



Boletim Goiano de Geografia

ISSN: 1984-8501

Instituto de Estudos Sócio-Ambientais

Oliveira, Olavo Amancio de; Teixeira, Thiara Messias de Almeida; Passo, Denilson Pereira  
MAPEAMENTO DOS CONFLITOS DE USO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE  
DOS RIOS QUE CONTRIBUEMPARA O BARRAMENTO DO RIO PARANÁ, FÓRMOSA-GO

Boletim Goiano de Geografia, vol. 38, núm. 3, Setembro-Dezembro, 2018, pp. 491-515

Instituto de Estudos Sócio-Ambientais

DOI: 10.5216/bgg.v38i3.56348

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337159727004>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

IAEM redalyc.org

Sistema de Informação Científica Redalyc

Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal  
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa acesso aberto

# MAPEAMENTO DOS CONFLITOS DE USO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DOS RIOS QUE CONTRIBUEM PARA O BARRAMENTO DO RIO PARANÃ, FORMOSA-GO

MAPPING OF LAND USE CONFLICTS IN AREAS OF PERMANENT PRESERVATION OF THE RIVERS THAT CONTRIBUTE TO THE PARANÃ RIVER BUS, FORMOSA-GO

LEVANTAMIENTO CARTOGRÁFICO DE LOS CONFLICTOS DEL USO DE LA TIERRA EN ÁREAS DE PRESERVACIÓN PERMANENTE DE LOS RÍOS QUE CONTRIBUYEN PARA LA CONTENCIÓN DEL RÍO “PARANÃ”, FORMOSA-GO

Olavo Amancio de Oliveira – Universidade Estadual de Goiás – Formosa – Goiás – Brasil  
olavotop@gmail.com

Thiara Messias de Almeida Teixeira – Universidade Estadual de Goiás – Formosa – Goiás – Brasil  
thiaramessias@gmail.com

Denilson Pereira Passo – Universidade de Brasília – Brasília – Distrito Federal – Brasil  
geodenilson@gmail.com

## Resumo

Objetivou-se com esta pesquisa a verificação dos conflitos de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente (APPs) de lagos, nascentes e rios que contribuem para o barramento do Rio Paranã e que estão localizados em parte da alta bacia hidrográfica do Rio Paranã, no município de Formosa-GO. Para isso, utilizaram-se imagens de radar Shuttle Radar Topography Mission SRTM, imagens de satélite do sistema Landsat 5 TM de 1995 e Landsat 8 OLI de 2015, além do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para extração da massa verde. A produção dos dados e a confecção dos mapas comparativos foram realizadas no ArcGis 10.2. As APPs da área de estudo somam 281.519,49 ha, com apenas 7% delas mantidas com a cobertura vegetal natural. Observou-se então, que a bacia estudada se encontra em alto estado de degradação ambiental, no que tange à Lei 12.751/12.

Palavras-chave: Cartografia ambiental, geoprocessamento, sensoriamento remoto, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

## Abstract

The objective of this study is to verify the land-use conflicts in the Permanent Preservation Areas (PPAs) of lakes, springs and rivers which contribute to the damming of the Paranã River, partly located in the great river basin of the Paranã River, in the municipality of Formosa, Goiás. To perform this, images were used from the Shuttle Radar Topography Mission SRTM, satellite images from the 1995 Landsat 5 TM system and the 2015 Landsat 8 OLI, in addition to using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for the extraction of green vegetation. The data and comparative maps were conducted in the ArcGis 10.2. The PPAs for the study area total 281,519.49 ha, only 7% of which had natural vegetation cover. It was observed that the river basin under study has a high level of environmental degradation, with regard to Bill 12.751/12.

Keywords: Environmental cartography, geoprocessing, remote sensing, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).

## Resumen

Se tiene como objetivo de esta encuesta la verificación de los conflictos por el uso de las tierras en áreas de preservación permanente (APPs) de los lagos, nacientes y ríos que contribuyen para la contención del Río "Paraná". Localizadas en la parte alta de la cuenca hidrográfica del Río "Paraná", en el municipio de Formosa-GO. Para eso se utilizaron imágenes del radar Shuttle Radar Topography Mission SRTM, imágenes del satélite del sistema Landsat 5 TM de 1995 y Landsat 8 OLI de 2015, además de usar el índice de Vegetación por la Diferencia Normalizada (NDVI) para la extracción de la vegetación verde. La producción de los datos y la confección de los mapas comparativos fueron realizados en el ArcGis 10.2. Las APPs del área de estudio suman 281.519,49 ha. Apenas 7% de ellas mantenidas con la cobertura vegetal natural. Se concluyó entonces que la cuenca estudiada se encuentra en alto estado de devastación ambiental en lo que se refiere a la Ley 12.751/12.

Palabras clave: Cartografía ambiental, geoprociamiento, sensoramiento remoto, Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI).

## Introdução

A redução da cobertura vegetal natural em detrimento da expansão da fronteira agrícola e das atividades antrópicas tem contribuído para a fragmentação florestal com consequências negativas para os recursos naturais e prejuízos ecológicos. Essas transformações no campo, frente ao avanço tecnológico e desenvolvimento rural, inspiradas em uma agricultura moderna e no pastoreio intensivo estão intrinsecamente ligadas ao desenvolvimento tecnológico e científico. Todavia, a implementação dessas novas tecnologias tem alterado drasticamente a paisagem natural do Cerrado em todo o estado de Goiás, como é o caso das grandes áreas de lavouras no Sudoeste Goiano e de pastagens no Norte e Nordeste do estado.

Devido a isso, as diferenças entre os espaços urbanos e rurais têm diminuído constantemente, resultado dos evidentes avanços tecnológicos dos últimos anos. O campo vem adentrando a cidade e esta, por sua vez, vem sendo introduzida no campo (Andrade, 2010). Diante dessa nova perspectiva de urbanização, a lógica do meio rural flexiona a se transformar e a orientar-se a partir de uma conexão urbana (Locatel, 2013). Na área de estudo, mais especificamente as margens do Rio Itiquira, Córrego Cipó e as margens do Barramento do Rio Paranã, observa-se a construção de um novo espaço incorporado a uma imagem da cidade, que se difunde e é associada à cultura da população rural.

