*” (SANTOS, 2017).

O levantamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) da BHU utilizando o QGIS teve entre os procedimentos principais, o ajuste da malha de hierarquia fluvial obtida no processo executado pelo TauDEM, tendo como base as imagens do satélite *Sentinel 2*, banco de dados de levantamento planimétricos realizados em campo com GPS Geodésico GNSS





*Spectra Precision* modelo SP-60 e dados vetorizados obtidos no processo de classificação digital. Além disso, houve a necessidade de proceder com a eliminação de córregos e/ou redes de drenagem de regime efêmero.

Com o vetor de hidrografia ajustado delimitou-se as APPs em conformidade com as Leis Municipais: nº 09 de 31 de dezembro de 2007 (Institui o plano diretor de desenvolvimento sustentável de Gurupi – TO e dá outras providências) e 019 de 06 de Maio de 2014 (Dispõe sobre a política ambiental, equilíbrio ecológico, preservação e recuperação do meio ambiente, e dá outras providências.) e Lei federal de nº12.651 de 25 de maio de 2012 (Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências). Observado o disposto no (Art. 4º), inciso (I), alínea (a) da Lei Federal 12.651/12 e (Art. 31º), inciso (I), alínea (a) da Lei Municipal 019/2014, que delimitam as Áreas de Preservação Permanente (APPs), como sendo faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, considerando de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura. Com a ferramenta *Buffer* do QGIS projetou-se 30 metros a partir da margem dos córregos principais e tributários da Bacia Hidrográfica Urbanizada, sendo possível então analisar os níveis de conservação das APPs da área de estudo.

Para demarcação do Uso e Ocupação do Solo, todos os processos de extração dos dados foram desenvolvidos no SPRING 5.2.7, através dos seguintes métodos de classificação: classificador por região, técnica de classificação multiespectral, treinamento não-supervisionado e tipo de classificador Isoseg (DPI/INPE, 1991-2006). As imagens utilizadas foram a do satélite *Sentinel 2* com resolução espacial de 10 metros e utilizando as Bandas Espectrais 3, 4 e 8, que correspondem respectivamente aos comprimentos de onda referente ao Verde, Vermelho e Infravermelho próximo (Conforme verificável no Quadro 2).

Quadro 2: Características das imagens do satélite *Sentinel 2*.

Nº Banda	Faixa Espectral correspondente	Resolução Espacial	Comprimento de onda Central
B2	Azul	10 Metros	490nm
B3	Verde		560nm
B4	Vermelho		665nm
B8	Infravermelho próximo		842nm

Fonte: Sentinel Online, ESA<sup>3</sup>.

A composição dessas bandas permite destacar as classes de uso do objeto de estudo em: Vegetação Nativa, Pastagem, Corpos hídricos, Solo Exposto e Arborização Urbana. Já para a identificação da Área Urbana, foi utilizada uma “máscara” para a Sede Urbana e realizado o processo de classificação separadamente do restante da área da Bacia (zona rural), possibilitando assim uma maior segmentação da imagem e uma melhor classificação. As imagens foram obtidas no site “*Earth explorer*”<sup>4</sup> com o *download* das cenas correspondente ao dia 22 de Julho de 2018, folhas “S2A\_MSIL1C\_20180722T133231\_N0206\_R081\_T22LFN\_20180722T165809.SAFE” e “S2A\_MSIL1C\_20180722T133231\_N0206\_R081\_T22LGN\_20180722T165809.SAFE”.

Já no SPRING os *rasters* foram carregados no formato “GeoTiff” para realizar a composição das bandas e a classificação digital da imagem, que foram realizadas em 2 etapas: Sede Urbana em que foi feito a segmentação com limite de similaridade de 80 para possibilitar uma maior segmentação dos dados extraídos e conseqüentemente oportunizar uma maior separação das informações e Zona Rural em que foi utilizado o limite de similaridade de 150.

### 2.3 Levantamento Fitossociológico

O levantamento fitossociológico foi realizado em remanescentes de vegetação nativa em áreas de preservação permanente – APPs da bacia hidrográfica urbanizada de Gurupi - TO. O método de amostragem utilizado neste estudo foi o de parcelas múltiplas distribuídas sistematicamente a partir de uma parcela inicial (nascente). Mediram-se parcelas contíguas de 10m x 50m em toda extensão dos corpos d’água. Ressalta-se que a quantidade de parcelas variou segundo a extensão dos córregos inseridos na bacia urbanizada.

Todos os indivíduos arbóreos inseridos nas parcelas com DAP  $\geq$  5cm foram mensurados, identificados e classificados conforme APG III 2009. Já em campo, foram realizadas coletas do nome comum da espécie, circunferência a altura do peito (CAP), posteriormente convertida em diâmetro à altura do peito (DAP), altura total e posição

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial>> Acesso em: 25 de Setembro 2018.

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: 02 de Agosto de 2018.



sociológica. Para calcular os parâmetros Fitossociológicos utilizou-se o programa FITOPAC versão 2.1, objetivando a comparação entre os córregos estudados o que possibilita destacar a predominância das espécies com maior representatividade do corpo hídrico.

O cálculo do percentual das áreas antropizadas, adjacentes aos corpos hídricos em estudo, foi obtido tendo por base a vegetação arbórea existente e o que deveria existir conforme a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal).

Para análise da diversidade existente, utilizou-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener (MAGURRAN, 1988). Essa diversidade refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região (BESSA *et al*, 2016).

Também foi considerado neste estudo o índice de valor de importância, definido como a soma aritmética dos valores relativos de abundância, dominância e frequência, muito utilizados para determinar a importância ecológica das espécies, através da hierarquização em termos do grau de ocupação de sua população dentro do espaço geométrico da floresta, o que é expresso pelo número (abundância), tamanho (dominância) e distribuição espacial (frequência) dos indivíduos da população. Quanto maiores os valores de abundância, frequência e dominância, mais importância terá a espécie dentro do complexo florístico da área (QUEIROZ *et al*, 2017).

O levantamento fitossociológico foi realizado em parceria com a Prefeitura Municipal de Gurupi, Centro Universitário UnirG, Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza através do projeto Revitalização das Bacias Urbanizadas de Gurupi – TO e Universidade Federal do Tocantins – UFT.

### 2.3 Qualidade da Água

Para a avaliação da qualidade da água e obtenção dos pontos de fragilidade ambiental dentro do leito dos córregos urbanizados, foram coletados três pontos para cada um dos corpos hídricos tributários e quatro pontos nos dois (2) mananciais principais (Pouso do meio e Água franca) pertencentes à BHU, totalizando 17 pontos. Foram analisados os parâmetros de pH, turbidez, oxigênio dissolvido – OD, clorofila e sólidos totais dissolvidos.

