

ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ÁGUA SUJA, MUNICÍPIOS DE CHAPADA DA NATIVIDADE E NATIVIDADE – TOCANTINS

ANALYSIS OF THE VEGETATION COVER IN THE HIDROGRAPHIC BASIN OF RIVER ÁGUA SUJA, CHAPADA DA NATIVIDADE AND NATIVIDADE - TOCANTINS

Lucas da Silva Ribeiro
lucassilvaribeiro12@gmail.com

Sandro Sidnei Vargas de Cristo
sidneicristo@mail.uft.edu.br

Resumo

Atualmente o Cerrado brasileiro vem perdendo suas características naturais, devido a presença das atividades antrópicas. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a conservação da cobertura vegetal frente aos aspectos de uso e ocupação na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, entre os municípios de Chapada da Natividade e Natividade que estão localizados na região sudeste do estado do Tocantins. Como procedimento metodológico utilizou-se técnicas de Sensoriamento Remoto com o uso da imagem de satélite Landsat 8, sensor OLI, bandas espectrais 6, 5 e 4, do mês de junho, ano de 2018. Nesta realizou-se a Correção Atmosférica para posteriormente aplicar-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a Classificação Supervisionada. Como principais resultados pode-se observar a espacialização da cobertura vegetal presente na área de estudo, concentrada principalmente nas margens das drenagens e áreas de encostas. as atividades agrícolas, pecuária e mineração, estão contribuindo para a descaracterização da cobertura vegetal natural, afetando diretamente a Formação Campestre (Campos Limpos e Sujos) e a Formação Florestal (Matas Ciliares, Galeria e de Encostas). Ressalta-se a importância do Sensoriamento Remoto como ferramenta de apoio na identificação de áreas com vegetação impactada bem como os locais de maior conservação.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada. Cobertura Vegetal.

Abstract:

Currently, the Brazilian Cerrado is losing its natural characteristics, due to the presence of human activities. Thus, the present work aims to analyze the conservation of vegetation cover in face of the aspects of use and occupation in the Ribeirão Água Suja hydrographic basin, between the municipalities of Chapada da Natividade and Natividade, which are located in the southeast region of the state of Tocantins. As a methodological procedure, Remote Sensing techniques were used using the Landsat 8 satellite image, OLI sensor, spectral bands 6, 5 and 4, from the month of June, year 2018. In this, the Atmospheric Correction was carried out to later apply the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Supervised Classification. As main results, it can be observed the spatialization of the vegetation cover present in the study area, concentrated mainly on the banks of drainages and slope areas. agricultural, cattle-raising and mining activities are contributing to the de-characterization of the natural vegetation cover, directly affecting the Campestre Formation (Campos Limpos e Sujos) and the Forest Formation (Ciliares, Gallery and Encostas Forests). It emphasizes the importance of Remote Sensing as a support tool in identifying areas with impacted vegetation as well as places of greatest conservation.

Keywords: Remote Sensing. Vegetation Index by Normalized Difference. Vegetation Cover.

Introdução

Atualmente o Cerrado brasileiro vem perdendo suas características naturais pela presença de atividades antrópicas, relacionadas principalmente com a agricultura, pecuária e mineração. Somada a estas atividades, também pode ser destacada a expansão urbana que avança sobre as áreas de encostas e margens de drenagens.

Neste contexto, as transformações que ocorrem no cerrado contribuem para a descaracterização da cobertura vegetal natural, em locais onde se encontram as áreas de nascentes, as planícies de inundação e as áreas de acumulação de sedimentos. Para Moretto (2016) as transformações ambientais acarretam danos irreversíveis ao bioma Cerrado, caracterizado pela constante ameaça à sua biodiversidade.

Deste modo, a Geografia torna-se fundamental para buscar a compreensão desta transformação do espaço natural, como são os casos de alterações da paisagem pelas diferentes formas de uso e ocupação antrópica, que incidem sobre a cobertura vegetal em bacias hidrográficas.

Os estudos em bacias hidrográficas se destacam por ela ser uma unidade em que os elementos naturais atuam de forma integrada. Para Christofolletti (1980) bacia hidrográfica é uma área drenada por um rio ou por um sistema fluvial e dinâmico, passível de ser hierarquizado, delimitado naturalmente pelos divisores de água e produto de inúmeras inter-relações processuais de energia, matéria e informações. Sacramento e Rego (2006) apontam que uma bacia hidrográfica recolhe e processa águas precipitadas e direcionam para os rios através do escoamento superficial e para o lençol freático através da infiltração, que fornece água no período de seca.

Cristo (2002) destaca a importância da bacia hidrográfica como limite de área de estudo, pois possibilita investigar eventos naturais que ocorrem no seu interior, através da entrada e saída de energia. Carvalho (2014) aponta que as bacias hidrográficas são unidades espaciais de dimensões variadas, onde se organizam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológica-geomorfológica e as condições climáticas.

Observa-se que a bacia hidrográfica é responsável pelo recebimento e direcionamento da água precipitada, onde a infiltração e o escoamento superficial são processos que podem ter alteração em decorrência da característica da cobertura vegetal. Almeida *et al.* (2012) apresentam a importância da cobertura vegetal e apontam que a mesma tem um papel fundamental, pois influencia nos fatores climáticos, edafológicos e bióticos do ambiente. Autores destacam que a vegetação exerce um processo de estabilização dos ambientes protegendo o solo dos processos erosivos, facilitando a infiltração e o acúmulo de águas pluviais.

Segundo Tucci e Clarke (1997) a vegetação auxilia no balanço de energia e no fluxo de volumes de água, pois a parcela inicial da precipitação é retida ou amortecida pela vegetação, e quanto maior for a superfície de folhagem, maior será a área de retenção da água durante a chuva.

