

Inventário de áreas úmidas da bacia hidrográfica do Rio Santa Maria, na microrregião do Vão do Paranã: “O Pantanal” de Goiás

Inventory of wetlands of the Santa Maria River water basin, at the microregion of Vão do Paranã: “The Pantanal” of Goiás

Inventario de zonas húmedas de la cuenca hidrográfica del Río Santa Maria, en la microrregión Vão do Paranã: “El Pantanal” de Goiás



Ana Elisa de Lima Oliveira

Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, Brasil
ana.elisa.lima@discente.ufg.br



Maximiliano Bayer

Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, Brasil
maxbayer@ufg.br

Resumo As áreas úmidas são ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos e, no Cerrado, elas compreendem um mosaico de vegetações hidrófilas, savanas alagáveis e manchas de florestas alagáveis e secas. Em Goiás, verifica-se que as maiores concentrações de áreas naturais do bioma, estão presentes no norte e nordeste do estado, sobretudo na região do Vão do Paranã. Contudo, a pressão das fronteiras agrícolas, vindas do oeste da Bahia e do sul e sudoeste goiano, reforçaram o aumento das atividades agropecuárias na região, comprometendo a biodiversidade e as áreas úmidas locais, especialmente o sistema lacustre denominado de “Pantanal Goiano”. Neste sentido, a finalidade desta pesquisa foi realizar um inventário das áreas úmidas presentes na bacia hidrográfica do Santa Maria, tendo como base o Sistema Brasileiro de Classificação de Áreas Úmidas, proposto Junk *et al.* (2015). A área de estudo pertence ao grupo das áreas úmidas interiores, com nível de

água flutuante, sujeitas a pulsos de inundações previsíveis, monomodal, de longa duração e baixa amplitude. Foram identificadas 4 subclasses e 8 macrohabitats, sendo 5 permanentemente aquáticos, 1 permanentemente terrestre e 2 antropogênicos. Também foi possível observar, através do mapeamento de uso da terra para a bacia, o processo de supressão da vegetação em detrimento da abertura de áreas agrícolas e pastoris na região. Os resultados obtidos poderão servir de suporte para pesquisas futuras, visando o conhecimento e a preservação destas áreas úmidas, que estão desaparecendo sem ao menos terem sido feitos mais estudos detalhados sobre estes ambientes da região.

Palavras-Chave: geoprocessamento; lagoas; sistema lacustre; uso do solo.

Abstract Wetlands are ecosystems at the interface between terrestrial and aquatic environments and, in the *Cerrado*, they comprise a mosaic of hydrophilic vegetation, floodable savannas, and patches of floodable and dry forests. In *Goiás*, the highest concentrations of natural areas in the biome are present in the north and northeast of the state, especially in the *Vão do Paranã* region. Nevertheless, the pressure from the expansion of agricultural frontiers, originating from the west of *Bahia* and the south and southwest of *Goiás*, has intensified the rise in agricultural activities in the region, compromising biodiversity and local wetlands, especially the lake system called "Pantanal Goiano". Hence, the aim of this research was to conduct an inventory of the wetlands within the *Santa Maria* River basin, utilizing the Brazilian Wetland Classification System proposed by Junk *et al.* (2015). The study area belongs to the group of inland wetlands, with fluctuating water levels, bound to predictable, monomodal, long-lasting, and low-amplitude flood pulses. 4 subclasses and 8 macro habitats were identified, 5 of which were permanently aquatic, 1 permanently terrestrial, and 2 anthropogenic. Furthermore, through land use mapping of the basin, it was possible to observe the process of vegetation suppression, leading to the expansion of agricultural and pastoral areas in the region. The results obtained could serve as support for future research, seeking the knowledge and preservation of these humid areas, which are disappearing without even more detailed studies having been carried out on these environments in the region.

Keywords: geoprocessing; lagoons; lake system; use of the soil.

Resumen Las Humedales son ecosistemas en la interfaz entre los ambientes terrestres y acuáticos y, en el *Cerrado*, comprenden un mosaico de vegetación hidrófila, sabanas inundables y manchas de bosques secos e inundables. En *Goiás*, parece que las mayores concentraciones de áreas naturales del bioma están presentes en el norte y noreste del estado, especialmente en la región de *Vão do Paranã*. Sin embargo, la presión de las fronteras agrícolas, provenientes del oeste de *Bahia* y del sur y sureste de *Goiás*, reforzó el aumento de las actividades agrícolas en la región, comprometiendo la biodiversidad y los humedales locales, especialmente el sistema lacustre denominado "Pantanal Goiano". En este sentido, el propósito de esta investigación fue realizar un inventario de los humedales presentes en la cuenca del río *Santa Maria*, con base en el Sistema Brasileño de Clasificación de Humedales, propuesto por Junk *et al.* (2015). El área de estudio pertenece al grupo de humedales interiores, con

niveles de agua fluctuantes, sujetos a pulsos de inundación predecibles, mono modales, de larga duración y de baja amplitud. Se identificaron 4 subclases y 8 macro hábitats, de los cuales 5 fueron permanentemente acuáticos, 1 permanentemente terrestre y 2 antropogénicos. También fue posible observar, a través del mapeo del uso del suelo de la cuenca, el proceso de supresión de la vegetación en detrimento de la apertura de áreas agrícolas y pastoriles en la región. Los resultados obtenidos podrán servir de apoyo para futuras investigaciones, visando el conocimiento y la preservación de estas zonas húmedas, que están desapareciendo sin que se hayan realizado estudios aún más detallados sobre estos ambientes en la región.

Palabras Clave: geo procesamiento; lagunas; sistema de lagos; uso del suelo.