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30 °C, a viscosidade, a tensão superficial, a



compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e o calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura (PINTO, 2010).

Potencial hidrogeniônico (pH): a influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente em razão de seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante, podendo determinar as condições de pH, além de contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados. Ademais, outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9. A turbidez é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água (e essa redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), em razão da presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, como algas, bactérias e plâncton em geral (PIVELI, 2018).

Oxigênio dissolvido (OD): uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção da vida em sistemas aquáticos. Por meio da medição da concentração de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados (VALENTE, 1997).

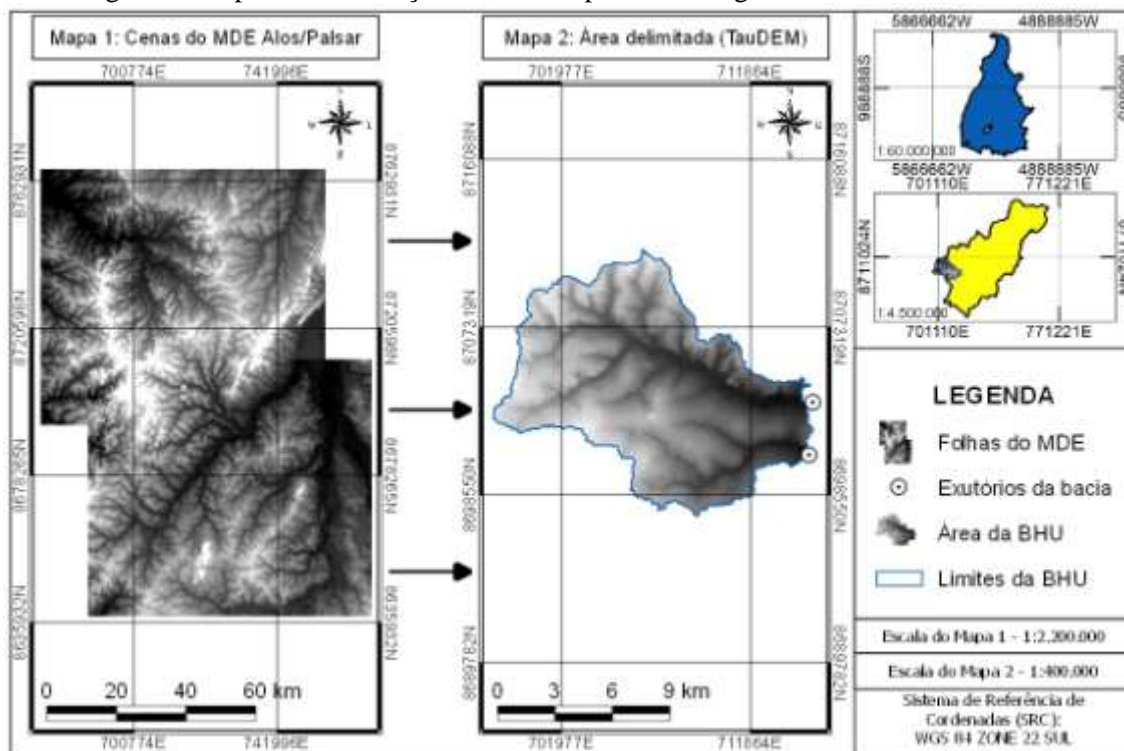
O equipamento utilizado para a coleta das amostragens e obtenção dos dados foi o medidor Sonda Exo-Multiparâmetros de água. As coletas foram efetuadas ao longo dos meses de maio a julho de 2018, em parceria com a Prefeitura Municipal de Gurupi - TO, Centro Universitário UnirG, Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza e Universidade Federal do Tocantins – UFT.

### **3. Resultados e Discussão**

#### *3.1 Análises dos dados geoprocessados*

A partir da metodologia descrita para delimitação da bacia hidrográfica urbanizada foi possível obter o polígono que representa o divisor topográfico da bacia, a hierarquia fluvial e a hipsometria do terreno. No divisor topográfico pode-se observar que a BHU possui uma área total estimada em 12.695,20 hectares e perímetro de 86,2 km (Figura 3).

Figura 3: Mapa de Delimitação da Bacia a partir de imagens de satélite *Alos Palsar*.



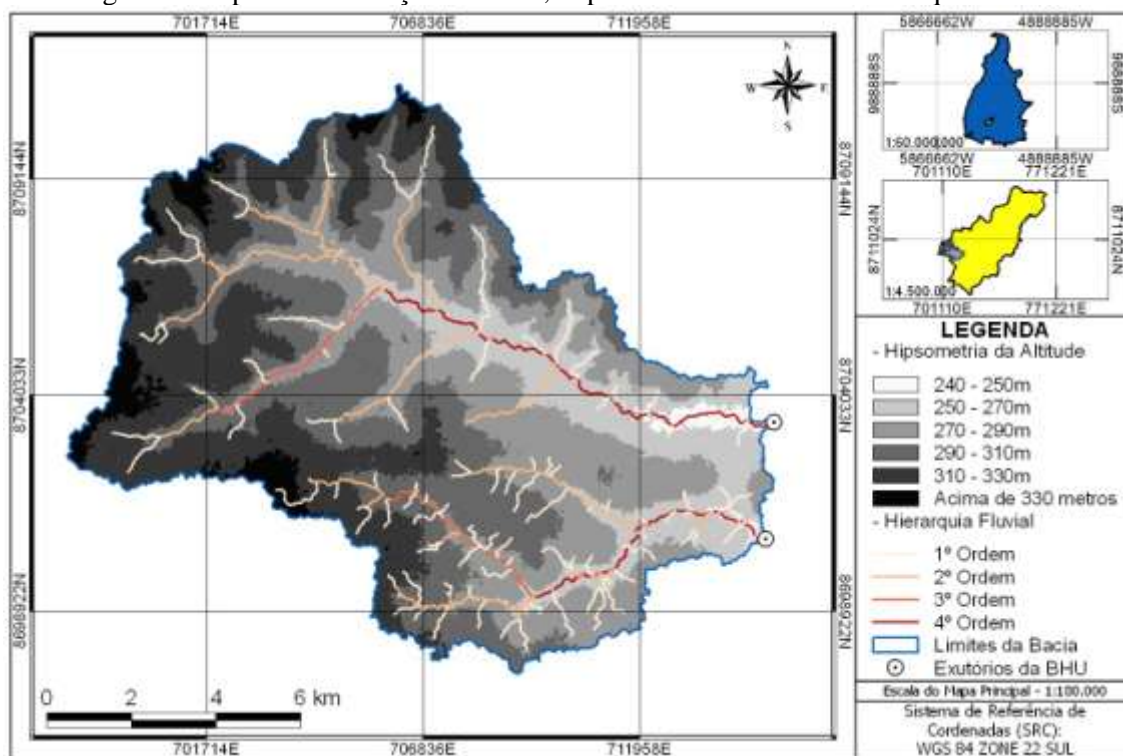
Na hierarquia fluvial os córregos principais da bacia, representados pelos córregos pouso do meio e água franca, apresentaram hierarquia predominantemente de 3ª e 4ª ordem, que somados, expressaram um perímetro de aproximadamente 30,34 km. Já os seus tributários, são representados pelas 1ª e 2ª ordens, com comprimento de 106,39 km, totalizando uma extensão fluvial compreendida por córregos de regime permanente, intermitente e efêmeros de 136,73 km. Quanto às características de relevo da bacia, pode-se constatar que varia de plano a ondulado, sendo que o relevo predominante é de topografia plana. Conforme se observa no mapa hipsométrico à bacia possui altimetria variando dos pontos mais altos com 346 metros de altitude aos pontos mais baixos com aproximadamente 240 metros de altitude, contando com o divisor de águas que contorna toda bacia e um divisor referente à separação topográfica entre as 2 sub-bacias que compõem a BHU, bacias do córrego pouso do meio e água franca, que escoam pelas vias de drenagem para 2 pontos de menores altitude na bacia, chamados de exutórios (Figura 4).