Para Costa e Rodrigues (2015) a cobertura vegetal, atua como proteção do solo frente a ação das gotas da chuva por meio da interceptação da água pela estrutura da vegetação localizada acima da superfície do solo que reduzem a velocidade da gota da chuva e retiram parcialmente a intensidade do efeito *splash*.

A cobertura vegetal influencia na redução dos processos erosivos e aumenta a capacidade de infiltração no solo, e esse tipo de infiltração depende muito do uso da terra. Normalmente a capacidade de infiltração de solos em florestas é alta, principalmente pela presença de diferentes estratos arbóreos e matéria orgânica que facilitam à absorção de água e evita o escoamento superficial exagerado (TUCCI e CLARKE, 1997).

Costa e Rodrigues (2015) destacam que a característica da cobertura vegetal do Cerrado interfere na perda de solo, pois a densa espécie arbustiva apresenta valores significativos no escoamento superficial, porém com baixa perda de solo, a espécie arbórea com pouca densidade de

cobertura do solo apresenta grandes índices de escoamento superficial e tem muita perda de solo. Já as parcelas com espécies herbáceas são sensíveis aos índices de precipitação.

Assim, observa-se a importância não só das florestas, mas também a conservação de toda biodiversidade, que vem sofrendo perdas de suas características naturais. Almeida (2004) classifica as causas da perda da biodiversidade como diretas e indiretas. As causas diretas são os desmatamentos, poluição, degradação, fragmentação de habitats e exploração excessiva de recursos. Já as causas indiretas como o alto índice demográfico, consumo excessivo dos recursos naturais, sistema econômico e jurídico.

Neste sentido, uma ferramenta que pode monitorar o comportamento das causas diretas mencionadas é o Sensoriamento Remoto, principalmente pela disponibilidade de imagens de satélites que possibilitam gerar diversas informações. Leite e Rosa (2012) destacam o mesmo como uma ferramenta fundamental, pois através do mapeamento é capaz de subsidiar a orientação e a tomada de decisão, principalmente na gestão territorial, proporcionando conhecimentos atualizados. Para Oliveira *et al.* (2018, 2020) o Sensoriamento Remoto auxilia cada vez mais em análises e na aquisição de informações da superfície terrestre, pois fornece detalhes sobre a estrutura, fisionomia e sazonalidade de um bioma.

São diversos produtos cartográficos gerados através do Sensoriamento Remoto e que contribuem na identificação de áreas degradadas ou de conservação. Assim, podemos destacar os produtos utilizados nesta pesquisa, como: a classificação supervisionada e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

A classificação supervisionada de imagens de satélite realiza o mapeamento do uso e ocupação da terra. Para Santos e Petronzio (2011) esse tipo de mapa é importante, pois a partir da interpretação das imagens, consegue espacializar áreas ocupadas por pastagem, agricultura, vegetação, cursos de rios e outras feições. Ainda destacam que esse mapeamento também permite a indicação de áreas de risco ou até mesmo aquelas que foram degradadas intensamente, tanto pelas causas naturais quanto pelas atividades humanas.

Segundo Rosa (2007) o NDVI, tem se mostrado bastante útil na estimativa de parâmetros biofísicos de vegetação, e o seu ponto forte é o conceito de razão que reduz várias formas de ruídos multiplicativos com diferenças de iluminação, sombra de nuvens, atenuação atmosférica e certas variações topográficas. Para Eduvirgem *et al.* (2019) o NDVI mensura a densidade de cobertura vegetal com base na sensibilidade da vegetação primária e secundária que está nas margens dos cursos de água.

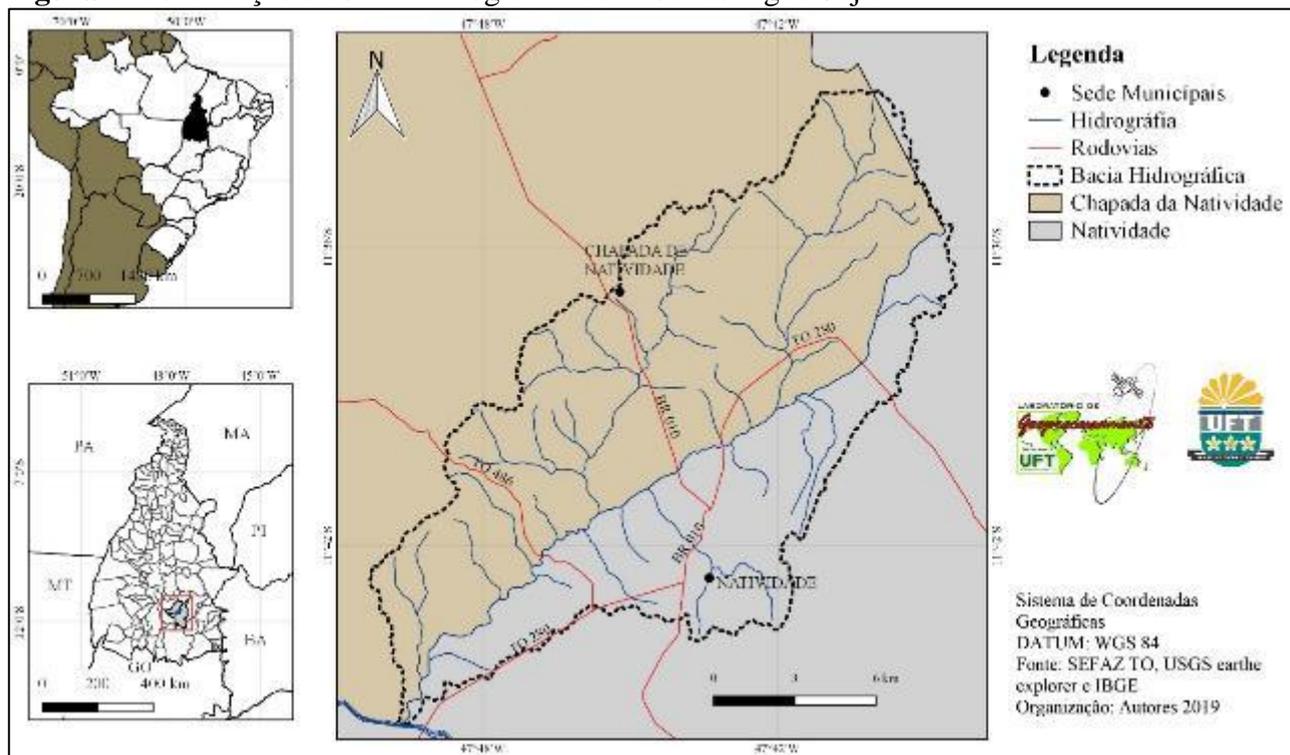
Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar a conservação da cobertura vegetal frente aos aspectos de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, através do uso de técnicas de Sensoriamento Remoto.

