

CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO APLICADA EM DADOS PLANET PARA O MAPEAMENTO DE ÁREAS-CHAVE PARA A BIODIVERSIDADE NO CERRADO BRASILEIRO

Jéssika Cristina **Nascente**¹, Manuel Eduardo **Ferreira**², Gustavo Manzon **Nunes**³

(1 – Universidade Federal de Mato Grosso, engflorestal.jessika@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6111-582X>; 2 – Universidade Federal de Goiás, manuel@ufg.br, <https://orcid.org/0000-0003-4516-6373>; 3 – Universidade Federal de Mato Grosso, gustavo.nunes@ufmt.br, <https://orcid.org/0000-0002-5124-5898>)

Resumo: As Áreas-Chave para a Biodiversidade compreendem áreas protegidas que contemplam ambientes de Áreas Úmidas, caracterizados como ecossistemas específicos. Objetivou-se nesta pesquisa aplicar a Análise de Imagens Orientada a Objetos (OBIA) em imagem orbital de alta resolução, integrando à lógica Booleana com planos de informação para identificar áreas de veredas e por consequência a classificação das tipologias de cerrado pertencente as Áreas-Chave para a Biodiversidade. Na análise utilizou-se imagens *Planet*, além de Modelo Digital de Elevação, dados de hidrografia e classificação de solos. As imagens orbitais foram pré-processadas e submetidas a OBIA, por fim, foi obtida a classificação de 14 classes de cobertura vegetal e uso do solo. A classe “vereda” foi indicada manualmente a partir da verificação da tipologia de “Áreas Úmidas”, totalizando respectivamente 157,39 ha e 24.036,80 ha. A classificação obteve Exatidão Global igual a 92,5% e índice Kappa de 0,92. Conclui-se a possibilidade de identificar os habitats de vereda, mas os critérios devem ser aprimorados ao se utilizar distintos planos de informação no mapeamento. Por consequência, devem ser criadas regulamentações específicas para a conservação e demarcação da amplitude das Área Úmidas, visando o processo de regularização ambiental e posteriores procedimentos de análise e licenciamento em propriedades rurais.

Palavras-chave: Mapeamento. Vegetação. Veredas. Áreas Úmidas.

OBJECT-BASED IMAGE ANALYSIS TO PLANET DATA FOR MAPPING KEY BIODIVERSITY AREAS IN THE BRAZILIAN CERRADO

Abstract: The Key Biodiversity Areas comprise protected areas that include Wetland environments, characterized as specific ecosystems. The objective of this research was to apply Object-Based Image Analysis (OBIA) in high resolution orbital image, integrating Boolean logic with information plans to identify areas of trails and consequently the classification of cerrado typologies belonging to Key Biodiversity Areas. Planet images were used in the analysis, as well as a Digital Elevation Model, hydrographic data and soil classification. The orbital images were pre-processed and submitted to OBIA, finally, the classification of 14 classes of vegetation cover and land use was obtained. The class “vereda” was indicated manually from the verification of the typology of “Wetlands”, totaling 157.39 ha and 24,036.80 ha, respectively. The classification obtained Overall Accuracy equal to 92.5% and Kappa index of 0.92. It is concluded that it is possible to identify the path habitats, but the criteria must be improved when using different information layers in the mapping. Consequently, specific regulations must be created for the conservation and demarcation of the amplitude of the Wetlands, aiming at the process of environmental regularization, subsequent analysis and licensing procedures in rural properties.

Keywords: Mapping. Vegetation. Veredas. Wetlands.

ANÁLISIS DE IMÁGENES BASADO EN OBJETOS APLICADA A DATOS PLANET PARA EL MAPEO DE ÁREAS CLAVE PARA LA BIODIVERSIDAD EN EL CERRADO BRASILEÑO

Resumen: Las Áreas Clave para la Biodiversidad comprenden áreas protegidas que incluyen ambientes de Humedales, caracterizados como ecosistemas específicos. El objetivo de esta investigación fue aplicar el Análisis de Imágenes Basado en Objetos (OBIA) en imagen orbital de alta resolución, integrando lógica booleana con planes de información para identificar áreas de veredas y consecuentemente la clasificación de tipologías de cerrado pertenecientes a Áreas Clave para la Biodiversidad. En el análisis se utilizaron imágenes de planetas, así como un Modelo Digital de Elevación, datos hidrográficos y clasificación de suelos. Las imágenes orbitales fueron preprocesadas y enviadas a OBIA, finalmente se obtuvo la clasificación de 14

clases de cobertura vegetal y uso de suelo. La clase “vereda” se indicó manualmente a partir de la verificación de la tipología de “Humedales”, totalizando 157,39 ha y 24.036,80 ha, respectivamente. La clasificación obtuvo una Precisión Global igual al 92,5% y un índice Kappa de 0,92. Se concluye que es posible identificar los hábitats del sendero, pero se debe mejorar el criterio al utilizar diferentes capas de información en el mapeo. En consecuencia, se deben crear normas específicas para la conservación y demarcación de la amplitud de los Humedales, visando el proceso de regularización ambiental y su posterior análisis y trámite de licenciamiento en las propiedades rurales.

Palabras clave: Mapeo. Vegetación. Veredas. Humedales.

Introdução

O Cerrado, o segundo maior bioma do Brasil, enfrenta uma crescente degradação, com cerca de 31% de sua área desmatada apenas no período entre 2018 e 2021 atingido pelos garimpos ilegais e pelo avanço das fronteiras do agronegócio nos últimos anos (Barreto et al., 2021).

Em 1988, Myers introduziu o conceito de "hotspots", áreas que concentram uma alta taxa de endemismo e enfrentam grave ameaça de destruição. Essa abordagem visa priorizar áreas para a conservação com base em sua riqueza biológica e grau de ameaça (Myers et al., 2000; Myers, 2003). Atualmente, existem 35 hotspots globais, dos quais dois estão localizados no Brasil: a Mata Atlântica e o Cerrado. Este último, representa apenas 2,3% da superfície terrestre brasileira, mas abriga uma parte significativa da flora e fauna global, incluindo metade das plantas e 77% dos vertebrados terrestres (CEPF, 2017).

Diante da grande extensão de áreas atribuídas aos *hotspot*, empregou-se as subdivisões das áreas, conhecidas como Áreas-Chave para a Biodiversidade (em inglês, *Key Biodiversity Areas* – KBAs), com finalidade de conservação de espécies ameaçadas e gestão de investimentos financeiros (CEPF, 2017).

Segundo a classificação de Ribeiro e Walter (2008) o bioma Cerrado está subdividido em 11 fitofisionomias considerando as particularidades dos ambientes e vegetação, e dentre as demais fitofisionomias a identificação das estruturas de “vereda”, que desempenham um papel crucial como reguladoras do fluxo de sedimentos, nutrientes e água, conectando áreas de

cerrado e ecossistemas aquáticos. Estas formações vegetais são vitais para a manutenção das nascentes e a perenidade dos cursos d'água devido às suas características geomorfológicas específicas (Moura e Fonseca, 2023).

Esses ambientes são uma tipificação de Área Úmida (AU), previsto no código florestal, a lei nº 12.651/ 2012 (Brasil, 2012), como Área de Preservação Permanente (APP), as quais devem ser protegidas.

Apesar de sua importância ecológica, a caracterização e delimitação das veredas ainda representam um desafio significativo, especialmente quando realizadas por métodos de Sensoriamento Remoto.

Sendo assim, presente pesquisa buscou analisar dados de Sensoriamento Remoto, mais especificamente imagens da constelação Planet, para a identificação precisa de veredas e outras tipologias de vegetação em áreas complexas como o Cerrado. Assim optou-se em utilizar abordagens avançadas, como a Classificação Orientada a Objetos (OBIA), combinada com lógica Booleana e planos de informação, em três Áreas-Chave para a Biodiversidade (KBAs) no Corredor Ecológico da Chapada dos Guimarães, no estado de Mato Grosso. A hipótese central é que a integração de técnicas avançadas de processamento de imagem permitirá uma distinção mais precisa e eficiente das veredas e outras características do Cerrado, contribuindo para uma melhor compreensão e gestão desses ecossistemas críticos.