Para a delimitação das áreas de preservação permanente, inicialmente, houve a necessidade de ajustar a malha hidrográfica, considerando apenas os córregos de regime



permanente e intermitente, em acordo com o código florestal vigente (Lei 12.651/2012). Para transformação das ordens mapeadas, antes representando a hierarquia fluvial, para córregos primários (pouso do meio e água franca) e seus tributários, foi atribuído uma largura média correspondente às margens dos mananciais de 5 metros para córregos primários e de 2 metros para os secundários e/ou tributários conforme as características da hidrografia local. Posteriormente aos processos de ajustes, o produto obtido foi um polígono correspondente as APPs de toda a extensão da bacia, com área de 615,69 hectares e perímetro de 40,21 km.

Figura 4: Mapa de delimitação da bacia, Hipsometria do terreno e hierarquia fluvial.



No processo de classificação digital não-supervisionada verificável na figura 5, constatou-se que a BHU possui uso e ocupação do solo múltiplo e identificados respectivamente em ordem decrescente pela Vegetação Nativa, compondo uma área de 6.755,75 hectares, Área Urbana que compõe 2.656,01ha, Solo Exposto com 1.591,31 ha, Pastagem que corresponde a 1.507,43 ha, Corpos Hídricos representando 106,43 ha e Arborização Urbana com 78,24 ha (Figura 6).

Figura 5: Mapa de Classificação de Uso do Solo.

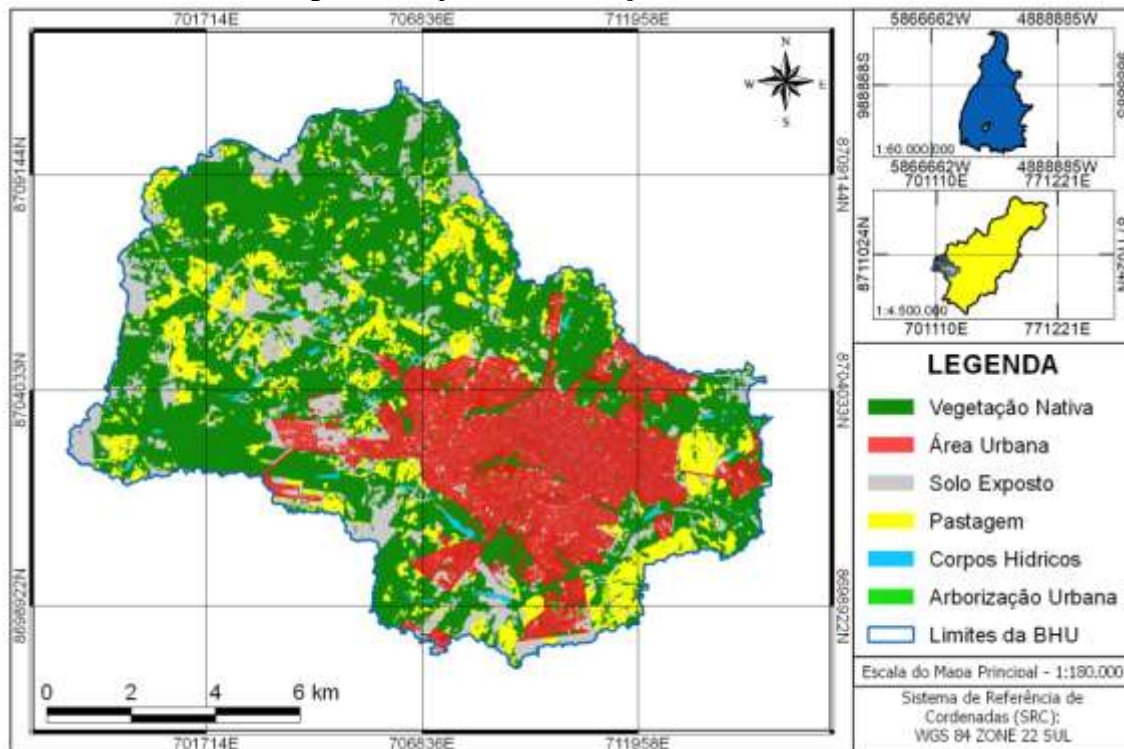
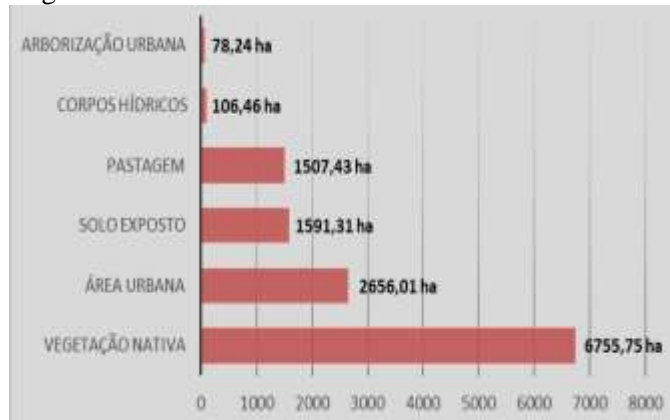


Figura 6: Classes de Uso do Solo identificadas na BHU.