O crescimento das atividades humanas no campo tem impactado significativamente os recursos naturais. Os principais impactos estão relacionados à produção sem as devidas preocupações com consequências negativas para a natureza, como: desmatamentos e queimadas;

empobrecimento dos solos; processos erosivos; poluição e contaminação do solo e água por agrotóxicos; emissão de gases de efeito estufa; perda da biodiversidade etc. (Mueller, 1992).

A exploração dos recursos naturais, principalmente daqueles localizados nas partes mais altas das bacias hidrográficas, causa grandes danos ambientais, diminuindo a qualidade de vida das populações, e comprometendo o equilíbrio ambiental das áreas que são drenadas por essas bacias. Contudo, a demanda desses recursos para os mais variados usos (abastecimento, geração de energia, irrigação, entre outros) vem aumentando significativamente.

As ações implementadas na tentativa de promover mudanças na forma de sua utilização – como é o caso do Cadastro Ambiental Rural (CAR) para incentivar a regularização ambiental e verificação do uso do solo em áreas destinadas à Reserva Legal, Áreas de Preservação Permanente (APPs) – continuam sendo praticadas de maneira muito tímida. Assim, os usos mal instruídos e desordenados acabam por comprometer o reabastecimento do nível freático, provocam o assoreamento dos rios devido aos desmatamentos irregulares da faixa de preservação permanente e, conseqüentemente, a diminuição do fluxo de água. Infelizmente, o que tem se observado nas últimas décadas, apesar das restrições ambientais impostas nos Códigos Florestais até o momento, é um significativo desmatamento em APPs, o que acaba afetando negativamente a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos, especialmente os superficiais.

As APPs, considerando as diretrizes da legislação vigente, incorporam os espaços e os bens de interesse social, especialmente aqueles protegidos, estando cobertos ou não por vegetação. Elas têm como função primordial a preservação dos corpos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a manutenção da biodiversidade, a proteção do solo e a manutenção do bem-estar das populações humanas (Santos; Weber, 2013).

Entretanto, mesmo com a lei do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), Lei Federal 12.651 aprovada pelo Congresso Nacional em 2012, ainda existem problemas de desmatamentos em áreas destinadas a Reserva Legal e principalmente em APPs. Sabendo que as APPs, por se situarem, em grande parte, em locais de difícil acesso, têm custo muito dispendioso para a adequada fiscalização, faz-se necessária a fiscalização com o uso de ferramentas derivadas da geotecnologia, tais como: os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a Cartografia digital e o Sensoriamento

Remoto, que através das imagens de satélites permitem efetuar com maior facilidade o monitoramento ambiental, e também fazer análises precisas e rápidas de qualquer área, reduzindo assim o tempo e o custo da fiscalização, e localizando os possíveis infratores das leis ambientais.

A manutenção da vegetação natural das APPs no meio rural tem importância primordial para o desenvolvimento sustentável, com uma série de benefícios ambientais (Soares et al., 2011). O estudo dos diferentes cenários ambientais em APPs permite identificar o estado e a situação da apropriação desses espaços em escala espacial e temporal.

Nos rios que contribuem para o barramento do Rio Paranã, a necessidade de mapeamento para a identificação dos conflitos no uso da terra é urgente, pois é possível observar o avanço da degradação ambiental, principalmente nas áreas de APPs, com a utilização do solo para pastagem, lavoura e práticas de lazer de forma inadequada. O barramento está localizado no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã, na região conhecida como Vão do Paranã. De acordo com Hermuche et al. (2009), o Vão do Paranã é uma área de grande importância ambiental, pois localiza-se em uma unidade geomorfológica com diversas áreas protegidas, como a Reserva da Biosfera do Cerrado; o Corredor Ecológico Paranã-Pirineus; as Áreas de Proteção Ambiental (APA) de Pouso Alto; a Serra Geral de Goiás e as Nascentes do Rio Vermelho; e o Parque Estadual de Terra Ronca.

A construção do barramento do Rio Paranã é resultado do Projeto de Irrigação de Flores de Goiás, que nasceu da necessidade de armazenamento de água para suprir a carência hídrica da região devido ao longo período de estiagem. Contudo, o projeto também trouxe problemas ambientais, tais como o desmatamento das APPs, uso indiscriminado da água, aumento da pesca predatória, dentre outros.

Nesse contexto, os objetivos do presente trabalho foram: i) realizar o mapeamento das APPs dos cursos hídricos de parte do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã, localizada no município de Formosa-GO; ii) mapear e identificar o uso e cobertura do solo nessas APPs; iii) analisar os conflitos de uso do solo com base na legislação vigente, gerando informações que nortearão ações futuras de fiscalização, conservação e monitoramento ambiental, tendo como referência legal o Código Florestal Brasileiro.

## Procedimentos metodológicos

### Localização da área de estudo

O alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã pertence à unidade geomorfológica conhecida como Vão do Paranã, localizada no município de Formosa. O barramento do Rio Paranã localiza-se entre os municípios Formosa e São João D'Aliança, em Goiás, situado no meridiano central (-45), fuso (23), entre as coordenadas UTM 8365562.40m N e 248284.49 m E, coordenadas UTM 8374286.00m N e 254540.00m (Figura 1). O barramento tem cerca de 2.900 ha de superfície inundada, distribuída entre 19 km de Rio Paranã e 40 km de perímetro com aproximadamente 1.900 m de aterro (Figura 02).