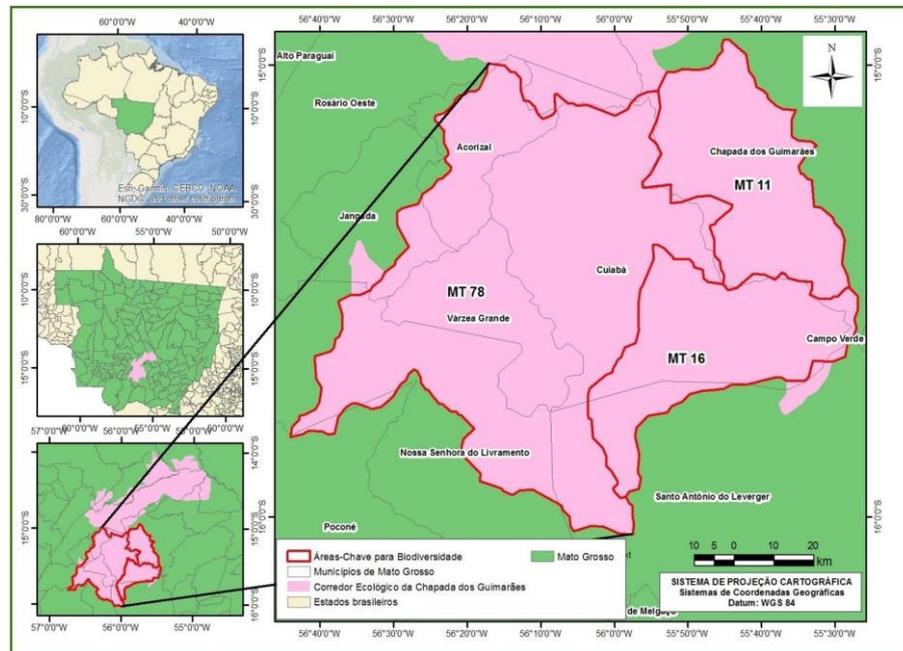
Portanto, este estudo visa demonstrar a eficácia de abordagens metodológicas inovadoras no mapeamento de vegetação e fornecer insights valiosos para a conservação e manejo de habitats vitais no Cerrado. Ao melhorar a precisão na identificação de veredas e outros habitats importantes, pretende-se apoiar estratégias de conservação mais eficazes e direcionadas para proteger a biodiversidade e a integridade ecológica deste bioma ameaçado.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em três KBAs (MT11, MT16 e MT78) totalizando 912.381,63ha que abrangem áreas de sete municípios do estado de Mato Grosso, conforme demonstrado à Figura 1. Os KBAs estão inseridos no perímetro do “Corredor Ecológico da Chapada dos Guimarães”

Figura 1 – Localização da área de estudo. Fonte: próprio autor.



O clima da região é definido como AW, tropical savânico com chuvas no verão e seco no inverno, conforme classificação de Köppen (Alvares et al., 2013), com temperatura comumente superior a 38°C no verão e mínimas de 18°C no inverno (ANA, 2004).

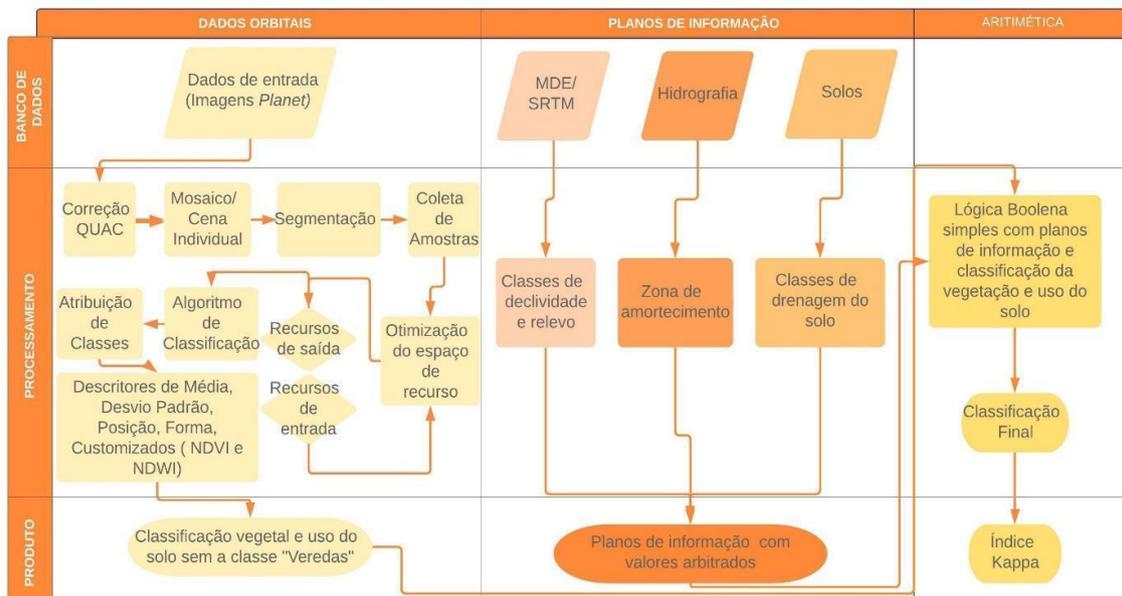
A vegetação do KBA é classificada como “savana cerrado - arbórea aberta” com fragmentos de “savana de floresta estacional – áreas de tensão ecológica” refletindo a classe adotada pelo Projeto RADAMBRASIL (1982).

Banco de dados

O levantamento da área de estudo foi realizado em duas vertentes: dados orbitais e obtenção dos planos de informação, estes abordando a zona de amortecimento hidrográfico, a declividade do terreno, a característica de drenagem do solo e a vegetação e uso do solo.

A primeira vertente contemplou: aquisição das imagens orbitais, definição das classes de mapeamento e processamento dos dados orbitais, obtendo por fim o plano de informação de vegetação e uso de solo. Enquanto os demais planos de informação consideraram as etapas de: aquisição dos dados espaciais e tratamento para aplicação da Lógica Booleana (Figura 2).

Figura 2 – Sequência dos procedimentos utilizados para obtenção da classificação.



Tais fatores ambientais (hidrológicos, topográficos e vegetais) foram considerados visto serem fatores determinantes para a ocorrência de veredas (Carvalho et al., 2018).

Os dados orbitais foram obtidos via imagens da constelação de satélite *PlanetScope*, os quais foram adquiridas 44 imagens datadas entre os dias 22/04/2018 a 08/05/2018, com resolução radiométrica de 12 bits, ortorretificadas com 3,1 metros de resolução espacial, contendo quatro bandas espectrais nos comprimentos de onda do visível (azul: 455-515 nm, verde: 500-590 nm, vermelho: 590-670 nm) e infravermelho próximo (IVP: 780-860 nm).

As bases de dados dos planos de informação dos aspectos ambientais foram obtidas à partir de informações disponíveis em banco de dados na internet. A base hidrográfica utilizada está disponível gratuitamente pela Agência Nacional de Águas – ANA (ANA, 2019), consistindo em uma escala 1:250.000 em toda a Bacia do Rio Paraguai.

Os dados de declividade foram obtidos pelo Modelo Digital de Elevação – MDE escala 1:250.000, do arquivo “altitude” das folhas de localização 14S57, 15S57, 15S555 e 16S57 no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE adquirido dos dados TOPODATA com resolução espacial de 30 m, derivados dos dados MDE produzidos pela Missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

A classificação do solo foi obtida na escala 1:1.500.000 em coordenadas geográficas do sistema em SAD69 convertidos em SIRGAS2000. O banco de dados pode ser acessado no site da Secretaria de Estado de Planejamento – SEPLAN (2019).

Análise e processamento das imagens Planet

As imagens *Planet* foram submetidas, individualmente, ao pré-processamento de correção atmosférica no método de Correção Atmosférica Rápida (*QUick Atmospheric Correction - QUAC*), para correção dos efeitos atmosféricos existentes nas bandas espectrais.