Ao analisar os dados em proporções observando à área total da bacia, foi constatado que a vegetação nativa ocupa cerca de 53,21% da BHU, sendo esta a classe de uso e ocupação do solo mais representativa dentro da bacia e que são caracterizados predominantemente por áreas de reserva conectadas as APPs, formando assim, um corredor ecológico de dispersão e disseminação de fauna e flora. Porém, ao avaliar o nível de antropização dentro da bacia urbanizada, que corresponde a cerca de 45,33% da área da

bacia, compreendeu-se a importância da intensificação de políticas públicas que visem o direcionamento das atividades de impactos ambientais, a exemplo da aprovação de novos loteamentos urbanos, que devem ser feitos de forma planejada e ordenada sob o direcionamento de um Plano Diretor atualizado e em consonância com as áreas de restrição ambiental (Figura 7).

Figura 7: Níveis de antropização na BHU.



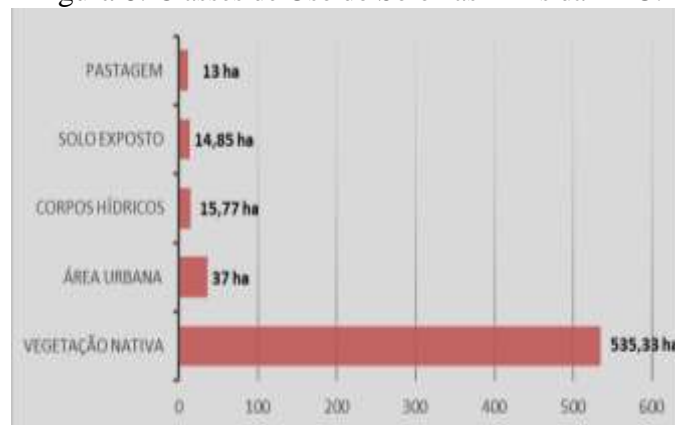
Considerando que a área de estudo está localizada dentro de um processo de antropização intensa, caracterizada por expressiva aglomeração urbana, avaliou-se de forma positiva o nível de conservação da bacia, o que atribui às ações de fiscalização e monitoramento ambiental no âmbito nacional, estadual e municipal sobretudo nas proximidades da sede urbana municipal e ao novo código florestal, que através do Cadastro Ambiental Rural vem intensificando o processo de mapeamento das áreas de restrição ambiental, tornando mais eficaz os processos de fiscalização e monitoramento ambiental.

Salienta-se ainda, a importância da adoção de práticas conservacionistas nos processos produtivos, relacionados principalmente com as atividades agropecuárias, pois identificou que o Solo Exposto representa a terceira classe mais expressiva dentro da bacia, ocupando 12,53% da área total, sendo fundamental a execução de práticas sustentáveis de produção que possibilitem a manutenção da cobertura vegetal, como a forma de mitigação dos processos de perda do solo e o assoreamento dos corpos hídricos ocasionados por processos erosivos.

No processo de recorte da classificação digital não-supervisionada para as áreas de preservação permanente da BHU, que totalizam 615,69 ha em conformidade as legislações em vigência, pode-se analisar os níveis de conservação das APPs que compõem a BHU,

cujas as classes encontradas dentro das APPs apresentaram os seguintes valores: Vegetação Nativa, representando a maior classe com 535,33 ha, seguida de Área Urbana, que corresponde a aproximadamente 37 ha; Corpos hídricos com área de 15,77 ha, Solo Exposto com 14,85 ha e representando menor expressão a Pastagem com 13 ha (Figura 8).

Figura 8: Classes de Uso do Solo nas APPs da BHU.

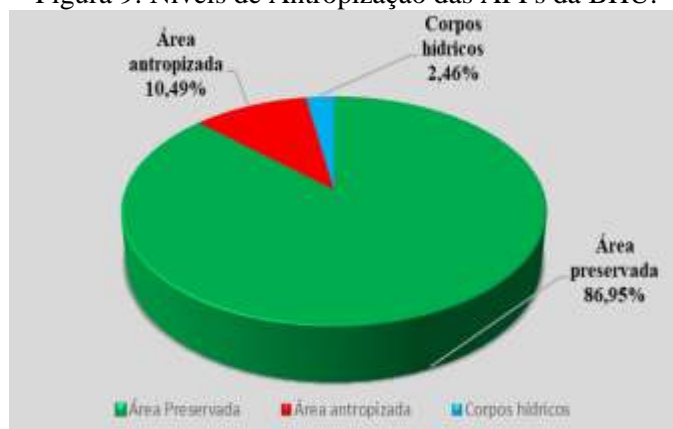


Considerando as porcentagens identificadas de ocupação do solo em relação às Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica Urbanizada, conclui-se que as áreas antropizadas correspondem a 10,49% de toda a extensão das APPs, com destaque para a Área Urbana que representa 6% de ocupação das áreas de preservação permanente. Pode parecer pouco, mas essa hipótese não foi acatada, em virtude dos levantamentos terem sido realizados, considerando toda extensão da bacia que é urbanizada, mas apresenta expressiva extensão sobre no perímetro rural (72,7% pra ser mais exato). Ao recalcular os dados somente para as APPs localizadas dentro da Sede Urbana municipal, foi constatado que 33,1% das APPs na sede municipal estão ocupadas pela classe Área Urbana. Podemos afirmar então, que o processo de crescimento desordenado urbano provocou impacto direto na degradação das APPs da bacia, sobretudo no perímetro urbano (Figura 9).

Contudo, quanto à padronização dos estudos relativo às APPs urbanizadas de 30 metros, duas ponderações devem ser consideradas: A primeira refere-se ao retardamento na evolução das legislações ambientais no âmbito municipal, estadual e federal que permitisse a atualização no dimensionamento das APPs de córregos, com margem a margem de até 10 metros, para 30 metros pra preservação permanente em áreas urbanas.



Figura 9: Níveis de Antropização das APPs da BHU.



Tendo em vista que Gurupi – TO foi fundada em 14 de novembro de 1958 pela Lei Estadual de nº 2.140/58 na extensa evolução das legislações acerca do assunto, destaca-se os seguintes aspectos: de 1958 á 1965 o município ficou aproximadamente 7 anos sem qualquer legislação que normatizasse a proteção das APPs, pois apesar de já existir regulamento federal que proibisse a derrubada de matas ainda existentes às margens dos cursos d' água (redação do 1º código floresta por meio do decreto federal de nº23.793/34), o dimensionamento só veio em 1965, através da Lei Federal 4.771/65 (2º código florestal brasileiro), porém com dimensionamento de 5 metros apenas e nada prevendo para áreas urbanas.