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja (Figura 1) abrange os municípios de Chapada da Natividade e Natividade situados na região sudeste do estado do Tocantins, distantes de Palmas, a capital do estado, cerca de 215 km.

De maneira específica, esta bacia hidrográfica ocupa uma área de aproximadamente 250 km² e pode ser dividida em duas partes, quanto a abrangência municipal, tomando-se como referência o seu curso principal, o Ribeirão Água Suja. Uma faixa de terras, que estende da porção sudoeste a nordeste da área ocupando a margem direita do Ribeirão, localizada no município de Chapada da Natividade e uma segunda faixa, que se estende no mesmo sentido ocupando a margem esquerda do Ribeirão, localizada no município de Natividade.

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja



Organização: Ribeiro e Cristo (2019)

A bacia hidrográfica em questão está situada no bioma Cerrado. Para Feliciano e Rocha (2018) esta é uma região que está inserida do programa de desenvolvimento agrícola MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), que começou a despontar com grande potencial para expansão agrícola ainda na década de 1970, através de políticas públicas territoriais.

Materiais e Método

Inicialmente foram realizadas consultas a materiais bibliográficos relacionados a temática e a área de estudo. Na sequência buscou-se os materiais cartográficos nos formatos *raster* e *shapefile*, utilizados principalmente para a confecção dos mapas temáticos, junto aos sites de órgãos públicos como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Secretaria da Fazenda do Estado do Tocantins – SEFAZ/TO; Diretoria de Serviço Geográfico do Exército – DSG; e o *United States Geological Survey* – USGS.

Os arquivos em formato *shapefile*, referentes aos limites, sedes municipais, rodovias e hidrografia no SEFAZ/TO; unidades federativas no IBGE. Já os arquivos em formato *raster* como a Carta Topográfica, Folha SC.23-Y-C-IV de Natividade na escala 1: 100 000 no DSG, e a imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, resolução de 30m, junho de 2018 no USGS.

Posteriormente realizou-se a inserção dos arquivos (*shapefile* e *raster*) no banco de dados criado no Software QGIS, versão 2.18.10. Neste, os dados foram sistematizados para gerar informações que serviram de base para análise da conservação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, através dos mapas de cobertura vegetal e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI.

Para confecção de ambos os mapas, realizou-se a correção atmosférica da imagem de satélite (bandas espectrais 4, 5 e 6) para a Classificação Supervisionada e aplicação do NDVI.

A correção atmosférica é um processamento que auxilia na eliminação de ruídos e distorções na imagem. Deste modo, utilizou-se a calculadora *raster* do software QGIS, na qual aplicou-se a seguinte Equação 1 para cada banda espectral.

Equação 1:

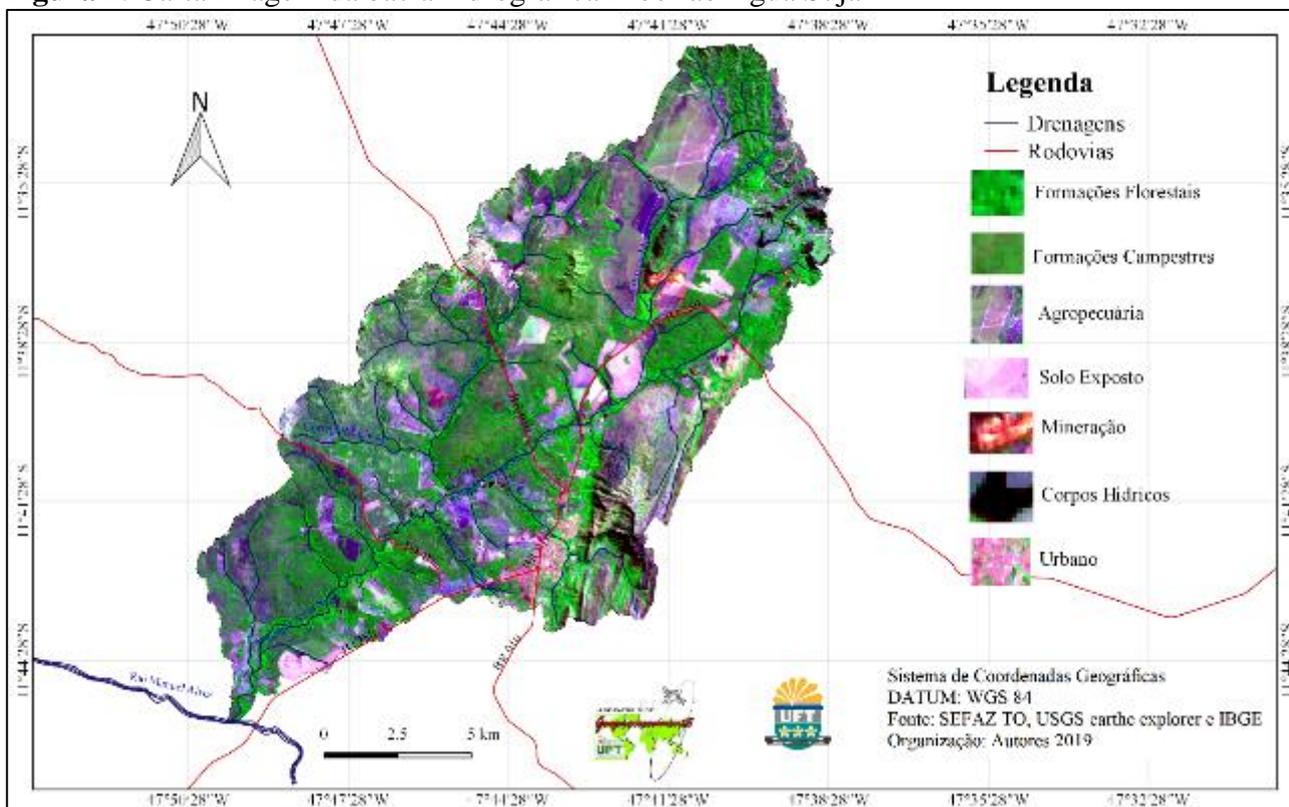
$$P = MP \cdot QCAL + AP / SEN * PI / 180$$