Em vista do processo de classificação, as cenas adquiridas por um único satélite em um mesmo dia foram mosaicadas, e outras com condições de reflectância distintas, foram trabalhadas individualmente.

As imagens foram segmentadas no software *Ecognition* com algoritmo “Segmentação Multirresolução” (*Multiresolution Segmentation*) onde os melhores parâmetros que discriminavam os objetos de interesse na imagem foram o critério de escala igual a 100, a forma e compacidade definidos, respectivamente, 0,9 e 0,3 em ambientes muito úmidos caracterizados por habitats de campos úmidos e 0,4 e 0,8 nas demais situações.

O processo de segmentação ainda considerou um peso de influência nas bandas do sensor onde, à banda do azul adotou-se peso dois para identificação de lâmina d’água, visto a resposta espectral em água limpa obter um pico de reflectância na faixa do azul e se água turva esse pico tende à região do verde (Paula et al., 2021); peso três à banda do infravermelho próximo, relacionada ao conteúdo de água nas células do mesófilo das folhas (Barboza et al., 2023) expressando a densidade da vegetação como em Ribeiro et al. (2021); e finalmente, as demais bandas (verde e vermelho) permaneceram com o peso padrão igual a 1.

O algoritmo de segmentação cria objetos delimitado pelo fator escala, obtendo áreas significativamente “homogêneas” que possam ser comparadas entre si (Bueno et al., 2023), fornecendo informação de variáveis locais utilizados em parâmetros de inclusão ou exclusão em regras de decisão para a atribuição de classes.

Por fim, após a segmentação foi realizada a Análise de Imagem Baseada em Objetos (OBIA), pelo algoritmo de classificação Vizinho Mais Próximo (*Nearest Neighbor - NN*) combinado a função de otimização do espaço de recurso (*Feature Space Optimization*) para

determinar as classes de vegetação e uso do solo associadas a cada segmento.

A função de otimização do espaço de recurso foi calculada conforme a indicação dos recursos de objetos de entrada, que consistiram em 13 descritores: valores da média de cada banda (*Mean Layer*), desvio padrão de cada banda (*standard deviation*), a forma quanto mais retangular (*retangular fit*), e recurso customizado “NDVI” e “NDWI” atribuídos por equações para obter índice de vegetação.

O Índice de Diferença Normalizada (do inglês *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI) é o cruzamento de bandas do vermelho e infravermelho próximo (IVP), com finalidade de ressaltar as feições de vegetação e solo exposto (Silva et al., 2024). De forma análoga, o Índice da Diferença Normalizada de Água (do inglês, *Normalized Difference Water Index* - NDWI) desenvolvido por Mcfeeters (1996) utiliza as bandas no comprimento de onda do IVP e verde objetivando delinear cursos d’água.

Após adquirir a classificação automatizada, os segmentos que resultaram em classe adversa ao real foram ajustados pelo algoritmo de atribuição de classes (*Assign Class*), seguido por descritores de Média, Área, Distância e Posição em regras de decisão.

A classificação da vegetação adotada é proveniente da classificação de Ribeiro e Walter (2008) pois não possui caráter de terminologia universal, sendo possível classificar as fitofisionomias de forma hierárquica em escala de "detalhe" (1:25.000) e compatibilizada com a adotada pelo IBGE (2012). Sendo assim, o cerrado é classificado em onze tipos fisionômicos agrupados em três formações: Florestais, Campestres e Savânicas.

As formações florestais são divididas em Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão, caracterizados por predominância de espécies arbóreas, formação de dossel e associação a cursos d’água, diferindo entre elas o grau de caducifolia (Ribeiro e Walter, 2008).

As formações Campestres englobam os campos rupestres, limpos e sujo, obtendo subtipos conforme o solo bem ou mal drenado. Este tipo de formação é caracterizado pelo gradiente do estrato vegetal mais denso composto exclusivamente por herbáceo-arbustivo no campo sujo, reduzindo a presença na composição do campo rupestre composto por afloramento rochoso, até a ausência completa de árvores e predomínio de herbáceas e estruturar a fisionomia de campo limpo (Ribeiro e Walter, 2008).

As fitofisionomias das formações Savânicas dividem-se em: Cerrado Sentido Restrito,

Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda. O primeiro, se estende em feições com presença de estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo em diferentes densidades caracterizando seus subtipos: Denso Típico, Ralo e Rupestre. O Parque de Cerrado é caracterizado pela ocorrência de pequenos agrupamentos vegetais em locais elevados do terreno, conhecidos como campos de murundus ou monchões. Por fim, o Palmeiral e a Vereda localizam-se em regiões de interflúvio e possuem destaque a uma única espécie de palmeira, geralmente buriti (*Mauritia flexuosa*) ocorrendo em menor densidade nas veredas do que em um Palmeiral (Ribeiro e Walter, 2008).

Lógica Booleana

A lógica booleana é uma ferramenta lógica que classifica os elementos com os critérios de: AND (interseção), OR (união), NOT (negação) e XOR (exclusão) (Picalho; Lucas; Amorim, 2022).

A classificação utilizada para determinação das possíveis áreas úmidas foi obtida através de operações de “Geo-campo pontuais”, onde os valores de entrada em uma função abrangem apenas a localização correspondente aos próprios valores (Câmara; Davis; Monteiro, 2001). No presente estudo, realizando apenas operações de interseção (AND) entre dois ou mais planos de informação, compondo análise espacial quantitativa de maneira simples para a combinação lógica e obtenção de produtos temáticos.

Carvalho et al. (2018), referenciaram que a ocorrência de ambientes de veredas está relacionada a presença e interação entre fatores ambientais hidrológicos, topográficos e vegetais, compondo assim, o conjunto de planos de informação considerado relevante para a identificação das veredas.

A análise Booleana resultou da aplicação de valores de ordem (unidade, dezena, centena e milhar) diferentes para cada plano de informação. As classes obtidas em cada plano de informação foram atribuídas com um valor único para as variáveis aplicáveis ao cálculo de lógica Booleana entre os planos de informação e posterior identificação na “tabela de atributos” da característica relacionada ao geo-campo.

O processo de classificação via OBIA para o plano de informação da vegetação e uso do solo resultou em 13 classes: “Formações Florestais”, “Formações Savânicas”, “Campo Sujo”, “Campo Limpo”, “Campo Rupestre”, “Mata Ciliar”, “Água Limpa”, “Água Turva”,

“Sombra”, “Solo exposto”, “Área Silviagropastoril”, “Área urbana” e “Cerrado Rupestre”. A classificação foi submetida a uma reclassificação das classes obtidas em valores de 1 a 13, respectivamente.

O plano de informação da “hidrografia” foi atribuído uma zona de amortecimento (*buffer*) de 200 m onde utilizou valor de ordem de dezena de milhar (10.000) e em locais de sua ausência foi indicado o valor “0”. O intervalo de 200 m foi atribuído conforme visitas em campo que mostraram esta zona de influência abranger sítios de veredas para lógica Booleana.

O MDE/ TOPODATA para o plano de informação de “relevo” foi adquirido em arquivo de “altitude”, tratado com preenchimento (*fill*) para remover pequenas imperfeições, reamostrado ao tamanho espacial do pixel (3 m x 3 m) e reclassificado nas classes de relevo com os valores correspondentes as condições de declividade conforme a EMBRAPA (Santos et al., 2018) e arbitrados valores em ordem de unidade de milhar para posterior cálculo em lógica Booleana (Tabela 1).

Tabela 1 – Característica do relevo e declividade. Fonte: próprio autor.

Classes de Relevo	Característica	Classes de Declividade (%)	Valor arbitrado
Plano	Superfície quase horizontal	0 - 3	3000
Suave ondulado	Colinas < 100m de altitude.	3 - 8	8000
Ondulado	Declives moderados	8 - 20	2000
Forte ondulado	Colinas até 200m de altitude.	20 - 45	4000
Montanhoso	Predomínio de formas acidentadas	45 - 75	7000
Escarpado	Predomínio de formas abruptas	> 75	5000

O mapa de solos foi reclassificado em obtenção ao plano de informação de “solos” para atender às classes de aptidão de veredas, agrupando os 13 tipos de solos característicos da área em quatro classes de capacidade de drenagem, (Santos et al., 2018) e posteriormente um valor em ordem de centena arbitrado para prosseguir com a equação de lógica Booleana com os planos de informação (Tabela 2).