Somente em 1979 é que passa a ter alguma menção sobre as áreas urbanas com a criação da Lei Federal 6.766/79 (que dispõe sobre o parcelamento do solo), no entanto só não era permitido edificar na faixa de 15 metros, podendo o proprietário desmatar até os 5 metros previstos na legislação referente ao código florestal vigente. Em 1989, através da Lei Federal 7.803/89 (lei que alterava o dimensionamento das APPs previstos no código florestal da época) é então previsto o dimensionamento de APPs, para os cursos d'água com menos de 10 metros de largura pra de 30 metros de preservação a partir da margem com menção a áreas urbanas, mas regulamentadas pelo Plano Diretor e/ou Lei de Parcelamento municipal.

Todavia, o município só teve o primeiro Plano Diretor em 2007 (previsto pela Lei Municipal 09/2007), que nada citou sobre o dimensionamento das APPs. Já a Lei Municipal 786/89, (que dispõe sobre o parcelamento e uso do solo) adotou apenas dimensionamento na íntegra, previsto na Lei Federal de parcelamento e uso do solo





vigente, com 15 metros não “*aedificandi*”. Enfim, a legislação acerca do dimensionamento das APPs no município só veio surtir efeito para a sede urbana em 2012, através do novo código floresta em vigência, provocando uma lacuna na legislação que contribuiu significativamente para a supressão das APPs durante o processo de urbanização do município especialmente nos perímetros da sede urbana.

A segunda ponderação diz respeito à variação das legislações no decorrer dos anos, pois desde a criação do município, onde Gurupi inclusive fez parte de 2 Estados (Norte de Goiás e atualmente Tocantins), houve varias alterações nas legislações, nos quais cada estado tinham legislações próprias, propiciando dentro da sede urbana normatizações diversas relativo ao dimensionamento das APPs, que para serem aprovados, os projetos urbanísticos deveriam seguir as legislações vigentes na data de registro do loteamento urbano, o resultado disso é que temos hoje vários loteamentos cada qual com dimensionamento próprio seguindo as normas vigentes a época de sua aprovação.

A padronização das APPs nesse estudo, segundo o novo código florestal, visa à obtenção de dados que sirva de base para o planejamento e ordenamento da expansão urbano do município como forma a amenizar os impactos ambientais decorrentes do processo da expansão urbana, provocados tanto pelo retardamento das legislações no dimensionamento das APPs para 30 metros na sede urbana de Gurupi – TO, quanto às variações no dimensionamento das Áreas de Preservação Permanente dos loteamentos urbanos consolidados, a exemplo da criação de mais unidades de conservação de uso sustentável e restrito.

### 3.2 Balanço dos dados fitossociológico

Observa-se na tabela um (1) que o levantamento fitossociológico realizado na bacia hidrográfica urbanizada de Gurupi- TO, apresentou Índice de Shannon-Wiener de 3,73nats/ind., indicando que a vegetação existente possui uma expressiva diversidade, oferecendo diversos serviços ambientais, o que pode ser explicado pelo fato do Cerrado brasileiro ser reconhecido como a savana mais rica do mundo, e ainda por uma considerável parte da bacia em estudo estar inserida em zona rural, onde os impactos oriundos da antropização são menores, somado a existência de quatro unidades de conservação - UCs: Área de Proteção Ambiental (APA) Fragmento Nascente do Córrego Mutuca conforme Decreto Municipal nº 0725/2015, APA Fragmento Córrego Mutuca/Água Franca normatizada

pelo Decreto Municipal nº 1306/2015, APA Fragmento Córrego Dois Irmãos em acordo com o Decreto Municipal nº 1305/2015 e Parque Natural Municipal Pouso do Meio estabelecido pelo Decreto nº 1058/2017.

Tabela 1: Quantidade de parcelas, Número de indivíduos, Família, Espécie, DAP médio, Altura total média e Índice de diversidade de Shannon-Wiener.

Localidade	Quant. parcelas	Quant. Indivíduos	Quant. espécies	Quant. famílias	DAP Médio	Altura T. média	H'
BHU	51	1885	103	46	17,03	10,17	3,73

A tabela um (1), refere-se à quantidade de parcelas, número de indivíduos, família, espécie, DAP médio, altura total média e índice de diversidade de Shannon-Wiener encontrados nas matas ciliares da bacia.

Souza *et al.*, 2013, obtiveram valor semelhante ao avaliarem a diversidade florística e estrutura fitossociológica de um gradiente topográfico em floresta estacional semidecidual, (H') de 3,64nats/ind. Valores análogos a este estudo foram encontrados por Lima *et al.*, 2015, avaliando a composição e diversidade no cerrado do leste de Mato Grosso do Sul, Brasil, onde encontraram (H') de 3,81nats/ind. Corroborando ainda com Medeiros *et al.* (2012), que ao estudarem a composição e estrutura de comunidades arbóreas de cerrado *stricto sensu* no município de Filadélfia – TO, encontraram um índice de diversidade de Shannon-Wiener de 3,32nats/ind.

O Índice de Valor de Importância (IVI) é um dado que expressa numericamente a importância de uma determinada espécie dentre as árvores de uma comunidade florestal (LARA *et al.*, 2017).

Neste estudo, foram amostrados 1.885 indivíduos, 103 espécies pertencentes a 46 famílias com destaque no índice de valor de importância para a família *Moraceae*, apresentando IVI de 37,33 com um total de 117 indivíduos, representada por 6,21% do total de indivíduos. Em contrapartida, a família com menor IVI foi a *Polygonaceae*, apresentando IVI de 2,23 com um total de 01 indivíduo, estando representada por 0,05% do total de indivíduos.

Os resultados de IVI encontrados neste trabalho, não corroboraram com o encontrado por Andrade *et. al.*, 2002, ao estudarem a fitossociologia de uma área de cerrado denso, Brasília-DF, onde a família Leguminosae apresentou o maior índice de valor de importância, 16,41nats/ind.

De acordo com José e Neto, 2016, a família Moraceae compreende a 38 gêneros e cerca de 1.150 espécies, representada principalmente na região Tropical, sendo que mais de 50% dos gêneros presentes na região neotropical, do México até a Argentina. No Brasil ocorrem 19 gêneros e 201 espécies. Dentre as quais estão *Ficus adhatodifolia* (Gameleira) e *Brosimum gaudichaudii* (Mama-cadela).

A família Polygonaceae possui cerca 30 gêneros e aproximadamente 750 espécies distribuídas principalmente nas regiões temperadas do hemisfério norte. A maioria das espécies é cosmopolita (MELO, 1999). No Brasil ocorrem nove gêneros e 95 espécies com ampla distribuição em todos os estados e domínios fitogeográficos (TABOSA *et al*, 2016).

No Quadro três (3) estão relacionadas às famílias com seus respectivos Índices de Valor de Importância – IVI identificados nas matas ciliares da BHU.