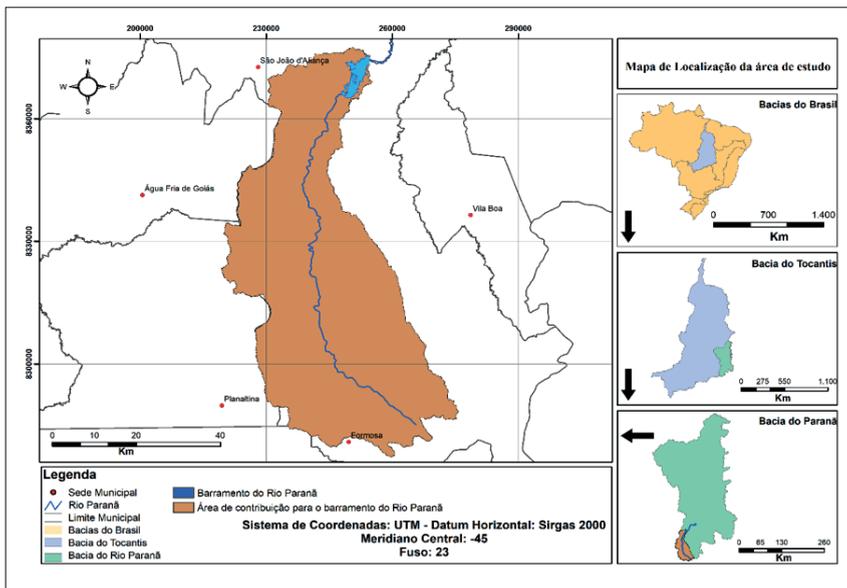


Figura 1 - Mapa de Localização da área de estudo.

Fonte: Olavo Amancio, 2016.

O município de Formosa localiza-se no Planalto Central, Mesorregião do Leste do Estado de Goiás e Microrregião do Entorno de Brasília, com altitude média de 918 m e área total de 5.807,17 km<sup>2</sup> (BRASIL, 2003). A

sede está a 79 km da capital federal (Brasília – DF) e a 272 km da capital do estado (Goiânia). As principais atividades econômicas desenvolvidas são: a pecuária de corte e a agricultura voltada para o cultivo de arroz, milho, feijão e soja, além de outros produtos hortifrutigranjeiros, e também turismo e indústria, uma vez que mantém posição privilegiada por se situar próximo a Brasília. Sua indústria atende a maioria das demandas do Nordeste Goiano. A rodovia federal BR020, que corta o município, é a principal ligação viária com a capital federal e o Nordeste do país (BRASIL, 2003). Formosa possui três importantes bacias hidrográficas, as bacias dos Rios São Francisco, Tocantins/Araguaia e Paraná, por isso recebeu o apelido de “berço das águas”.



Figura 2 - Barramento do Rio Paraná.

Fonte: Olavo Amancio, 2015.

## Aspectos físicos

A Geologia compreende o Grupo Bambuí, na abrangência do Subgrupo Paraopeba. O Grupo Bambuí é constituído por uma sequência metassedimentar clastoquímica, iniciada no Neoproterozóico Superior com sedimentação glaciogênica, e segue por três megaciclos regressivos, separados por períodos de rápida subsidência, geralmente não metamórfica, que é constituída de calcários, calcários dolomíticos, dolomitos, siltitos, argilitos e folhelhos (Moreira, 1995).

Geomorfologicamente, o Vão do Paranã é formado pela Superfície Regional de Aplainamento IV-A – SRAIVA (Figura 3), que corresponde a uma área de superfície aplainada localizada, principalmente, entre as cotas altimétricas 400-500 m, ocupando 36.279 km<sup>2</sup> (Latrubesse; Carvalho, 2006).

Conforme a classificação climática de Köppen, a área está sob domínio do Clima Tropical, com duas estações bem definidas (Aw) e variações para Clima Tropical de Altitude (CWA) (Hermuche et al., 2009). Sofre influência das massas de ar Tropical Atlântica e Equatorial Continental, com duas estações bem definidas, sendo uma bastante chuvosa e com temperaturas altas e outra seca, com temperaturas mais baixas. Os meses que apresentam altos índices pluviométricos variam de setembro a maio e o período de estiagem vai de junho a agosto (Brasil, 2003).



Figura 3 - Borda da Superfície Regional de Aplainamento.

Fonte:Olavio Amancio, 2015.

As nascentes do Rio Paranã possuem cotas altimétricas em torno de 1000 m de altitude. Sua principal nascente localiza-se próximo à área urbana de Formosa, formador da bacia hidrográfica Tocantins/Araguaia, encontrando-se em estado avançado de degradação ambiental, em virtude da retirada das matas de galeria e recepção de esgotos domésticos, de agrotóxicos e da inserção de loteamentos irregulares (Brasil, 2003). O Rio Paranã possui mais de 600 km de extensão até sua desembocadura no Rio Tocantins, que juntos, através do represamento de suas águas, formam a Usina Hidrelétrica (UHE) Peixe e Angical, entre os municípios de Paranã (TO) e São Salvador (TO) (Souza et al., 2016).

De acordo com Hermuche et al. (2009), na área pesquisada, são encontradas cinco classes de solos, como: Latossolos, Cambissolos, Neossolos, Plintossolos e Gleissolos. A vegetação apresenta fitofisionomias típicas da paisagem do Cerrado, com espécies vegetais caducifólias ou semi-caducifólias, uma vez que mais de 50% dessas árvores perdem suas folhas na estação seca (Werneck; Colli, 2006).

## Mapeamento das APPs

A metodologia utilizada neste estudo consistiu no emprego de ferramentas da cartografia ambiental, utilizando aplicações de técnicas de geoprocessamento para a composição de um SIG, tendo como finalidade a organização das bases vetoriais georreferenciadas do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã.

Os materiais utilizados foram os seguintes: duas imagens do satélite Landsat 5 TM (*Thematic Mapper*), Orbita 221/Ponto 70 e Orbita 221/Ponto 71; duas imagens do satélite Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*), Orbita 221/Ponto 70 e Orbita 221/Ponto 71, imageadas em 10 e junho de 1995 e 10 de julho de 2015, respectivamente, ambas com resolução espacial de 30 metros, que foram obtidas através da Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE); uma imagem SRTM, projeção Geographic – Horizontal Datum WGS 84 – Vertical Datum EGM96 (Terra Gravitacional Modelo 1996) elipsóide – Medidores de Unidades Vertical – Resolução espacial 1 arco - segundo para a cobertura global (~ 30 metros ), também disponibilizada pelo *United States Geological Survey* (USGS); arquivos vetoriais no formato ESRI *shapefile* com polígonos e linhas dos aspectos físicos e limites da área estudada, elaborados pelo SIEG (Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás).