Em sequência, a aplicação da ferramenta *Math álgebra* do ArcMap realizou uma interseção entre os planos de informação, originando um plano de informação único com geo-

campos referente à somatória dos valores arbitrados às classes de cada fator ambiental.

Tabela 2 – Características do solo. Fonte: próprio autor.

Classe de solo	Caract. de drenagem	Característica	Valor arbitrado
Grupo 1: Latossolo vermelho-amarelo; Latossolo vermelho-escuro	Bem drenado	A água é removida do solo com facilidade.	400
Grupo 2: Cambissolo; Podzólico vermelho-amarelo	Imperfeitamente drenado	O solo permanece molhado por período significativo.	600
Grupo 3: Areias quartzosas; Plintossolo; Solos aluviais; concrecióários câmbicos; concrecionários latossólicos; concrecionários podzólicos; litólicos	Mal drenado	O solo permanece molhado por uma grande parte do ano.	700
Grupo 4: Gleis; Gleissolo pouco húmico	Muito mal drenado	O solo permanece molhado à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano.	800

A aritmética considerou como característica relevante para a formação de veredas os geo-campos com vegetação de “Campo Limpo” e “Campo Sujo”, devido a formação campestre compor tais ambientes, inserido em solos hidromórficos (imperfeitamente, mal e muito mal drenados) e em relevos planos e suave ondulados, associados a proximidade dos rios.

Por fim, diante das características propostas para a formação de ambientes de veredas determinadas e os valores arbitrados nos planos de informação, foi construído uma tabela dos valores esperados da lógica Booleana que exprimem a combinação das características relevantes para a formação do ambiente, apresentada a baixo (Tabela 3):

Tabela 3 – Combinação das classes dos aspectos ambientais relevantes a formação de ambientes de veredas. Fonte: próprio autor.

Somatório dos atributos	Planos de informação			
	Hidrografia	Relevo	Solo	Vegetação
13603	PH	PI	ID	CL
13605	PH	PI	ID	CS
13703	PH	PI	MD	CL
13705	PH	PI	MD	CS
13803	PH	PI	MMD	CL
13805	PH	PI	MMD	CS
18603	PH	SO	ID	CL
18605	PH	SO	ID	CS
18703	PH	SO	MD	CL
18705	PH	SO	MD	CS
18803	PH	SO	MMD	CL
18805	PH	SO	MMD	CS

PH: Próximo ao curso Hídrico; PI: Plano; SO: Suave Ondulado; ID: Imperfeitamente Drenado; MD: Mal Drenado; MMD: Muito Mal Drenado; CL: Campo Limpo; CS: Campo Sujo.

Validação da classificação temática

A classificação final foi validada pelo cálculo da matriz de confusão e a geração do índice Kappa conforme coletas de pontos amostrais *in loco*, e outros conferidos via Google Earth, fotografias georreferenciadas obtidas por RPAS/Drone e de câmera convencional.

As amostras foram padronizadas com 40 repetições para cada classe avaliada, totalizando 560 pontos amostrais, sendo exclusivamente a classe de “Área Úmida - AU” a visita *in loco* dos 40 pontos amostrados para verificação da realidade de campo.

As AUs brasileiras possuem um sistema hierarquizado onde se classifica como subtipo os ambientes de “Veredas” (Cunha; Piedade e Junk, 2015).

Sendo assim, foram demarcadas manualmente as áreas de Veredas que estavam inseridas nas AUs já identificadas pela lógica Booleana. Tais Veredas, foram localizadas *in loco* dentro da Unidade de Conservação do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (UC-PNCG) com o apoio da equipe ICMBio, que identificaram previamente as veredas.

Resultados

O emprego da função de otimização do espaço de recurso, no algoritmo *NN* de classificação, para obtenção das classes de vegetação e uso do solo, concedeu uma matriz e um índice de separabilidade variando de 0 a 1, determinando os cinco melhores descritores.

Os descritores foram obtidos em distintas combinações, conforme cada mosaico/cena classificada, em destaque os descritores: Desvio Padrão da Banda 4 de (*Standard deviation layer 4*) considerada em todas as classificações, seguida pelo Ajuste Retangular (*Rectangular fit*) e a Média da Banda 4 (*Mean Layer 4*) adotados em 80% das mesmas. Os outros dois descritores selecionados obtiveram outras variadas associações entre: NDWI, NDVI, Máxima Diferença (*Maximum difference*), Brilho (*Brightness*), Desvio Padrão da Banda 1 e 2 e a Média das Bandas 2, 3, e 1, apresentados em ordem decrescente quanto a frequência de seleção pela função de otimização.

O plano de informação de hidrografia se apresentou em toda a área de estudo, junto à zona de amortecimento, ocupando uma área de 221.127,15 ha. A zona de amortecimento partiu do centro da linha de cada curso d'água, sem considerar a largura do rio ou o nível hierárquico da rede hidrográfica.

Ao analisar o plano de informação de declividade observou que a maior declividade (> 75%) está na área limítrofe do paredão da Chapada dos Guimarães enquanto o restante da área predominou o relevo “plano” (declividade < 3%). Já os relevos “suave ondulado” e “ondulado” distinguem as formações de encaves de escoamento.

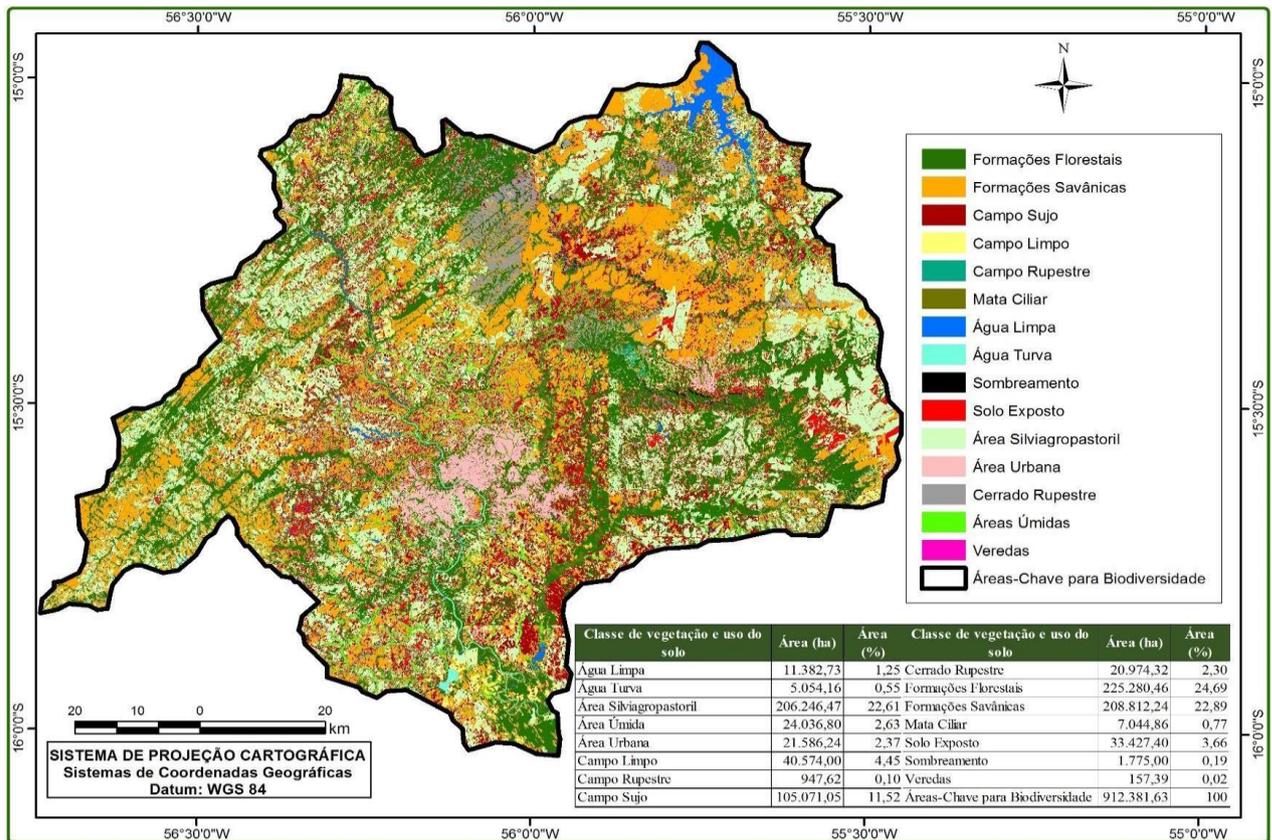
A característica de drenagem quanto a classe de solos, resultou em quatro classes de capacidade de drenagem que permitiu constatar a dominância da área de estudo por solos de caráter “mal drenado” (Grupo 3), característica relevante na formação de solos hidromórficos.