Quadro 3: Famílias e respectivos IVI encontrados na Bacia Hidrográfica Urbanizada de Gurupi.

Local	Família	DoR	DR	FR	IVI
Bacia Hidrográfica Urbanizada de Gurupi – TO	Moraceae	28,95	6,21	2,17	37,33
	Malvaceae	20,78	7,27	2,17	30,22
	NI	8,96	15,60	2,17	26,73
	Fabaceae	7,35	9,28	2,17	18,81
	Anacardiaceae	6,40	8,91	2,17	17,48
	Lecythidaceae	4,12	2,92	2,17	9,21
	Leguminosae Mimosoideae	2,94	4,08	2,17	9,20
	Annonaceae	2,18	4,19	2,17	8,55
	Urticaceae Juss.	1,23	4,77	2,17	8,18
	Euphorbiaceae	1,46	3,93	2,17	7,56
	Dilleniaceae	0,94	3,61	2,17	6,72
	Leguminosae Caesalpinoideae	2,36	2,18	2,17	6,71
	Bignoniaceae	1,06	3,18	2,17	6,42
	Sterculiaceae	1,32	2,39	2,17	5,88
	Bombacaceae	1,59	2,02	2,17	5,78
	Lythraceae	0,62	2,86	2,17	5,66
	Vochysiaceae	0,67	1,86	2,17	4,70
	Chysobalanaceae	0,78	1,49	2,17	4,44
	Simaroubaceae	0,82	1,38	2,17	4,38
	Meliaceae	0,81	1,33	2,17	4,31
	Leguminosae	0,48	1,11	2,17	3,76
	Apocynaceae	0,28	1,22	2,17	3,67
	Conmbretaceae	0,80	0,69	2,17	3,66
	Leguminosae Papilionoideae	0,28	1,06	2,17	3,51
	Sapindaceae	0,17	0,90	2,17	3,25
	Rutaceae	0,24	0,69	2,17	3,10
	Myrtaceae Juss.	0,36	0,53	2,17	3,07
	Burceraceae	0,32	0,53	2,17	3,03
	Arecaceae	0,29	0,53	2,17	3,00
	Tiliaceae	0,33	0,48	2,17	2,98
Sapotaceae	0,21	0,37	2,17	2,75	



Verbenaceae	0,09	0,42	2,17	2,69
Rubiaceae Juss.	0,14	0,21	2,17	2,52
Burseraceae Kunth	0,08	0,27	2,17	2,52
Bixaceae	0,04	0,27	2,17	2,48
Lytraceae	0,14	0,16	2,17	2,48
Lauraceae	0,11	0,11	2,17	2,39
Proteaceae	0,04	0,16	2,17	2,38
Sapindaceae	0,04	0,16	2,17	2,37
Melastomataceae	0,03	0,16	2,17	2,36
Cannabaceae Martinov	0,03	0,16	2,17	2,36
Myristicaceae	0,06	0,11	2,17	2,34
Boraginaceae	0,02	0,11	2,17	2,30
Caryocaraceae	0,03	0,05	2,17	2,26
Malpighiaceae	0,02	0,05	2,17	2,25
Polygonaceae	0,01	0,05	2,17	2,23

Onde: DoR= Dominância Relativa, DR= Densidade Relativa, FR= Frequência Relativa, IVI= Índice de Valor de Importância.

### 3.3 Diagnóstico da Qualidade da Água

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências, observamos então na tabela dois (2) alguns parâmetros para comparar com a amostragem dos dados coletados nos 17 pontos amostrados dos mananciais pertencentes à Bacia Hidrográfica Urbanizada – BHU (Figura 10).

As letras pH são a abreviação de potencial hidrogeniônico. O pH é um parâmetro adimensional e tem o valor calculado pelo negativo do logaritmo decimal da atividade ou concentração dos íons hidrogênio H<sup>+</sup>. Os valores de pH na faixa de 6 a 9 são considerados compatíveis a longo prazo para a maioria dos organismos. Valores acima ou abaixo destes limites são prejudiciais ou letais para a maioria dos organismos aquáticos, especialmente para os peixes (VIEIRA, 2018).

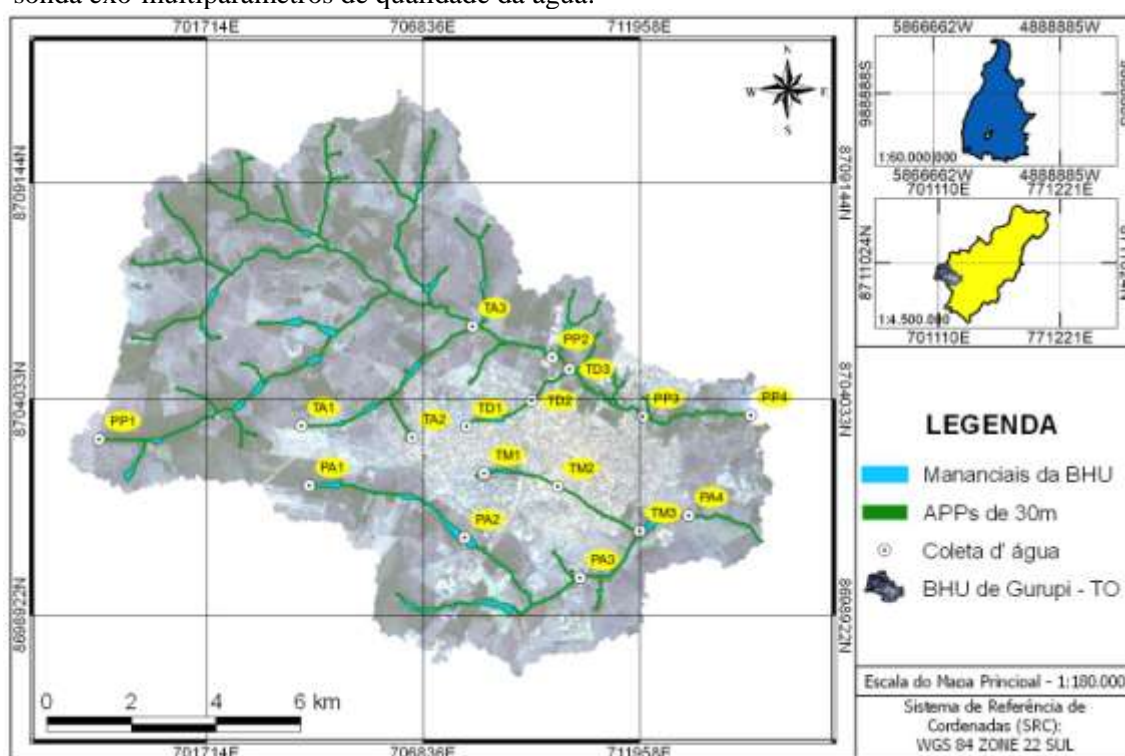
Nos parâmetros observados nas amostragens da tabela três (3), os valores encontrados nos pontos TM1, PP1, TA1, TA2 e TD1 de pH, estão em desacordo com os parâmetros da resolução CONAMA 357/2005.