Foram utilizados ainda, para o tratamento e classificações das imagens e outros procedimentos, os seguintes pacotes de *software*: ENVI v4.8 para processamentos digitais das imagens, tais como: recortes, mosaicos e composições coloridas; Global Mapper v 13, para criar o mosaico SRTM das cenas que abrangem a área de estudo e exportação para o formato GeoTiff; e o ArcGIS v10.3®, para criação do Modelo Digital de Elevação (MDE), cálculo de índices topográficos, análise espacial, *buffer* e construção de *layouts* finais.

Para uma melhor descrição e compreensão da metodologia utilizada nesta pesquisa, foi elaborado um fluxograma (Figura 4) que mostra esquematicamente as etapas do trabalho.

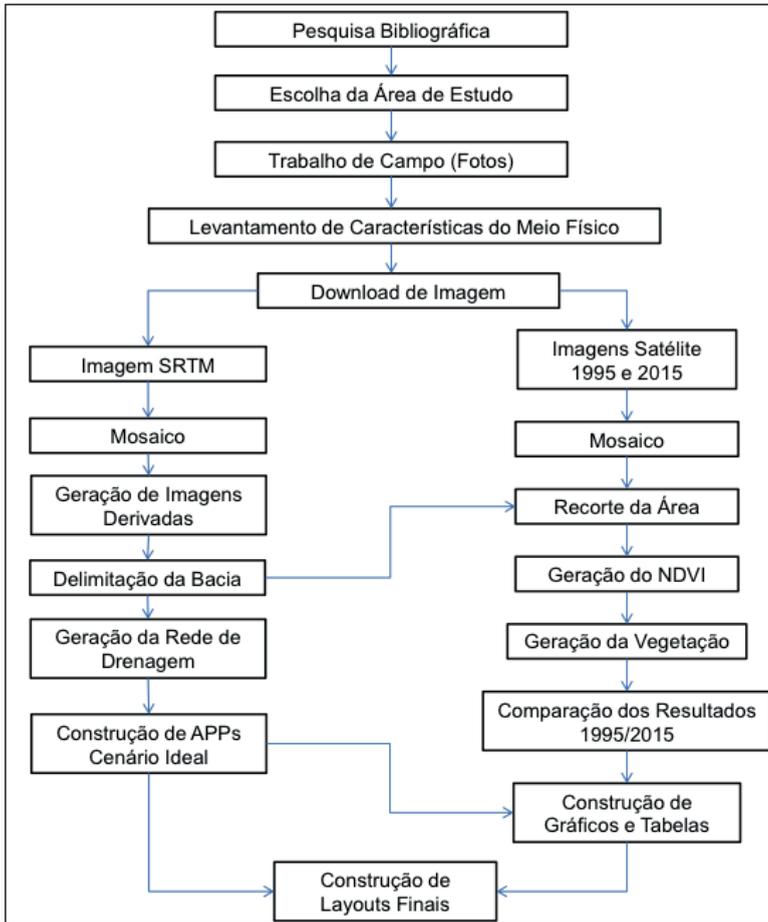


Figura 4 - Esquema das etapas metodológicas do trabalho.

Fonte: Olavio Amancio, 2016.

Os trabalhos de campo foram realizados entre julho e setembro de 2015 com o objetivo de levantamento das características ambientais, checagem de usos da terra e real situação das APPs, observações *in loco* e registro fotográfico.

Para a caracterização do meio físico, também utilizaram-se dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), através da

plataforma do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF), e dados do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG).

O pré-processamento do SRTM e a geração do mosaico no formato GeoTiff deram origem a outras imagens que auxiliaram na confecção do *shapefiles* dos limites da área de estudo e do barramento do Rio Paranã. Com a geração do MDE, derivaram-se diversas outras informações da área da pesquisa, tais como: fluxo de acumulação, fluxo de direção, raster das drenagens. Em seguida, essas imagens foram transformadas em arquivos *shape* de drenagem, do polígono da área de estudo e do limite da bacia hidrográfica do Rio Paranã.

Os dados da rede de drenagem foram extraídos do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG) na escala de 1/100.000 e trabalhados no ArcGIS. A delimitação das APPs se deu a partir da criação de um *buffer* de 30 m ou 50 m, para ambos os lados do curso hídrico, e 50 m de raio de cada uma das nascentes, (Tabela 1), seguindo sempre a orientação descrita no Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012).

A Lei Federal 12.651, alterada pela Lei Federal 12.727, em seu artigo 4º, dispõe sobre as APPs, em zonas rurais ou urbanas, e também sobre as diversas tipologias de APPs existentes. A lei prevê faixas e critérios diferentes entre as diversas APPs da rede de drenagem. A variação da APP variação ocorre de acordo com a característica de cada área a ser protegida.

<b>Largura (Rios ou Córregos)</b>	<b>Faixa de Preservação</b>
Até 10 metros	30 m em cada margem
Entre 10 e 50 metros	50 m em cada margem
Entre 50 e 200 metros	100 m em cada margem
Entre 200 e 600 metros	200 m em cada margem
Superior a 600 metros	500 m de cada margem
Nascentes	50 m no entorno da nascente
Reservatórios Naturais < que 20 ha	50 m no seu entorno

Tabela 1- Esquema das Áreas de Preservação Permanente

Fonte: Brasil (2012).

Com a utilização do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), pode-se determinar a densidade de fitomassa foliar fotossintética ativa por unidade de área, sendo que quanto maior esse índice de vegetação, mais densa é a fitomassa verde. Para Novo (1989), o aumento da quantidade de vegetação verde provoca o aumento da reflexão na banda do infravermelho próximo e, conseqüentemente, diminui a reflexão na banda do vermelho, fazendo com que o aumento dessa razão seja potencializado e que a vegetação fique realçada (Melo et al., 2011).