Por fim, a aplicação da lógica Booleana junto aos planos de informação e a inserção da classe “Vereda” manualmente, resultou na classificação final de uso do solo e vegetação que dispunha de 15 classes temáticas (Figura 3).

As classes foram distribuídas em: Água limpa (11.382,73 ha), Água turva (5.054,16 ha), Sombreamento (1.775,00 ha), Área urbana (21.586,24 ha), Campo limpo (40.574,00 ha), Campo rupestre (947,62 ha), Campo sujo (105.071,05 ha), Formações Florestais (225.280,46 ha), Formações Savânicas (208.812,24 ha), Cerrado rupestre (20.974,32 ha), Solo exposto

(33.427,40 ha), Área Silviagropastoril (206.246,47 ha), Mata Ciliar (7.044,86 ha), Área Úmida (24.036,80 ha) e Vereda (157,39 ha).

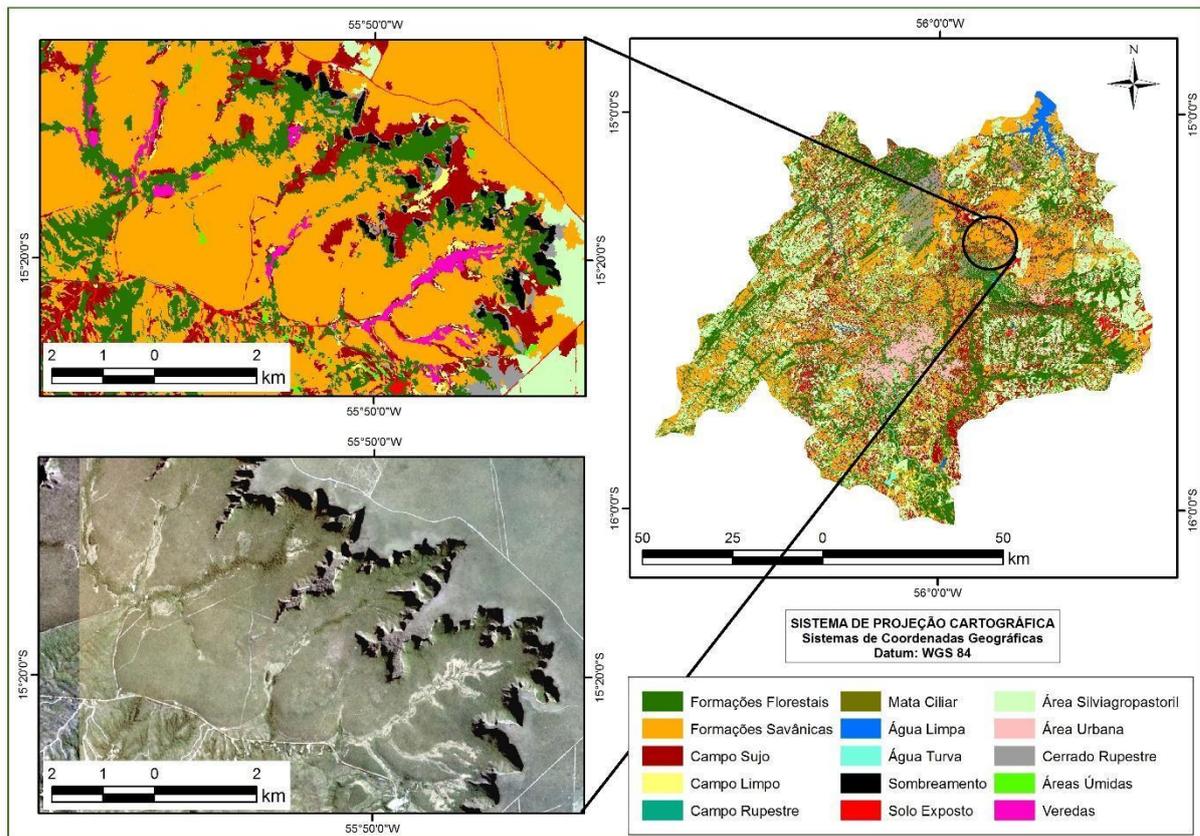
Figura 3 – Mapa da vegetação e uso do solo nos KBAs. Fonte: próprio autor.



A lógica Booleana permitiu a determinação de algumas AUs distribuídas nos KBAs, onde foram analisados a disposição da geolocalização desses habitats e obteve-se que as AUs inseridas na UC-PNCG correspondiam a ambientes de Veredas já identificados anteriormente pela equipe do ICMBio, portanto, utilizando ferramentas manuais do *software* de classificação para indicar esses ambientes manualmente (Figura 4).

A identificação de locais possíveis de ocorrência de veredas por meio da lógica Booleana limitou a abrangência de zonas úmidas entre cursos d'água até a distância de 200 m.

Figura 4 – Classificação detalhada de veredas no PNCG. Fonte: próprio autor.



Nota-se na Figura 5 que a classificação circunvizinha a classe “Área Úmida” está dominada por vegetação de “Campo Limpo” e pequenos fragmentos de “Campo Sujo”, ambos podendo se apresentar de maneira inundável. Na mesma figura (Figura 5) a imagem de satélite no canto inferior esquerdo ilustra a similaridade dos ambientes circunvizinhos para inclusão na classe “Área Úmida”.