- P** = radiação espectral no topo da atmosférica;
- MP** = reflectance mult bandX;
- QCAL** = corresponde ao número da BandaX;
- AP** = reflectance add bandX;
- SENO**= sun elevation é obtido nas imagens landsat 8;
- PI** = 3,141592653/180
- X** = corresponde ao número da banda a ser corrigida

Após o término da correção atmosférica, realizou-se a composição colorida RGB com as bandas espectrais 6, 5 e 4 na respectiva ordem. Essa composição (Figura 2) possibilitou a seleção de amostras para realizar a classificação supervisionada que gerou o mapa de cobertura vegetal. Neste foram identificadas as seguintes classes: Formações Florestais, Formações Campestres e Outros.

Deste modo, utilizou-se a classificação de Ribeiro e Walter (1998) onde as Formações Campestres do Cerrado correspondem à Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo. Já as Formações Florestais são representadas pela Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão.

Figura 2. Carta Imagem da bacia hidrográfica Ribeirão Água Suja



Organização: Ribeiro e Cristo (2019)

Na aplicação do NDVI também se utilizou a calculadora *raster* do *software* QGIS e a seguinte Equação 2.

Equação 2: Aplicação do NDVI

$$\frac{\text{banda5} - \text{banda4}}{\text{banda5} + \text{banda4}}$$

Destaca-se que a banda 5 corresponde ao infravermelho (NIR) e a banda 4 corresponde ao vermelho próximo (RED) no espectro eletromagnético.

Com base em Rosa (2007) o valor de NDVI varia entre -1 e +1, onde o valor mais próximo de +1 representa maior densidade de cobertura vegetal e mais próximo de -1 menor a densidade. Na bacia hidrográfica do Ribeirão Água suja foram identificadas as seguintes classes: 0,27; 0,39; 0,50; 0,62 e 0,73.

Para a aferição dos produtos cartográficos, realizou-se trabalho de campo que contou com o apoio do aplicativo para celular com Android, Avenza Maps. Este possibilita ao pesquisador a localização em tempo real sobre os mapas da área de pesquisa. Também, utilizou-se o GPS de navegação e uma câmera fotográfica digital para realização do levantamento fotográfico da área de estudo.

Análise da Conservação da Cobertura Vegetal

Na presente análise e discussão sobre a cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, utilizou-se como base o mapeamento da cobertura vegetal e do NDVI, somado ao trabalho de campo com a observação em alguns aspectos de uso que ocasionam a descaracterização da cobertura vegetal natural do Cerrado.

Cobertura Vegetal

Na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja foram identificados dois tipos de cobertura vegetal. Uma é a Formação Campestre apresentada na Figura 3A, onde observa-se o cerrado campo sujo com a presença de herbácea e arbustos. A outra é a Formação Florestal na Figura 3B, que pode ser observado a presença de matas ciliares e de galerias.