Jensen (1996), corrobora para o cálculo do NDVI com a seguinte equação: (Equação 1)

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}), \text{ onde:} \quad (\text{Equação 1}).$$

NDVI é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada. NIR é a refletância no comprimento de onda correspondente ao Infravermelho Próximo (0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$ ). R é a refletância do comprimento da onda correspondente ao Vermelho (0,63 a 0,69 $\mu\text{m}$ ). Para gerar o NDVI da imagem selecionada, utilizaram-se somente as bandas 3 e 4 da imagem, pois elas atuam no comprimento de onda que corresponde à região do visível-vermelho e ao infravermelho próximo (Melo et al., 2011). Os estudos comparativos sobre as APPs da área de estudo foram realizados utilizando os anos de 1995 (antes da construção do barramento) e 2015 como parâmetro de comparação.

Para a realização da avaliação de exatidão temática para cada classificação, foram seguidos os seguintes passos: cálculo para número de amostras; seleção aleatória de pontos para checagem; checagem por interpretação visual; verificação da exatidão por meio de matriz de confusão e cálculo do coeficiente de concordância Kappa.

O resultado da estatística Kappa normalmente é comparado aos valores contidos na Tabela 2, proposta por Landis e Koch (1977), a fim de indicar a qualidade do mapa temático. Embora essa tabela tenha sido desenvolvida para analisar resultados de diagnósticos clínicos, ela tem sido referência para classificar mapas resultantes da utilização de imagens de sensoriamento remoto (Prado, 2009).

Índice Kappa	Desempenho
< 0	Péssimo
0 < k 0,2	Ruim
0,2 < k 0,4	Razoável
0,4 < k 0,6	Bom
0,6 < k 0,8	Muito Bom
0,8 < k 1,0	Excelente

Tabela 2 - Qualidade da classificação associada ao índice *Kappa*

Fonte: Adaptada de Landis e Koch (1977).

Utilizando o pixel como unidade amostral, foi calculado o número de amostras (Equação 2) por meio de distribuição multinomial (Congalton; Green, 1999), que leva em consideração o número de classes e a proporção da classe com maior área na classificação. Assim, em cada classificação estimou-se um número ideal de amostras.

$$N = \frac{B\Pi_i(1-\Pi_i)}{b^2}, \text{ onde:} \quad (\text{Equação 2})$$

N = número de amostras;

B = obtido de distribuição qui-quadrado com grau de liberdade e  $1 - \alpha / k$ ;

k = número de classes;

$1 - \alpha$  = grau de confiança;

i = proporção da classe com maior área no mapa; e

b = máximo erro admissível.

Com a aplicação da fórmula utilizando dados das classificações de 1995 e 2015 obteve-se 502 e 444 amostras, respectivamente.

## Resultados e discussão

A compreensão do atual uso e ocupação do solo no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã passa pelo processo histórico de introdução das grandes áreas de pastagens no Cerrado, que teve sua principal fonte de desenvolvimento alavancada na agropecuária extensiva (Pires, 2012). Isso ocorreu através da introdução de sistemas extensivos e

semi-intensivos de pastagens cultivadas, principalmente a partir de 1970, aumentando consideravelmente as áreas com gramíneas para criação de grandes rebanhos bovinos (Sano et al., 2008).

As classes de uso do solo mapeadas (Figura 5 e Tabela 3) mostram nitidamente o predomínio das pastagens e da vegetação nativa nas partes mais elevadas da bacia. Entretanto, observam-se significativas alterações ambientais na classe de vegetação nativa, onde o relevo é relativamente plano, com possibilidades de mecanização dessas áreas. Verifica-se que mais de 62% da área de vegetação natural foi substituída por pastagens, cultivos e área urbana.

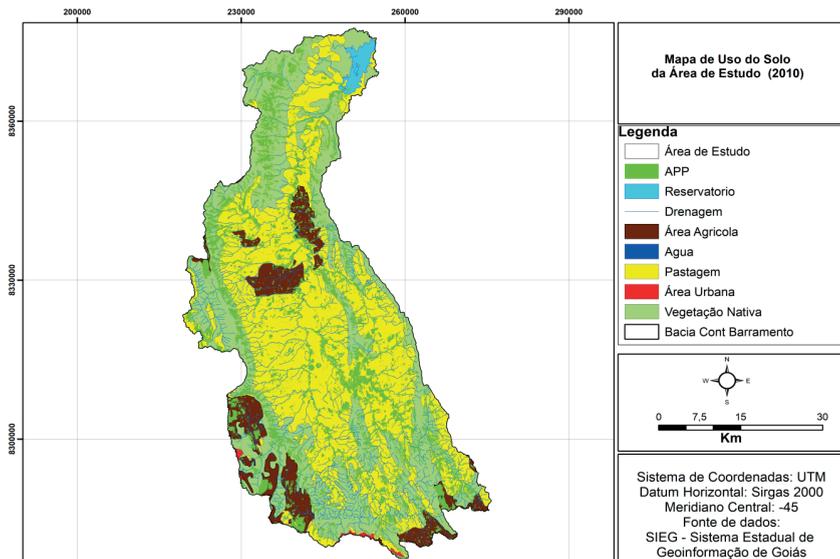


Figura 5 - Mapa de cobertura do solo.

Fonte: Olavio Amancio, 2016.

Classe de uso e ocupação do solo	Área (ha)	%
Área Agrícola	26.734,74	9,5
Água	3.289,35	1,17
Pastagem	146.376,8	52
Área urbana	633,50	0,22
Vegetação Nativa	104.485,10	37,11
TOTAL	281.519,49	100

Tabela 3 - Classes de uso e ocupação do solo mapeadas no alto curso da Bacia do Rio Paranã.

Fonte: Elaborado por Olavo Amancio (2016).

A pesquisa revela que a área em estudo encontra-se bastante modificada com a substituição do Cerrado, principalmente, por pastagens, onde se desenvolvem a pecuária extensiva, que hoje ocupa mais de 146 mil hectares, e a abertura de novas áreas agrícolas. Além disso, há a criação de assentamentos rurais, agrovilas e loteamentos irregulares, como é o caso dos existentes às margens do barramento do Rio Paranã com a criação de condomínios ou sítios de recreios, o que acaba comprometendo a qualidade, a conservação e principalmente a preservação das APPs (Figura 6). Essas ações não respeitam a dinâmica da natureza dentro da bacia hidrográfica, com a antropização das áreas de Cerrado, o que na maioria das vezes acaba provocando degradação ambiental.