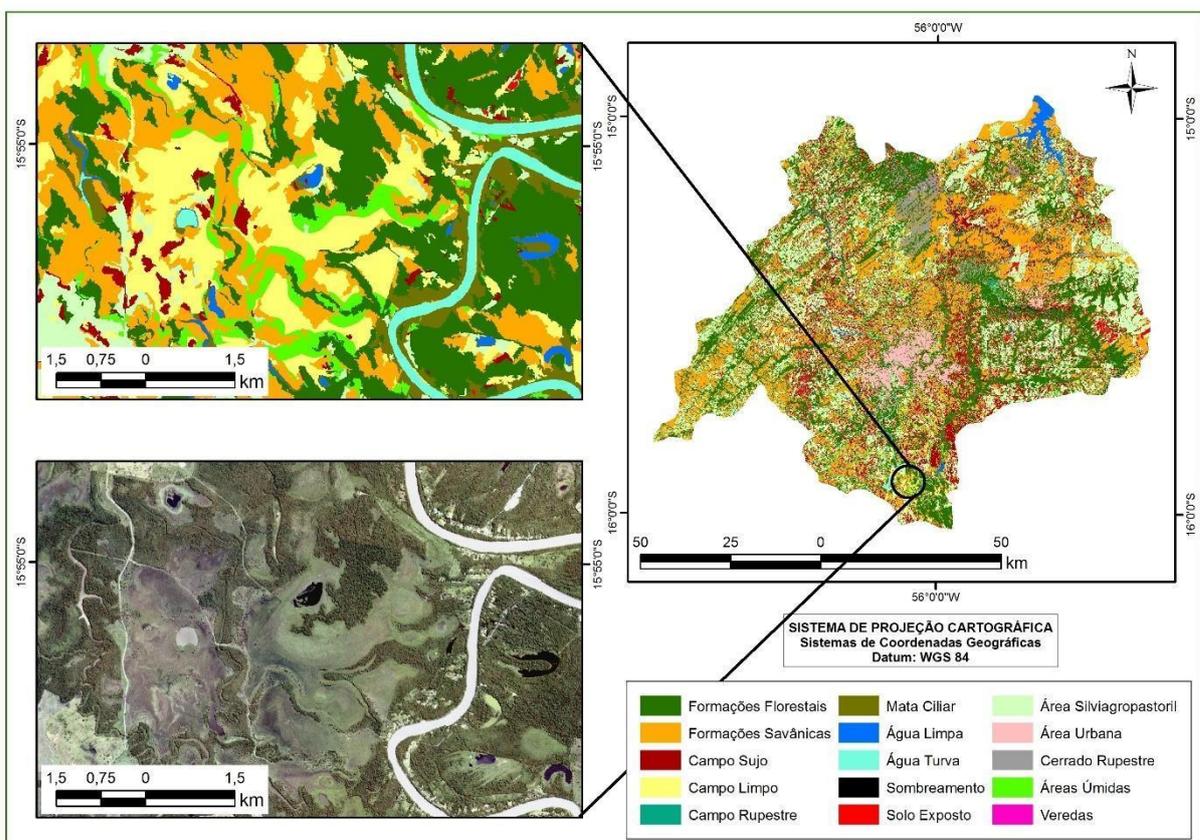
A classe “Mata Ciliar” foi passível de reconhecimento por atribuição de classe, quando os segmentos de “Formações Florestais” não possuíam qualquer relação de borda com a “Água limpa” e “Água turva”, caracterizando formações florestais nas margens de rios sem formar galerias.

O aparecimento de sombreamento se concentrou contíguo as classes discriminadas sobre paredão da Chapada dos Guimarães, devido ao imageamento obtido pelo sensor óptico do satélite sofrer influencias da iluminação solar.

A fitofisionomia rupestre foi indicada nas vegetações mais esparsas e localizadas em

topos de morros, diferindo as classes entre “Cerrado rupestre” e “Campo rupestre” devido este último nitidamente apresentar afloramento rochoso. A classe de “Cerrado rupestre” abrangeu 2,30% do total da área estudada, e em sua maior parte se apresentou concentrado na região superior do KBA, nos limites do município de Cuiabá.

Figura 5 – Classificação detalhada em áreas úmidas. Fonte: próprio autor.



A fração da área considerada “Área Silviagropastoril” referiu-se a propriedades rurais com uso de agricultura, silvicultura e campos de pastagem para pecuária. Já a porção de “Solo Exposto” englobou superfície exposta de solo, como locais de mineração encontrados na região de Várzea Grande e Nossa Senhora do Livramento, erosão do solo e estradas nas zonas rurais com e sem pavimento.

Após a aplicação da Lógica Booleana entre os planos de informação, a classificação final obtida, resultou em uma exatidão de 92,5% e índice Kappa igual a 0,92, dispondo do

conceito de “Quase perfeito” conforme Landis & Koch (1977) quanto à correspondência entre os elementos analisados.

Discussões

A classificação via OBIA utilizou a função de otimização que selecionou com maior frequência os recursos de Desvio Padrão da Banda 4, Média da Banda 4 e Ajuste Retangular. Os 2 primeiros recursos correspondem à banda do infravermelho, associados na resposta espectral da vegetação, permitindo a distinção de fitofisionomias do cerrado hierarquizadas em um gradiente de vegetação.

Em seguida, o recurso de Ajuste Retangular, também frequentemente sugerido para melhorar a diferenciação dos segmentos, foi responsável pela distinção entre as classes de “Solo exposto” (principalmente estradas), “Campo limpo” e “Área silviagropastoril”. O recurso com índice de forma retangular, permitiu agrupar melhor os segmentos principalmente para a “Área silviagropastoril” devido demarcação das propriedades rurais ser semelhante a um quadrilátero.

Assim, a utilização da função de otimização foi satisfatória para a determinação inicial dos segmentos nas respectivas classes de vegetação e uso do solo, também verificado por Tarantino & Figorito (2012), ao concluir com segurança que o emprego da ferramenta forneceu a melhor combinação de recursos, com base em amostras de treinamento, para classificação da ocupação do solo.

As peculiaridades atribuídas nos planos de informação usaram de critério as características da fitofisionomia de vereda, localizada geralmente em áreas deprimidas do terreno, caracterizada por solos de pouca drenagem em condições ideais de exsudação do lençol freático (Carvalho et al., 2018).

Haja visto que os habitats de vereda são ambientes específicos de AUs de interiores, essas manifestam-se com a transição de vegetação terrestre em diferentes tipos de florestas alagáveis, devido a intensidade de precipitação, o estado de encharcamento do solo e o pulso de inundação em grandes áreas alagadas ao longo do curso d’água em planícies alagáveis, podendo ainda estar presente em rios encaixados em vales estreitos (Cunha; Piedade; Junk, 2015).

O complexo vegetacional que tipifica o macrohabitat de vereda é caracterizado pelo

estrato arbustivo-herbáceo das fitofisionomias do cerrado, geralmente circundado por campos úmidos constituído predominantemente de herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores (Ribeiro & Walter, 2008).

O plano de informação da hidrografia limitou a formação desses ambientes próximos a cursos d'água, onde geralmente são encontradas, como em interflúvios e talwegues. Os talwegues podem constituir um terreno ovalado, linear ou dirigido dentro de uma superfície plana ou aplainada pelo processo de erosão e possuir um renque arbustivo/arbóreo caracterizado pela presença de Buritis (Carvalho, 2015) acompanhado de um gradiente de transição entre mata de galeria/mata ciliar, mata alagada, campo úmido etc. (Cunha; Piedade; Junk, 2015).

Por fim, a aplicação da lógica Booleana entre a classificação da vegetação e uso de solo via OBIA, os planos de informação (declividade, solo e hidrografia) e o conhecimento da localização de algumas veredas inseridas no PNCG, foram muito úteis para identificação na classificação temática dos KBAs as veredas congruentes em área úmida, constatado pela validação em campo.

No entanto, é importante ressaltar que apenas uma pequena parcela das AUs distribuída na extensão dos KBAs é identificada como Veredas no mapeamento, visto que as AUs brasileiras incluem uma variada tipologia (campos alagáveis, florestas alagáveis, matas permanentemente alagadas, matas periodicamente alagáveis, pantanal, etc.) (Junk et al., 2014).

Santos et al. (2020) fez uso de interpolador para dados pontuais, como rede de drenagem e dos dados anuais de precipitação, para análise de multicritério em mapeamento para descrever a fragilidade ambiental potencial e emergente frente aos processos erosivos de Bacia Hidrográfica, obtendo um gradiente de condições de alto à baixo potencial erosivo. Desta forma, a aplicação de um interpolador é capaz de gerar variáveis espacialmente discretas para as estimativas calculadas em um ponto não amostrado, obtendo gradientes do atributo proposto (Traldi et al., 2022), podendo ser aplicado no plano de informação da hidrografia a fim de abranger mais áreas úmidas.

A classificação final correspondente as classes de vegetação e uso do solo que obteve valor significativo quanto a precisão e acurácia, constatados pelo índice Kappa. No entanto, sem atingir valor total do índice devido confusões nas amostras, representadas pela matriz de confusão do mesmo.

A matriz de confusão referente a classificação final, auferiu confusões dos dados amostrais quanto a classificação temática, podendo-se destacar as “áreas silviagropastoril” que influenciou a classificação das áreas de “Formação florestal”, “Campo sujo”, “Campo limpo”, “Campo rupestre” e “Solo exposto” devido ao ciclo de produção de silvicultura, agricultura, pastagem, limpeza de área e formação de leiras, respectivamente.