O oxigênio dissolvido refere-se ao oxigênio molecular (O<sub>2</sub>) dissolvido na água, e sua concentração depende da temperatura, pressão atmosférica, salinidade, atividades biológicas, profundidade, sedimentos, carga orgânica e características hidráulicas (PETRUF et al., 2011).

Tabela 2: Classificação dos parâmetros segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Parâmetros	Classe I	Classe II	Classe III
pH	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
Turbidez (UNT)	≤ 40	≤ 100	≤ 100
ODO (mg/L)	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Clorofila (µg/L)	≤ 10	≤ 30	≤ 60
TDS (mg/L)	≤ 500	≤ 500	≤ 500

Figura 10: Mapa de delimitação das APPs, hidrografia e pontos de coleta da amostragem com a sonda exo-multiparâmetros de qualidade da água.



O oxigênio na água pode provir de duas fontes: endógena e exógena. A primeira, diz respeito ao oxigênio produzido através da fotossíntese dos organismos aquáticos fotossintetizantes. A segunda refere-se ao oxigênio atmosférico, transferido para água através da difusão. Em ambientes com água corrente a baixa concentração de OD em um ponto, não implica que a fonte de poluição esteja próxima, em geral ela ocorreu em um ponto à montante do local da coleta. Alguns rios apresentam naturalmente em determinadas épocas do ano, valores de oxigênio dissolvido relativamente baixo, sem que este comportamento possa ser atribuído à atividade antrópica. Este comportamento é verificado principalmente nos rios do Pantanal e na bacia Amazônica (VIEIRA, 2018).



Nas amostras TM1, TM2, PP4, TA1, TA2 e TD1, o parâmetro Oxigênio Dissolvido apresentaram resultados em desacordo com o estabelecido na resolução CONAMA 357/2005 (Verificar na tabela 3).

Tabela 3: Resultado das coletas com sonda exo-multiparâmetros.

PONTOS	Temp. °C	pH	Turbidez (UNT)	ODO (mg/L)	Clorofila (µg/L)	TDS (mg/L)
TM1	28,579	5,26	3,87	2,35	0,17	24
TM2	29,315	6,43	11,68	5,82	0,74	60
TM3	28,480	7,4	12,69	6,52	0,47	82
PA1	24,069	6,32	34,38	6,35	1,28	14
PA2	28,287	6,65	2,61	7,53	8,53	8
PA3	25,307	8,26	11,35	6,3	0,64	16
PA4	26,747	6,92	7,91	6,58	12,88	30
PP1	24,158	5,67	12,82	7,88	1,77	9
PP2	22,940	6,86	13,19	7,64	1,11	30
PP3	22,743	7,01	13,45	7,66	1,84	22
PP4	23,070	6,09	16,65	2,33	20,04	22
TA1	29,000	5,97	0,28	3,8	0,11	48
TA2	28,232	5,61	0,84	4,2	-0,15	25
TA3	23,922	6,07	12,97	7,22	1,46	17
TD1	29,285	5,17	0,44	1,61	0,07	88
TD2	25,865	6,82	9,05	6,3	3,28	87
TD3	24,950	7,37	5,34	7,42	1,18	86

O aumento da concentração de nutrientes, essencialmente nitrogênio, fósforo e matéria orgânica, afetam diretamente o corpo hídrico, ocasionando o processo natural de eutrofização.

Quanto ao índice de Clorofila pode-se observar que as amostras PA4 e PP4 apresentaram resultados acima dos valores de referência da Resolução CONAMA 357/2005 quanto a Classe I.

Para esses pontos amostrados pertencentes a bacia hidrográfica urbanizada de Gurupi – TO, que apresentaram concentrações fora do padrão recomendado, podem ser diagnosticados como indicador de poluição, além disso pode evidenciar também a existência de atividade biológica, excesso de matéria orgânica (eutrofização), acúmulo de sedimentos, proliferação de algas ou até a variação de temperatura.

#### 4. Considerações Finais



- Conclui-se então que BHU de Gurupi – TO, corresponde a aproximadamente 6,91% do território do município e apresenta diversas classes de uso e ocupação do solo, com destaque para a Mata Nativa, que apresentou 53,21% demonstrando um bom nível de conservação, se comparada com a área total da bacia. No entanto, áreas antropizadas denotam uma parcela expressiva dentro da BHU, onde 45,33% da área total da bacia foram impactadas, sendo que dessa parcela Área Urbanizada representada 20,92%, portanto esta é a classe de antropização mais expressiva da bacia. Já ao analisar a área total das APPs observamos que 10,49% estão degradadas, sendo que deste, 6% é representado também pela Área Urbana, cenário este agravado ao compararmos o nível de conservação das matas nativas nas APPs dos córregos urbanizados, ou seja, aqueles inseridos dentro da sede urbana, verificou-se que a degradação é ainda maior, pois corresponde a 33,1% das áreas de preservação permanente existentes na sede urbana municipal, evidenciando então um impacto significativo da antropização na Bacia, sobretudo nas matas nativas das APPs dos mananciais urbanos decorrente do processo de crescimento urbano desordenado.
- A vegetação amostrada no levantamento fitossociológico possui boa diversidade de espécies arbóreas, com destaque para a família *Moraceae*, que apresentou maior índice de valor de importância. Contudo, 33,1% das Áreas de Preservação Permanente dos córregos urbanizados estão degradados, influenciando negativamente nos serviços ambientais naturalmente ofertados pela presença desta vegetação, dentre eles: cobertura do solo, proteção dos corpos hídricos, alimentação da fauna, fluxo gênico e aumento da capacidade de infiltração de águas pluviais.
- Ao analisar a qualidade da água das amostragens coletadas nos principais corpos hídricos da BHU, constatamos que os parâmetros estão em desacordo com a resolução CONAMA 357/2005 especialmente nos mananciais urbanos, evidenciando portanto, a necessidade da intensificação de medidas mitigadoras dos impactos ambientais, com destaque para a manutenção da vegetação nativa das APPs e a ampliação da rede de saneamento básico, como forma de garantir um meio ambiente mais equilibrado ecologicamente.
- Ressalta-se ainda a importância da inclusão e intensificação de Políticas Públicas voltadas para a conservação da biodiversidade na Bacia Hidrográfica Urbanizada de Gurupi - TO, através da criação do Plano de Manejo das Unidades de Conservação Municipais existentes, na concepção de novas unidades de conservação e na elaboração de um plano



diretor atualizado e em acordo com as áreas de restrições ambientais, visando direcionar o crescimento urbano de forma planejada.