Figura 6 - Tipologias de usos da terra na área de pesquisa: a) Uso com criação de bovinos; b) Pasto às margens do barramento; c) Cultivo de cana-de-açúcar; d) Cultivo de milho.

Fonte: Olavio Amancio, 2015.

Ao analisar o mapa do cenário ideal de manutenção das APPs (Tabela 4 e Figura 7), observa-se que se estivessem todas preservadas, elas ocupariam uma área de 19.695,23 ha, no entanto, apenas 6.756,50 ha de vegetação natural ainda são encontrados nas margens dos rios, lagos e nascentes, representando apenas 34,31% do cenário ideal.

Com os mapas multitemporais (Figura 7), utilizando como base uma escala temporal com intervalo de 20 anos, entre 1995 e 2015, é possível constatar a perda da vegetação natural nas APPs, áreas que deveriam – teoricamente, por força da lei – estar legalmente protegidas pela legislação ambiental e consequentemente assegurar o bem-estar da vegetação nativa quanto à qualidade ambiental dos recursos naturais. Contudo, em 1995 essas áreas não eram totalmente preservadas.

Em 1995, restavam apenas 5,9% das APPs de lagos na área de estudo, ou seja, apenas 38,8 ha, de um total de 661,20 ha (Tabela 4 e

Figura 7). Contudo, justifica-se que naquele ano ainda não havia sido construído o barramento do Rio Paranã, que teve suas obras iniciadas no ano de 1998. Fato esse que justifica o aumento substancial das APPs de lagos do cenário ideal. As áreas de APPs das nascentes diminuíram com a intensificação das atividades antrópicas, dos 740,20 ha, considerado como cenário ideal, apenas 196,08 ha ainda mantêm a vegetação original, representando 26,49% da área de acordo com a legislação ambiental.

O somatório das classes de APPs de 1995, ocupadas com vegetação natural (Tabela 4), demonstram que as mesmas já se encontravam bastante comprometidas, antes mesmo da construção do barramento do Rio Paranã, e suas áreas foram substituídas por gramíneas e/ou lavouras, restando 49,75% da vegetação nativa frente aos avanços do desmatamento. Em comparação com o ano de 2015 houve uma redução de 31% da vegetação nativa.

<b>Categorias das APPs</b>	<b>Cenário ideal/ha</b>	<b>% do cenário ideal sobre o total</b>	<b>1995/ha</b>	<b>% do cenário ideal X 1995</b>	<b>2015/ha</b>	<b>% do cenário ideal X 2015</b>	<b>% de 1995 X 2015</b>
Lago	661,2	3,8	38,8	5,9%	238,7	31,1%	615,2%
Nascente	740,2	3,8	196,1	26,5%	111,5	15,1%	56,8%
Rios	18.293,8	92,9	9.564,0	52,3%	6.406,4	35,0%	68,9%
<b>Total</b>	<b>19.695,2</b>	<b>100%</b>	<b>9798,9</b>	<b>49,8%</b>	<b>6756,5</b>	<b>34,3%</b>	<b>69,0%</b>

Tabela 4 - Distribuição das APPs Sistema Natural.

Comparação do cenário ideal com os anos de 1995 e 2015.

Comparação do ano de 1995 com o ano de 2015.

Fonte: Elaborado por Olavo Amancio (2016).

O aumento do desmatamento das APPs de 1995 para 2015 não pode ser atribuído ao barramento do Rio Paranã, pois o perímetro inundado representa 1,06% da área da pesquisa, e as áreas ocupadas com extensas pastagens e com uso agrícola localizam-se na montante do barramento. Muito embora seja possível observar o aumento do desmatamento das áreas de APPs na ordem de 35,02% do ano de 1995 para 2015, fica evidenciado que, nos anos anteriores a 1995, os usos inadequados das áreas de APPs correspondem a 50,25% de retirada da sua vegetação natural, restando apenas 49,75% de vegetação nativa até 1995.