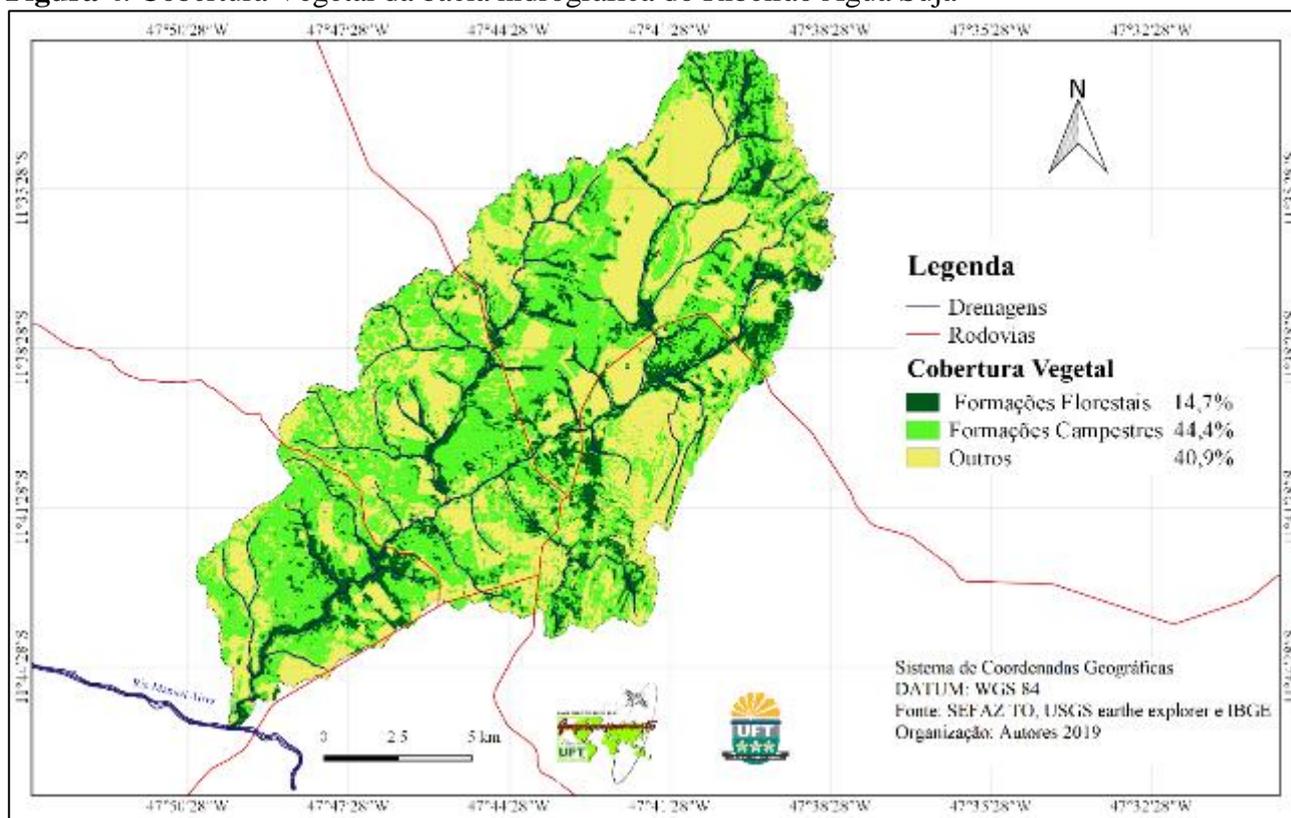
Figura 3. Formação Campestre (A) e Formação Florestal (B)



Organização: Ribeiro e Cristo (2019)

A espacialização da cobertura vegetal nesta bacia hidrográfica pode ser observada na Figura 4 e seus percentuais na Tabela 1. Deste modo, observa-se que as Formações Campestres são predominantes, pois representam cerca de 44,4% da área, espacializada principalmente no médio e baixo curso da bacia. São áreas que favorecem o desenvolvimento de atividades relacionadas a pecuária, principalmente pela presença das gramíneas nativas (Campos Limpos e Sujos) que servem de pastagem ao gado bovino.

Figura 4. Cobertura Vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja



Organização: Ribeiro e Cristo (2019)

Tabela 1. Tipos de cobertura vegetal

Tipo	Área (km ²)	Área (%)
Formação Campestre	111,1	44,4
Formação Florestal	36,7	14,7
Outros	102,2	40,9
Total	250	100

Organização: Ribeiro e Cristo (2019)

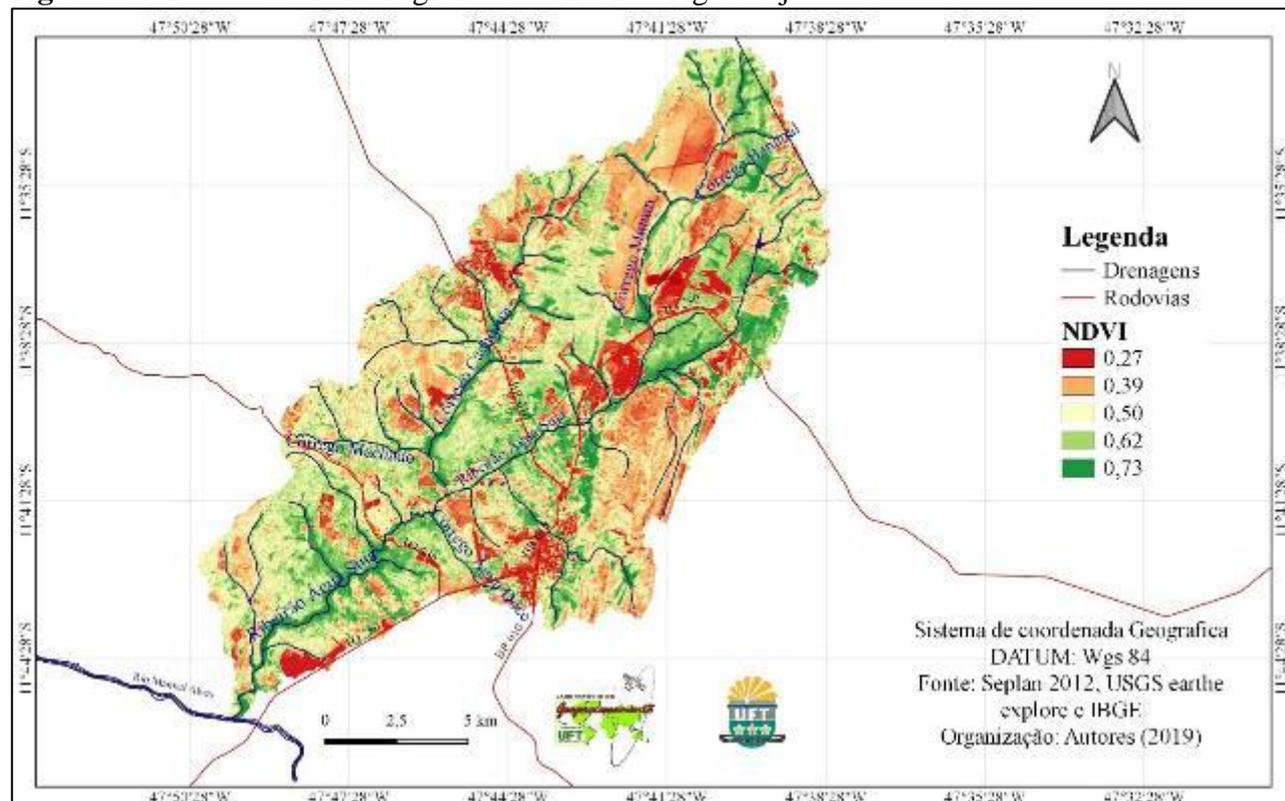
As Formações Florestais são menos expressivas representando apenas 14,7% da área de pesquisa, sendo encontradas próximas as drenagens (Matas Ciliares e de Galeria) e também nas áreas de encostas onde o relevo é mais acidentado.