As confusões entre as amostras e classes temáticas se devem a assinatura espectral com certa similaridade estabelecida entre as coberturas vegetais, com algumas variações no espectro devido a fatores que compõe a espécie e estágio do ciclo de vida, sendo o “Solo Exposto” incluído devido a retenção de umidade no solo e conseqüente influencia na refletância do espectro infravermelho.

A verificação de áreas úmidas em campo, obtidas pela Lógica Booleana, constatou confusões quanto a classificação temática obtida, entre as classes de “Formações florestais”, “Formações savânicas”, “Campo rupestre”, “Campo sujo”, “Campo limpo” e “Solo exposto”

As áreas úmidas indicadas em locais classificados como “Formações florestais” e “Formações savânicas” se devem ao adensamento da vegetação em veredas conforme estágios evolutivos, como descrito por Cunha et al. (2015): o estágio um se caracteriza pelo entorno da nascente ser ocupado pela vegetação densa de herbácea com predomínio de gramíneas e buritis jovens; O segundo estágio é acrescido de arbustos, subarbustos e plantas vasculares sem semente; O aparecimento de trepadeiras e espécies arbóreas instaladas ao longo do canal de drenagem caracterizam-na em terceiro estágio; findando o quarto estágio com um canal de drenagem mais profundo e evidenciando uma mata de galeria.

Ambientes de “Campo sujo” e “Campo limpo” que foram evidenciados *in loco* como áreas úmidas e não serem abrangidos como tal, pela equação simples de lógica Booleana, se deve a não inserção desses ambientes nos limites do zoneamento hídrico, como mostrado na Figura 5.

Portanto, assim como as AUs possuem uma variedade de tipologias, as veredas possuem estágios de desenvolvimento que modificam ao longo do tempo, principalmente, sua estrutura vegetal e formação do relevo. Os processos de delimitação correta das áreas ocupadas por veredas ainda sofrem dificuldades, e mesmo assim é o que tem se aplicado para legitimar leis ambientais ineficazes de preservação (Carvalho, 2015).

O estado e o órgão ambiental competente (SEMA-MT) ainda carecem de legislação específica para as AUs em geral quanto à implantação e licenciamentos ambientais de atividades que impactam a sociedade e os recursos naturais.

O processo de admissão da importância desses ambientes permitiu a Convenção de Ramsar aprovar a recomendação nº 07, 11/06/2015 do CNZU - Comitê Nacional de Zonas Úmidas (Brasil, 2015), onde estipula políticas de conservação de áreas úmidas.

As instituições oficiais de pesquisa INAU, UFMT, UNEMAT e EMBRAPA Pantanal, definidas no art. 25 do Decreto nº 1.491 15/05/2018 (Mato Grosso, 2018) para apoio técnico, estabelecem recomendações de implantação de empreendimentos de médio e alto grau de poluição e ou degradação na planície do Pantanal Mato-grossense e nas planícies pantaneiras do rio Araguaia e Guaporé.

A escassez de regulamentação e de dados para demarcação da amplitude das AUs dificulta o processo de regularização ambiental e posteriores procedimentos. A Recomendação Técnica N°01/2019/PPP/INAU (INAU, 2019) estima que a área de amortecimento de 10km nas áreas de pantanal, estão equivocadas, visto que é necessário estudar os arranjos espaciais para definir atributos importante funcionalmente.

Conclusões

- A classificação via OBIA com emprego da função de otimização permitiu inserir critérios de relevante importância para serem usados no algoritmo de classificação, e que resultou em uma classificação aperfeiçoada, necessitando apenas de alguns ajustes de atribuição de classe para os segmentos alocados em classes divergentes da real proposta.
- As extensas áreas ocupadas por produção silviagropastoril e a responsabilidade econômica que o estado carrega perante o país, faz-se necessário o monitoramento das áreas convertidas para exploração verificando a expansão das mesmas no KBA, atuando como gestão de proteção aos ambientes de preservação.
- A lógica booleana simples satisfaz a identificação das áreas de vereda, logo que as veredas conhecidas estavam inclusas na delimitação das áreas úmidas identificadas pela equação empregada. No entanto, a extensão dos ambientes de veredas e áreas úmidas

em geral foram prejudicados principalmente pelo plano de informação de hidrografia que estabeleceu limites rígidos de contribuição para a formação desses ambientes. Sugere-se, portanto, a aplicação de um interpolador no plano de informação de hidrografia para construir um gradiente de densidade do atributo.

- Conclui-se que o trabalho conseguiu identificar locais possíveis de presença de habitats de vereda de interflúvios e outras tipologias de AUs passíveis de identificação *in loco*. Porém os critérios e planos de informação selecionados para a obtenção de sua ocorrência devem ser aprimorados, visto que possuem um gradiente de estágio evolutivo representado pela densificação da vegetação e localização geográfica no relevo. Indica-se ainda, acrescentar variáveis de aspectos ecológicos quanto à sua formação (relevo, pedologia e geomorfologia), para subsidiar características das demais tipologias existentes.
- O trabalho contribui efetivamente para a adoção de políticas públicas para a conservação da cobertura vegetal do cerrado e de suas distintas tipologias com alta sensibilidade ambiental sobretudo as veredas e áreas úmidas.

Referências Bibliográficas

- Alvares, C. A. et al. (2013). *Köppen's climate classification map for Brazil*. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- ANA - Agência Nacional de Águas. (2004). *Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai: Relatório Final*. Brasília: TODA. 316p. ISBN 85-98276-03-0.
- ANA - Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/metadata.show?uuid=df48de18-753b-4789-964d-7f0967c53d08>>. Acessado em 24 de setembro de 2019.
- Barboza, T. O. C., Ardigueri, M., Souza, G. F. C., Ferraz, M. A. J., Gaudencio, J. R. F., & Santos, A. F. D. (2023). *Performance of Vegetation Indices to Estimate Green Biomass Accumulation in Common Bean*. AgriEngineering, 5 (2), 840-854. <https://doi.org/10.3390/agriengineering5020052>.
- Barreto, J. B., Silva, J. B. da, Araujo, S. M. S. de, & Teixeira, R. O. (2021). *Análise do sistema*

de validação e refinamento de alertas do Mapbiomas e do laudo de área desmatada em Altamira - PA, Brasil (2018 – 2021). Research, Society and Development, 10 (6), 1 - 16. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15801>

Borges, M. G., Nunes, Y. R. F., & Leite, M. E. (2021). *Veredas do norte de minas gerais: identificação e caracterização por meio do sensoriamento remoto*. Revista GeoNordeste, São Cristóvão, XXXII (1), 44-59. <https://doi.org/10.33360/10.33360/RGN.2318-2695.2021.i1.p.44-59>

Bueno, I. T., Antunes, J. F.G., Reis, A. A. dos, Werner, J. P.S., Toro, A. P. S. G. D. D., Figueiredo, G. K. D. A., Esquerdo, J. C. D. M., Lamparelli, R. A.C., Coutinho, A. C., & Magalhães, P. S. G. (2023). *Mapping integrated crop-livestock systems in Brazil with planetscope time series and deep learning*. Remote Sensing of Environment, 299 (2023), 1 - 18. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113886>

Brasil (2012). *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, Brasília, DF.

Brasil (2015). *Recomendação nº 07, do CNZU - Comitê Nacional de Zonas Úmidas, 11 de junho de 2015*. Dispõe sobre a definição de Áreas Úmidas Brasileiras e sobre o sistema de classificação destas áreas, Brasília, DF.

Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. (2001). *Introdução à ciência da geoinformação*. INPE. São José dos Campos, INPE-10506-RPQ/249. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acessado em: 08 de jan. de 2020.

Carvalho, A. C. A. (2015). *Análise ambiental de um subsistema de vereda em unidades de conservação: reserva ecológica do IBGE - RECOR e estação ecológica de águas emendadas - ESECAE/DF*. Dissertação de mestrado. Brasília, 2015.

Carvalho, A. C. A.; Laranja, R. E. de P.; Nascimento, R. de O.; Rodrigues, F. P. (2018). *Delimitação e caracterização de um transecto na vertente do subsistema de vereda na reserva ecológica do IBGE/RECOR-DF*. Revista Caminhos De Geografia. v. 19, n. 68, Uberlândia – MG. p. 233–249. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG196816>.