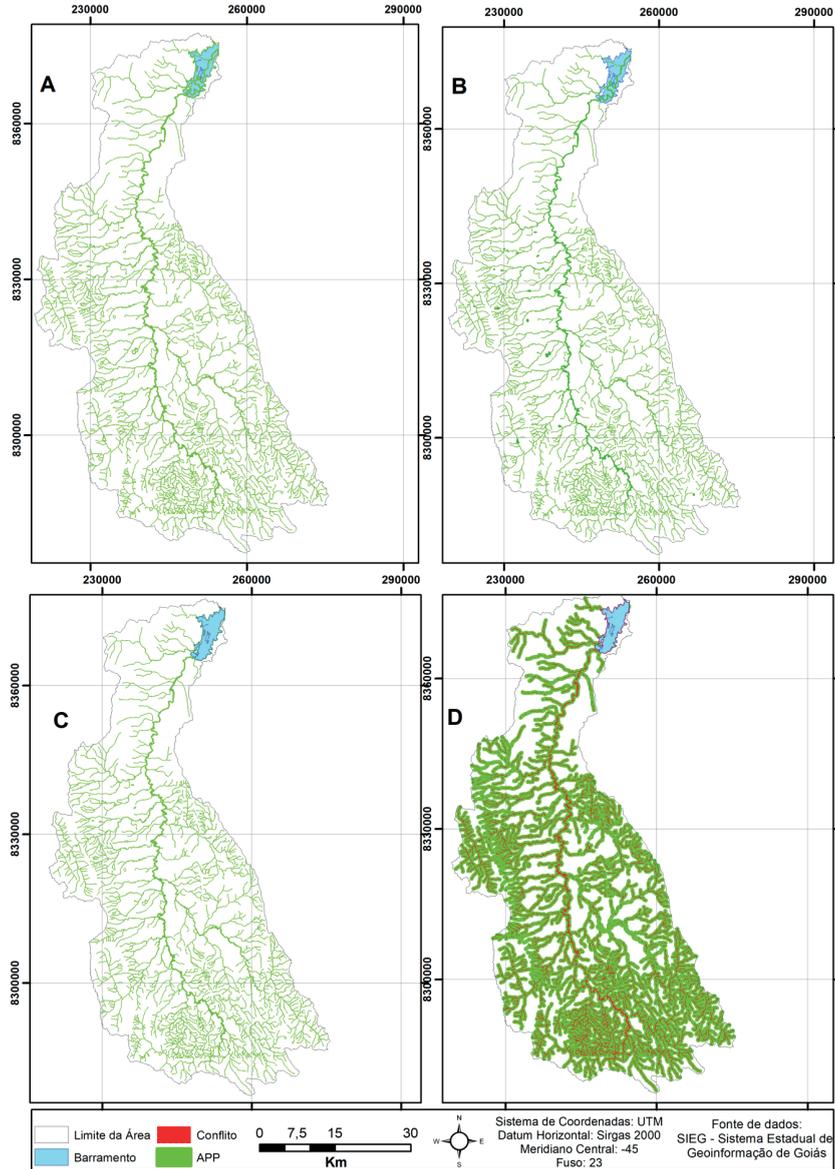


Figura 7 - (a) Mapa do cenário ideal das APPs; (b) Mapa de APPs (1995);  
 (c) Mapa das APPs (2015); (d) Mapa dos conflitos do uso do solo.

Fonte: Olavo Amancio, 2016.

Verifica-se que quase metade da vegetação composta por matas de galerias, onde se localizam as áreas de APPs de rios, teve sua vegetação suprimida e foi substituída por atividades antrópicas, caracterizando o conflito de uso, resultado da intervenção humana, restando apenas 52,28% da sua vegetação natural (Figura 8). A participação dessa classe de APPs, na composição da paisagem, revela processos intensos de antropização em determinadas áreas da bacia, comprometendo significativamente os recursos hídricos.



Figura 8 - Retirada da vegetação do Cerrado em APP da área pesquisada, sendo utilizada pelo gado.

Fonte: Olavo Amancio, 2015.

Além da expansão agropecuária sobre o alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã, há de se considerar outros fenômenos, como a visitação dos pontos turísticos localizados às margens dos córregos e a produção de unidades residenciais na zona rural, que contribuem para a diminuição das áreas de APPs, tendo em vista que as pessoas, ao buscarem

uma fonte de lazer alternativa, instalam-se próximo aos cursos d’água, como é o caso dos diversos loteamentos e ou condomínios localizados junto ao Rio Itiquira, ao Córrego Cipó e às margens do Barramento do Rio Paranã (Figura 9).

Na área objeto desta pesquisa, as atividades antrópicas têm impactado o meio natural, sobretudo pela retirada parcial da vegetação nativa, e com isso têm provocado o assoreamento do leito dos rios, desbarrancamento das margens com ausência da mata de galeria e aumento de processos erosivos. Quanto ao cumprimento da legislação ambiental, principalmente no que se refere à proteção dos cursos d’água, verifica-se que parte do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paranã apresenta uma realidade diferente da prevista na legislação. Existe desrespeito às leis ambientais, tendo em vista que mais de 68% dessas áreas não estão em acordo com as bases legais estabelecidas pelo Código Florestal (Brasil, 2012).



Figura 9 - Introdução de Loteamento junto ao Barramento.

Fonte: Olavo Amancio, 2015.

Para demonstrar a acurácia na obtenção dos resultados, observa-se que na classificação de 1995 o resultado da matriz de confusão está apresentado na Tabela 5. Essa matriz avalia o quanto as amostras de treinamento de uma classe misturam-se com as de outra classe no momento da construção da árvore. Um índice de acerto elevado demonstra que as amostras de treinamento foram bem coletadas e estão representando bem todas as classes; entretanto, nem todas as amostras selecionadas foram classificadas corretamente, obtendo-se um *Kappa* de 62,2%. *Kappa* com valor muito bom, segundo Landis e Koch (1977).

Verdade/Classificação	1	2
APP 1995 (1)	208	55
Conflito (2)	40	199

Tabela 5 - Matriz de confusão da classificação de 1995

Fonte: Olavo Amancio, 2018.

Para a classificação de 2015, o resultado da matriz de confusão está apresentado na Tabela 6, onde se obteve um *Kappa* de 67,9%. *Kappa* também com valor muito bom, segundo Landis e Koch (1977).

Verdade/Classificação	1	2
APP 2015 (1)	111	27
Conflito (2)	35	271

Tabela 6 - Matriz de confusão da classificação de 2015

Fonte: Olavo Amancio, 2018.

## Considerações Finais

A pesquisa possibilitou a compreensão da dinâmica relacionada ao uso e ocupação do solo em APPs do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã. Os mecanismos da cartografia ambiental associados ao geoprocessamento permitiram a criação de uma base de dados eficiente, produzindo, de forma automatizada, informações precisas sobre as dimensões e a distribuição espacial tanto das áreas de APPs, como do

uso do solo e das áreas que estão em conflito com as APPs, na área da pesquisa.

A retirada da vegetação natural corresponde a 65,69% de áreas que estão em conflito com o que determina o Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012). Neste ínterim, as áreas que teoricamente deveriam estar conservadas e/ou preservadas encontram-se totalmente antropizadas. A vegetação natural foi totalmente retirada e substituída, principalmente por pastagens, algumas delas com agricultura e manchas urbanas devido ao crescimento de edificações. Verificou-se que no cenário ideal das APPs, restam apenas 34,31% de área preservada. As APPs ocupam 7% de área dentro de toda a área pesquisada, sendo que em 2015 apenas 2,4% dessas áreas de APPs encontravam-se preservadas e em conformidade com o que preconiza as leis ambientais vigentes no país.

O cumprimento da legislação ambiental apresenta-se como instrumento e mecanismo fundamental para planejar e gerenciar a utilização dos recursos hídricos, garantindo uma melhor qualidade de vida para a sociedade como um todo. A conservação e preservação das APPs requerem atenção especial devido a sua importância quanto à qualidade na manutenção ambiental dos ecossistemas.