## 5 - Referências

- Agência Nacional de Águas (ANA) - **Portal de Qualidade das Águas. Indicadores de qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em <[http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#\\_ftn3](http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn3)>. 09 de Setembro de 2018.
- ANDRADE, L. A. Z.; FELFILI, J. M.; VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de Cerrado Denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. **Acta Botânica Brasílica**. p. 231. 2002.
- BESSA, N. G. F.; COELHO, M. C. B.; LIMEIRA, M. M. C.; GREGÓRIO, W. M.; GOERGEN, S. F.; TAVARES, B. R. D.; SILVA, M. V. C.; ATAÍDE, Y. S. B.; VIEIRA, K. P.; GOMES, A. S. B. Antropização de micro bacia urbanizada dos rios Santo Antônio e Santa Tereza do município de Gurupi - TO: indicadores fitossociológicos. **Anais do congresso brasileiro de gestão ambiental e sustentabilidade** - vol. 4, p. 1121, Congestas 2016.
- BRASIL, **Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005**. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, p. 58-63.
- Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Manuais – tutorial de geoprocessamento – classificação de imagem e Segmentação de Imagens**. SPRING - DPI/INPE, 1991-2006. Disponíveis em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>> e <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/segmentacao.html>> Acesso em: Agosto de 2018.
- Haidar, R. F.; Dias, R. R.; Felfili, J. M. Mapeamento das regiões fitoecológicas e inventário florestal do estado do Tocantins: Regiões **Fitoecológicas da Faixa Sul**. p. 31-32, Palmas, 2013.
- Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE). **Brasil-Tocantins-Gurupi: Panorama**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/gurupi/panorama>>. Acesso em: 29 de Agosto de 2019.
- JOSÉ, P. A.; NETO, S. R. Diversidade de *Dorstenia* L. (Moraceae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea** 43(2): p. 01, 2016.



- LARA, R. O.; PEREIRA, I. M.; FERREIRA, E.A.; PEREIRA, G. A. M.; SILVA, D. V.; SILVA, E. B.; ARAÚJO, F. V.; OLIVEIRA, P. A. Análise de cobertura, levantamento florístico e fitossiológico de uma área em recuperação com topsoil na Serra do Espinhaço, Brasil. **Revista Espacios**. vol. 38, n. 39, p. 05. 2017.
- LIMA, R.A. F.; RANDO, J. G.; BARRETO, K. D. Composição e diversidade no cerrado do leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.1, p. 9-24, 2015.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University, 1988.
- MATTEO, K. C.; MATRICARDI, E. A. T.; ARAÚJO, W. S. A.; SANTOS, R. P.; OLIVEIRA, F. T.; DINIZ, B. P. C.; PIRES, J. S. R.; SOBRINHO O. S. S.; NOLETO, R. A.; PARO, P.; AZEVEDO, P. T. R. **Diagnóstico da dinâmica social e econômica do estado do Tocantins: inventário socioeconômico**. p. 6, Palmas, 2016.
- MEDEIROS, M. B.; WALTER, B. M. T. Composição e estrutura de comunidades arbóreas de cerrado stricto sensu no norte do Tocantins e sul do Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.4, p. 673-683, 2012.
- MELO, E. Levantamento da família Polygonaceae no estado da Bahia, Brasil: espécies do semi-árido. **Rodriguésia** 50(76/77): p. 20. 1999.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). O Bioma cerrado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 17 de Fev. 2018.
- PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego bom jardim, Brasilândia/MS. v. 1, n.1, p. 75-76, **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, 2010.
- PIVELI, R. P. CURSO: “**Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**” aula 6 características químicas das águas: ph, acidez, alcalinidade e dureza. p. 2-5. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%206%20-%20Alcalinidade%20e%20Acidez.pdf>>. Acesso em: 09 de Setembro de 2018.
- QUEIROZ, W. T.; SILVA, M. L.; JARDIM, F.C. S.; VALE, R.; VALENTE, M. D. R.; PINHEIRO, J. Índice de valor de importância de espécies arbóreas da floresta nacional do tapajós via análises de componentes principais e de fatores. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 47-59, jan.-mar, 2017.



SANTOS J. QGIS: **Geração de um Mapa Hipsométrico e QGIS 2.18:** Delimitação de bacias hidrográficas com o TauDEM versão 2017. *Processamento Digital – Canal de Conteúdo Geo*, 2017. Disponível em <<http://www.processamentodigital.com.br/2017/03/28/qgis-geracao-de-um-mapa-hipsometrico>><<http://www.processamentodigital.com.br/2017/11/06/qgis28-delimitacao-de-bacias-hidrograficas-com-taudem/>> Acesso em: 01 de Set. 2018.

SANTOS, J. R. **Recursos hídricos no cerrado brasileiro: importância e contribuições da educação ambiental na preservação e no manejo sustentável.** p. 2-3, UnB, Brasília-DF, 2012.

SHAHIDIAN S.; GUIMARÃES R. C.; RODRIGUES C. M.; CHAMBEL A.; ALEXANDRE C. A.; SANTOS F. L.; BASCH G.; ANDRADE J. A.; COELHO R.; **Hidrologia Agrícola**, Capítulo 2 - Bacia Hidrográfica. 2ª Ed., Évora, p. 12-13, 2017.

SIQUEIRA, M. M. Jardins de cerrado: potencial paisagístico da savana brasileira. **Revista CAU/UCB**. Universidade Católica de Brasília, p. 34, 2016.

SOUZA, C. H. W.; BAZÍLIO, S.; WRUBLACK, S. C.; MERCANTE, E.; BOAS, M. A. V. Delimitação automática da micro bacia hidrográfica do Rio das Lontras, através de dados SRTM. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, p. 5515, 2013.

TABOSA, F. R. S.; ALMEIDA, E. M.; MELO, E.; M. I. B. LOIOLA. Flora do Ceará, Brasil: Polygonaceae. **Rodriguésia**. p. 981, 2016.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclét. Quím.**, São Paulo ,p. 49-66, 1997

VIEIRA, M. R. **Os principais parâmetros monitorados pelas sondas multiparâmetros são: pH, condutividade, temperatura, turbidez, clorofila ou cianobactérias e oxigênio dissolvido.** Disponível em: <[https://www.agsolve.com.br/news\\_upload/file/Parametros%20da%20Qualidade%20da%20Agua.pdf](https://www.agsolve.com.br/news_upload/file/Parametros%20da%20Qualidade%20da%20Agua.pdf)>. Acesso em: 09 de Setembro de 2018.