CEPF – Critical Ecosystem Partnership Fund. (2017). *Perfil do ecossistema hotspot de biodiversidade do cerrado*. Relatório completo, Brasília (DF): Supernova, 280p.

- Cunha, C. N. da; Piedade, M. T. F.; Junk, W. J. (2015). *Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats* [recurso eletrônico]. Cuiabá: EdUFMT, 165 P. ISBN 978-85-327-0557-0.
- IBGE (2012). *Manual técnico da vegetação brasileira*, 2ª Ed. Revista e Ampliada. Rio de Janeiro, 271p. ISSN 0103-9598.
- INAU - *Recomendação Técnica N°01/2019/PPP/INAU*. Recomendações técnicas em resposta à(s) solicitação(ões) da Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA/MT) sobre Sustentabilidade em Áreas Úmidas. Disponível em: <http://www.cppantanal.org.br/2018/images/docs/recomendacaotecnicasema.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2020.
- Junk, W. J. et al. (2013). *Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/279922131_Classificacao_e_Delineamento_das_Areas_Umidas_Brasileiras_e_de_seus_Macrohabitats_Parte_I_Definicao_e_Classificacao_das_Areas_Umidas_AUs_Brasileiras_Base_Cientifica_para_uma_Nova_Politica_de_Protecao_>. Acessado em: 11 de nov. de 2023.
- Junk, W. J. et al. (2014). *Brazilian wetlands: Definition, delineation and classification for for research, sustainable management and protection*. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 24:5–22. DOI: 10.1002/aqc.2386.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). *The measurements of observer agreement for categorical data*. Biometrics, 33 (1). 159 -174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Mato Grosso - *Decreto nº 1.491 de 15 de maio de 2018*. Regulamenta a Lei Complementar nº 592, de 26 de maio de 2017, no tocante as formas de regularização ambiental nos imóveis rurais e altera dispositivos do Decreto nº 1.031 de 02 de junho de 2017. Mato Grosso: Câmara Municipal, Disponível em:< <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=360087#:~:text=Decreto%3A&text=1%C2%BA%20Este%20Decreto%20regulamenta%20o,Art.>>. Acesso em: 07 de mar. 2020.
- Mcfeters, S. K. (1996). *The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features*, International Journal of Remote Sensing, 17:7, 1425-1432, DOI: 10.1080/01431169608948714.

- Moura, C. P., Fonseca, L. R. (2024). *Análise ambiental de subsistema de veredas: um estudo no assentamento Jaraguá, Água Boa – Mato Grosso*. O Social em Questão - Ano XXVII - nº 59 - Mai a Ago /2024. DOI: 10.17771/PUCRio.OSQ.66457
- Myers, N. *Threatened Biotas: "Hot Spots" in Tropical Forests*. Upper Meadow, Old Road, Oxford OX3 8SZ, UK. Volume 8, Number 3, 187-208 (1988).
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B. da, & Kent, J. (2000). *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. Nature. 403, 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Myers, N. (2003). *Biodiversity Hotspots Revisited*. BioScience. BioScience. 53 (10), 916–917. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[0916:BHR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0916:BHR]2.0.CO;2)
- Paula, M. R. de, Sarmiento, F. de L., Santos, F. C. dos, Alberti, E. A., Mattos, E., Pereira Filho, W., & Breunig, F.M. (2021). *Resposta espectral da água com diferentes concentrações de sólidos em suspensão*. RA’EGA, 50, 170 – 182. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v50i0.77005>.
- Picalho, A. C., Lucas, E. R. DE O., & Amorim, I. S. (2022). *Lógica booleana aplicada na construção de expressões de busca*. AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento. 11, 1-12. <http://dx.doi.org/10.5380/atoz.v11i0.81838>
- RADAMBRASIL (1982). *Folha SD 21 Cuiabá*. Rio de Janeiro, pp.401- 452. AMARAL, D. L.; FONZAR, B. C. Vegetação. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_sipam.php>. Acessado em 25 de setembro de 2019.
- Ribeiro, E. dos S., Faro, B. L. S. de O., Nascimento, R. S. C., Carneiro, F. da S., AMARAL, A. P. M. do, Bezerra, M. G. dos S., Amorim, M. B., & Garcia, T. de S. (2021). *Avaliação multitemporal da cobertura vegetal da reserva biológica de Tapirapé, Pará*. Research, Society and Development, 10 (4), 1 - 9. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14345>.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. (2008). *As Principais fitofisionomias do Bioma Cerrado*. In *Cerrado: ecologia e flora* (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p.151-213.
- Santos, H. G. dos; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. de; Lumbreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de; Araujo Filho, J. C. de

- Oliveira, J. B. de; Cunha, T. J. F. (2018). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa, E-book. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>>. Acesso em: 11 de nov. de 2023.
- Santos, L. A. N, Nascimento, P. S. de R., & Barros, G. V. P. de. (2020). *Processamento analítico hierárquico no mapeamento da fragilidade ambiental à erosão do solo*. R. bras. Geom., Curitiba, 8 (4), 275-298. <https://revistas.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/12635/7977>
- SEPLAN – Secretaria de Planejamento. Disponível em: <<http://geoportal.seplan.mt.gov.br/metadados/srv/por/catalog.search#/metadata/4e880b8e-070e-48d2-8ad4-b97febc4399f>>. Acesso em: 30 set. 2019.
- Silva, A.G.P., Galvão, L.S., Ferreira Júnior, L.G., Teles, N.M., Mesquita, V.V., & Haddad, I. (2024). *Discrimination of Degraded Pastures in the Brazilian Cerrado Using the PlanetScope SuperDove Satellite Constellation*. Remote Sens. 16 (13), 1 - 26. <https://doi.org/10.3390/rs16132256>
- Souza, J. M. F., Reis, E. F. dos, Martins, A. S., Santos, A. L. F. (2019). *Avaliação dos conflitos no uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Lamarão*, Distrito Federal. Ciência Florestal, 29 (2), 950-964. <https://doi.org/10.5902/198050984784>
- Tarantino, E. & Figorito, V. (2012). *Mapping Rural Areas with Widespread Plastic Covered Vineyards Using True Color Aerial Data*. Remote Sensing. 4 (7), 1913-1928. <https://doi.org/10.3390/rs4071913>
- Traldi, W. de A., Marques, S. de F., Pitombo, C. S., Sousa, P. B. de, & Melo, R. A. de. (2022). *Avaliação da Infraestrutura Cicloviária e Interpolação Espacial de seus Indicadores de Qualidade: uma Abordagem Baseada em Análise Hierárquica e Geoestatística*. Rev. Bras. Cartogr, 74 (4), 968 - 985. <http://dx.doi.org/10.14393/rbcv74n4-65916>

Publisher: Universidade Federal de Jataí. Instituto de Geografia. Programa de Pós-graduação em Geografia. Publicação no Portal de Periódicos UFJ. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

Contribuições dos autores: Jéssika Cristina Nascente: Redação - preparação do rascunho original, Conceituação, Metodologia, Software, Validação, Análise formal, Investigação, Redação - revisão e edição. Manuel Eduardo Ferreira: Análise formal, Coorientação, Investigação, Redação - revisão e edição. Gustavo Manzon Nunes: Conceituação, Metodologia, Software, Campanhas de Campo, Validação, Análise formal, Investigação, Curadoria de dados, Redação - revisão e edição, Supervisão, Coordenação de Projeto de Pesquisa, Administração do projeto e Aquisição de financiamento.

Financiamento: Esta pesquisa foi financiada pelo Fundo de Parceria para Ecossistemas Críticos (CEPF) - Cerrado Hotspot, CEPF/02/2017—P52/7201-003 e CEPF #103768. O primeiro autor foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil) bolsa de Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCFA) da Universidade Federal de Mato Grosso (Campus-Cuiabá).

Conflito de interesse: Os autores não têm interesses financeiros ou não financeiros relevantes a divulgar.