Já a classe definida como outros ocupam cerca de 40,9%, concentrando principalmente no alto curso da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja. Nesta classe é marcante a relação de suas características com a presença humana, como atividades agropecuária, áreas urbanas, áreas de mineração, cicatrizes de fogo e corpos d'água (pequenos lagos, lagoas e represas).

Índice de Vegetação por diferença Normalizada

Analisando o mapeamento do NDVI (Figura 5) e comparando com os aspectos de cobertura vegetal (Tabela 2), observa-se que o valor mais baixo encontrado foi de 0,27, identificado nas áreas de solo exposto devido a preparação para o plantio agrícola, nas pastagens artificiais e áreas urbanas. Estes locais são marcados pela inexistência de cobertura vegetal e podem ser encontrados principalmente no alto e baixo curso da bacia hidrográfica.

Figura 5. NDVI da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja



Organização: Ribeiro e Cristo (2019)

Tabela 2. Correlação do NDVI a Cobertura Vegetal

NDVI	Uso
0,27	Solo Exposto (Agropecuária e Áreas Urbanas)
0,39	Agropecuária
0,50	Campo Limpo
0,62	Campo Sujo e Rupestre
0,73	Formação Florestal

Organização: Ribeiro e Cristo (2019)

O valor de 0,39 foi identificado nas áreas com desenvolvimento de atividades agropecuárias com baixa densidade de cobertura vegetal. A exemplo disto podemos destacar a palhada dos plantios de soja, milho, milheto e até mesmo algumas pastagens que podem ser observadas no alto e médio curso da bacia hidrográfica em questão.

Os valores de 0,50 e 0,62 correspondem as Formações Campestres observadas na área de estudo, representando locais de Campos Limpo, Sujo e Rupestre. Essas características são encontradas em todos os setores da bacia hidrográfica, onde se destacam pequenas áreas localizadas no médio e baixo curso da mesma.

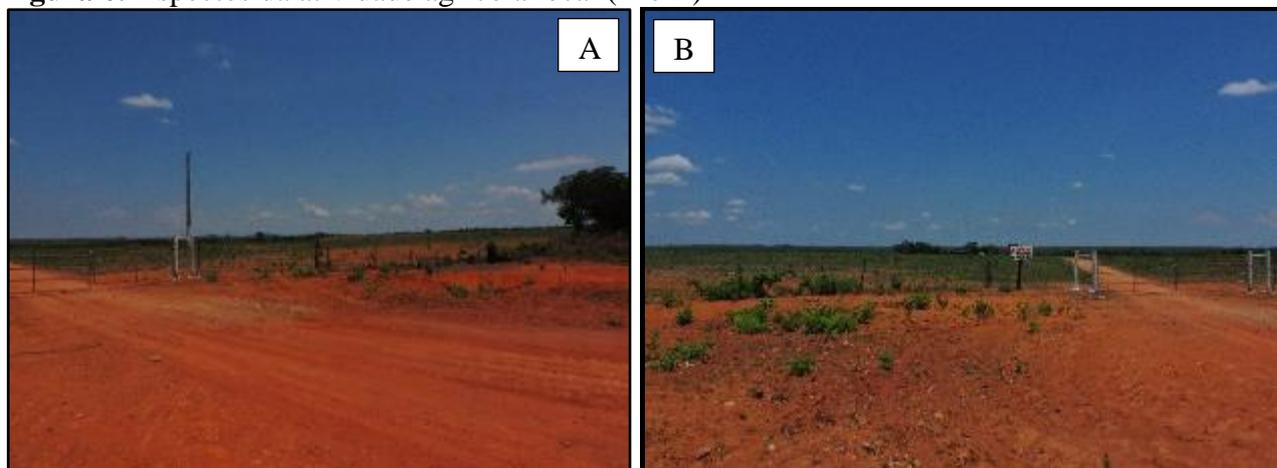
O valor de 0,73 foi o mais alto encontrado na área de estudo, caracterizando as Formações Florestais como as Matas Ciliares e de Galeria e de Encostas. Estes locais são marcados pela maior densidade de cobertura vegetal que podem ser encontrados no alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica.

Aspectos de Uso e Ocupação da Terra

Na realização da pesquisa e com o apoio de trabalho de campo foram identificados alguns locais onde o uso e ocupação da terra estão contribuindo para descaracterização da cobertura vegetal natural na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja.

As figuras 6A e 6B mostram a presença atividade agrícola, onde o solo está destinado ao plantio de soja, milho, milheto ou sorgo. Este tipo de atividade em que solo fica exposto ou com pouca densidade de vegetação, contribui para o aumento dos processos erosivos.