## Referências

- ANDRADE, M. C. Geografia rural: questões teórico-metodológicas e técnicas. *Campo-território: Revista de Geografia Agrária*, v. 5, n. 9, p. 5-16, fev. 2010.
- BRASIL. *Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012*. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12727](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727). Acessado em agosto de 2015.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Plano diretor do Município de Formosa - GO*. Relatório final consolidado. Revisão final (2003). 188 p. Disponível em: <http://livrozilla.com/download/932022>. Acesso em: 06 jan. 2016.
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. New York: Lewis Publisher. p. 137, 1999.
- HERMUCHE, P. M., FERREIRA, N. C., SANO, E. E. Proposta metodológica para elaboração de mapa de tendência de uso da terra no vão do Paranã, Goiás, baseada em condicionantes ambientais e sócio-econômicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. *Anais...* Natal: INPE, 2009, p. 5873- 5880.

- JENSEN, J. R. *Introductory Digital Image Processing: a remote sensing perspective*. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1996.
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. *The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data*. *Biometrics*, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.
- LATRUBESSE, E.; CARVALHO, T. M. *Geomorfologia de Goiás e Distrito Federal*. Superintendência de Geologia e Mineração. Série Geologia e Mineração, v. 2, 2006.
- LOCATEL, C. D. Da dicotomia rural-urbano à urbanização do território no Brasil. *Mercator*, v. 12, n. 2, p. 85-102, 2013.
- MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. de. BAplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para Análise da Degradação Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, v. 23, p. 520-533, 2011.
- MOREIRA, H. L. *Zoneamento geoambiental e agroecológico do Estado de Goiás: Região Nordeste*. Ministério do Planejamento e Orçamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Diretoria de Geociências, Divisão de Geociências do Centro-Oeste, Rio de Janeiro, 1995.
- MUELLER, C. C. Dinâmica, condicionantes e impactos socioambientais da evolução da fronteira agrícola no Brasil. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 64-87, jul./ set. 1992.
- NASCIMENTO, M. A. L. Geomorfologia do estado de Goiás. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 12, n. 1, p. 1-22, 1992.
- NOVO, E. L. M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. Edgar Blucher, São Paulo, 1989.
- PIRES, C. D. S. J. *As alterações do Código Florestal Brasileiro e as consequências sobre as áreas de reservas legais do município de Formosa-GO*. 2012. 131 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- PRADO, F. A. *Sistema hierárquico de classificação para mapeamento da cobertura da terra nas escalas regional e urbana*. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente, São Paulo, 2009.
- SANO, S. M.; DE ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
- SANTOS, L. P.; WEBER, L. S. O Geoprocessamento como ferramenta para construção de um modelo para compensação financeira pela preservação ambiental. *Revista Percurso*, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 19-46, dez. 2013.
- SIEG. Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento de Goiás. *Mapas temáticos do Estado de Goiás*. Disponível em: <<http://www2.sieg.go.gov.br/post/ver/1713192010>>. Acesso em: 12 set. 2015.

SOARES, V. P.; MOREIRA, A. A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; GLERIANI, J. M.; GRIPP JUNIOR, J. Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu-MG. *Revista Árvore*, Visçosa, v. 35, n. 3, maio/jun. 2011.

SOUZA, M. F.; MARQUES, E. E.; MIRANDA, E. B.; ARAUJO, A. F. Do rio Tocantins a Hidrelétrica de Peixe Angical: Os peixes e as pescarias na memória dos pescadores. *Revista Interface*, Porto Nacional, v. 12, p. 119-134, Aug. 2016.

WERNECK, F. P.; COLLI, G. R.: The lizard assemblage from seasonally dry tropical forest enclaves in the cerrado biome, Brazil, and its association with the pleistocenic arc. *Journal of Biogeography*, v. 33, n. 11, p. 1983-1992, 2006.

---

Olavo Amancio de Oliveira – Licenciatura plena em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás – UEG – Campus Formosa-GO, Especialização em Agrimensura, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas (Área de Concentração – Geoprocessamento e Análise Ambiental) da Universidade de Brasília (UNB), Brasília - DF, aluno regular do Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Serviços Jurídicos e Notariais – UNINTER. Atualmente trabalha com Georreferenciamento e é credenciado junto ao INCRA sob o código (DLHJ), Geoprocessamento e mapeamentos diversos junto à Construtora Cláudio Thomé, em Formosa-GO. ORCID: <<https://orcid.org/0000-0003-0304-2700>>.

---

Thiara Messias de Almeida Teixeira – Tem Licenciatura em Geografia pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Especialização em Geografia Física, Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (UESC), Doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente é professora na área de Geografia Física da Universidade Estadual de Goiás (UEG), campus Formosa. ORCID: <<https://orcid.org/0000-0001-5605-6124>>.

---

Denilson Pereira Passo - Geógrafo bacharel e licenciado pelo Centro Universitário de Brasília - UniCEUB (2012) e Universidade Estadual de Goiás - UEG (2007), especialista em Solos e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Lavras - UFLA (2010), aperfeiçoamento em Georreferenciamento de Imóveis Rurais pelo Instituto de Desenvolvimento Tecnológico do Centro Oeste - ITCO (2012), Mestre em Geociências Aplicadas pela Universidade de Brasília - UnB (2013) e Doutor em Geociências Aplicadas pela Universidade de Brasília - UnB (2017). Experiência nas áreas: georreferenciamento de imóveis rurais, geoprocessamento e sensoriamento remoto, programação em geociências (Matlab e Python), mapeamentos pedológico, geomorfológico e de uso e cobertura do solo e classificação com análise geográfica de imagens baseada em objeto (GEOBIA). ORCID: <<https://orcid.org/0000-0003-2811-9524>>.

---

## Contribuições dos autores

As contribuições para composição do artigo aconteceram sob a supervisão e orientação dos três autores. O primeiro autor contribuiu em todas as etapas do trabalho, desde as pesquisas de campos, confecções

de mapas, fotografias até as considerações finais. Mesmo o primeiro autor participando de todas as etapas do trabalho, há de ressaltar a importância das contribuições dos outros dois autores na parte de orientação, redação, organização, resultados, discussões, confecções de mapas e tabelas.

Recebido para publicação em 8 de agosto de 2018

Aceito para publicação em 1 de outubro de 2018