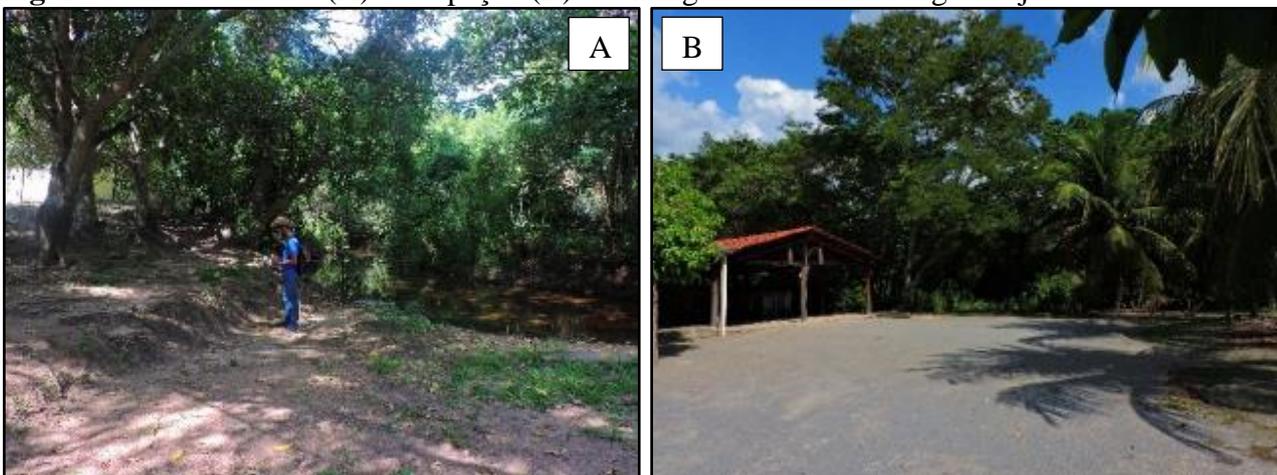
Figura 6. Aspectos da atividade agrícola local (A e B)



Fotografias: Ribeiro e Cristo (2019)

Nas figuras 7A e 7B pode-se observar uma área de lazer (Basa Clube) junto a rodovia TO 280. Neste local verificou-se o Ribeirão Água Suja está sofrendo sérios problemas ambientais, como assoreamento do canal, desmoronamento das margens, além da compactação do solo que influencia na descaracterização da cobertura vegetal local, ou seja, alteração nas Matas Ciliares e de Galeria.

Figura 7. Assoreamento (A) e ocupação (B) das margens do Ribeirão Água Suja.



Fotografias: Ribeiro e Cristo (2019)

As figuras 8A e 8B permitem a observação de significativa alteração na cobertura vegetal natural local, devido a presença de atividade pecuária (8A) que abrange a vegetação Campestre e da mineração (Calcário) que abrange a vegetação Florestal (8B).

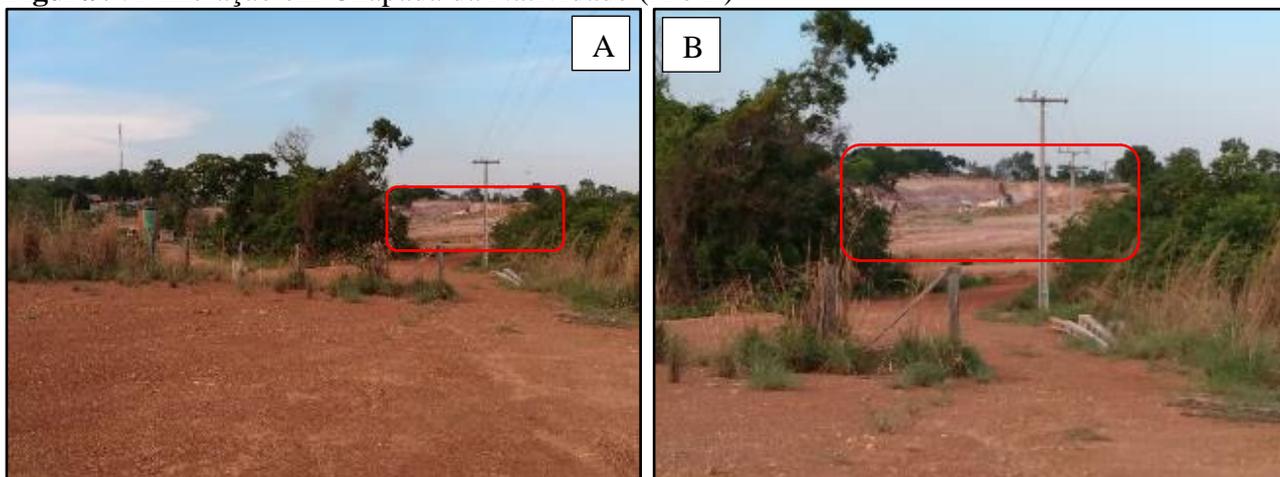
Figura 8. Atividades de Pecuária (A) e Mineração (B)



Fotografias: Ribeiro e Cristo (2019)

As figuras 9A e 9B mostram uma área de mineração (Ouro) próxima à área urbana de Chapada da Natividade, a qual também contribui para a perda da cobertura vegetal natural com a retirada de material superficial para o desenvolvimento da atividade como, solos, rochas e a própria cobertura vegetal local.

Figura 9. Mineração em Chapada da Natividade (A e B)



Fotografias: Ribeiro e Cristo (2019)

As figuras 10A e 10B apresentam o impacto ambiental que vem ocorrendo no Córrego Mutum, afluente do Ribeirão Água Suja, de onde é retirada a água utilizada para reduzir a poeira nas estradas e áreas residenciais próximo a mineração. O acesso de veículos automotores (caminhão) sobre as margens do córrego é constante, favorecendo a descaracterização da cobertura vegetal natural pela retirada das Matas Ciliares e de Galeria.

Figura 10. Acesso para veículos nas margens do Córrego Mutum (A e B)



Fotografias: Ribeiro e Cristo (2019)

De modo geral, a bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, apresentam no alto curso atividades agrícolas, pecuária e mineração, que afetam diretamente na cobertura vegetal do Cerrado. No médio e baixo curso, observa-se o predomínio da cobertura vegetal, principalmente a classe Campestre, analisados no mapa de cobertura vegetal e NDVI.

Na bacia hidrográfica em questão tem a presença das atividades agropecuária e de mineração, sendo um dos principais fatores que estão contribuindo para a descaracterização da cobertura vegetal natural do Cerrado e ocasionando alguns danos ambientais. Segundo Oliveira *et al.* (2020) com essas transformações, surge a fragmentação de hábitat, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão de solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alteração nos regimes de queimadas e desequilíbrios no ciclo do carbono.

Ainda Oliveira *et al.* (2020) destacam que a expansão agropecuária (agrícola e pecuária) é a principal causa de supressão vegetal do Cerrado. Fernandes e Pessoa (2011) apontam a mineração, que aceleram o desaparecimento desse bioma, e seus impactos ocasionam várias formas de poluição, como: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, e subsidência do terreno.

Deste modo, é importante ressaltar a importância da cobertura vegetal natural, para proteger a biodiversidade, diminuir os processos erosivos e promover a conservação na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja.

Considerações Finais

Através dos mapeamentos realizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, foi possível observar que as atividades agropecuária e mineração, estão contribuindo para a descaracterização da cobertura vegetal natural, afetando diretamente a Formação Campestre (Campos Limpos e Sujos) e a Formação Florestal (Matas Ciliares, Galeria e de Encostas).

O NDVI indicou as diferentes densidades da cobertura vegetal, o que foi fundamental para observação da distribuição e conservação da vegetação natural analisada. Pois os valores baixos 0.27 e 0.39 indicaram a falta de cobertura e os valores mais elevados como 0.50, 0.62 e 0.73 indicaram a presença da cobertura em diferentes extratos (Campestre e Florestal).

Desde modo, ressalta-se a importância do Sensoriamento Remoto como ferramenta de apoio na identificação de áreas com vegetação impactada bem como os locais de maior conservação. Assim, serve de auxílio no planejamento ambiental e tomada de decisões que possam contribuir para melhoria das condições ambientais da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, fundamental para os municípios de Chapada da Natividade e Natividade.

Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Bolsa Permanência Quilombola do Ministério da educação e Cultura (MEC) pela assistência estudantil durante a minha graduação

Referências

- ALMEIDA, J. R. **Política e planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: Thex editora, 2004. 457p.
- ALMEIDA, N. V., CUNHA, S. B., NASCIMENTO, F. R. A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da Bacia hidrográfica do rio Taperoá Nordeste do Brasil/ Paraíba. **Revista Geonorte**, edição especial, p. 365-378, 2012,
- CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, volume especial, p. 26-43, 2014.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980) **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1980.
- COSTA, Y. T., RODRIGUES, S. C. Relação entre cobertura vegetal e erosão em parcelas representativas de Cerrado. *Revista Geográfica Acadêmica* v.9, n.2, 2015.
- CRISTO, S. S. V. **Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados às enchentes e deslizamentos do setor Leste da Bacia hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis - SC**. Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina. 2002. 211p. (Dissertação de Mestrado)
- DSG - **Diretoria de Serviço Geográfico do Exército**. Disponível em <<https://bdgex.eb.mil.br/mediador/index.php?modulo=login&acao=entrar>> Acesso em: 9 de janeiro de 2019.
- EDUVIRGEM, R. V., PERIÇATO, A. J., SANCHES¹, C. C., SOARES, C. R., LAINE MILENE CARAMINAN, L. M., SANTOS, M. V. Análise da temperatura aparente de superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em Lisboa, Portugal, no verão de 2017. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 5(10): 587-597, 2018.
- FELICIANO, C. A., ROCHA, C. E. R. Tocantins no contexto do MATOPIBA: Territorialização do agronegócio e intensificação dos conflitos territoriais, **Revista NERA**, v. 22, n. 47, p 230-247, 2018.
- FERNANDES, P. A., PESSÔA, V. L. S. O Cerrado e suas atividades impactantes: uma leitura sobre o garimpo, a mineração e a agricultura mecanizada. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v.3, n.7, p. 19-37, out. 2011.
- IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Base cartográfica – Limite estadual. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>> Acesso em: 11 janeiro 2019.
- LEITE, E. F., ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v.4, n.12, p. 90-106, dez. 2012.
- MORETTO, S. P. Na fronteira do Cerrado: as transformações ambientais no norte de Goiás, **Revista Expedições: Teoria da História e Historiografia**, v. 7, n.1, Jan-Jul, 2016.
- OLIVEIRA, D. V., MATERANO, L. S., BRITO, J. L. S. Estimativa de índice de qualidade ambiental da cidade de Uberlândia por meio de imagens de satélite. **Revista Cerrados**, Montes Claros – MG, v. 16, n. 1, p. 59-74, jan./jun.-2018.
- OLIVEIRA, M. T., CASSOL, H. L. G., GANEM, K. A., DUTRA, A. C., PRIETO, J. D., ARAI, E., SHIMABUKURO, Y. E. Mapping the Cerrado's Vegetation Cover – A Review of Remote Sensing Initiatives. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, p. 1250-1274, dez. 2020.

RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M. & ALMEIDA, S. P. de. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa-PAC, p. 87-166, 1998.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6 Edição. Uberlândia: EDUFU, p. 248, 2007.

SACRAMENTO, M. F., REGO, M. J. M. A bacia de drenagem enquanto unidade integradora nos estudos geoambientais, **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Goiânia, set, 2006.

SANTOS, A. B., PETRONZIO, J. A. C. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. Anais **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, INPE, 2011.

SEFAZ – **Secretaria da Fazenda do estado do Tocantins**. Disponível em <<http://www.sefaz.to.gov.br/>> Acesso em: 9 janeiro 2019.

TUCCI, C. E. M., CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, p. 135-152, jan/jun 1997.

USGS. **United States Geological Survey**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: 11 janeiro de 2019.

Recebido para publicação em março de 2021.

Aprovado para publicação em dezembro de 2021.