Introdução

As Áreas Úmidas (AUs), ou *wetlands*, são importantes ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos (Arruda *et al.*, 2023). No Cerrado, estes ambientes compreendem um mosaico de vegetações hidrófilas, savanas alagáveis e manchas de florestas alagáveis e secas, todas adaptadas a secas severas e ao impacto do fogo (Junk *et al.*, 2015). Em Goiás, situado no core do bioma, verifica-se que as maiores concentrações de vegetação remanescente de Cerrado estão situadas nas regiões norte e nordeste do estado, sobretudo na microrregião do Vão do Paranã (Mascarenhas e Faria, 2018).

Entretanto, a pressão das fronteiras agrícolas, vindas especialmente do oeste da Bahia, em áreas que integram o MATOPIBA (região agrícola do Brasil que engloba partes dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), e do sul e sudoeste goiano, vem gradativamente incorporando a microrregião do Vão do Paranã ao processo de modernização agrícola (Ponciano *et al.*, 2019; Faria e Silva, 2020). Isso tem comprometido a alta diversidade de fitofisionomias e a disponibilidade dos recursos hídricos da região, principalmente, o importante e complexo sistema lacustre denominado de “Pantanal Goiano” (Lima, 2011), uma área de grande importância ecológica, que recebe esse nome devido ao elevado número de lagoas existentes no local.

Se tratando de uma região ainda pouco estudada, o Pantanal Goiano representa uma área periodicamente alagada, produto da interação de três sistemas fluviais, o rio Macacos, o rio Corrente e o rio Santa Maria, que criam condições hidrológicas muito particulares. Algumas pesquisas foram desenvolvidas na região, tendo como objeto de estudo o meio físico e a fauna aquática do sistema lacustre (Carvalho e Zuchi, 2009; Lima, 2011). Já Oliveira (2023), realizou uma análise temporal do uso do solo na dinâmica das lagoas da bacia do rio Santa Maria. Porém, mesmo com a realização das pesquisas

mencionadas, ainda existe uma carência de estudos que favoreçam políticas adequadas de ocupação, o que tem comprometido a qualidade e integridade ambiental das áreas úmidas do Vão do Paranã.

Para preservar as Áreas Úmidas (AUs) são necessárias ações de conservação, sendo a classificação e o inventário destes ambientes importantes ferramentas para discriminar as unidades de paisagem que os compõem (Frota *et al.*, 2017). Neste sentido, Junk *et al.*, (2015) elaboraram uma classificação hierárquica das AUs brasileiras, baseada em parâmetros hidrológicos e botânicos, enfatizando as espécies e comunidades de plantas superiores.

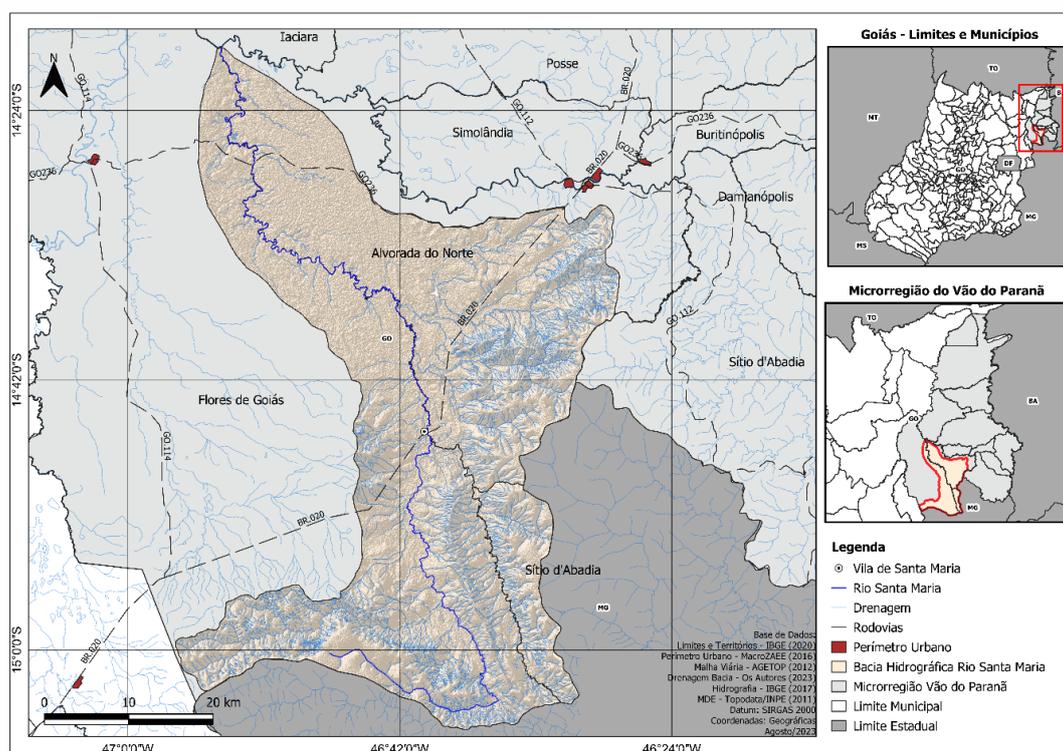
Mas apesar da importância das áreas úmidas e de sua fragilidade frente às mudanças climáticas e ambientais, ainda são escassos os inventários e mapeamentos com informações sobre extensão, conservação ou tipos de AUs, e de planos de monitoramento para médio ou longo prazo (Guasselli, 2020). Neste sentido, esta pesquisa objetivou realizar um inventário das áreas úmidas presentes na bacia hidrográfica do rio Santa Maria, localizada na Microrregião do Vão do Paranã (GO), tendo como base o Sistema de Classificação das Áreas Úmidas Brasileiras e utilizando técnicas/tecnologias de geoprocessamento, na expectativa de fornecer um instrumento de gestão, manejo e conservação desses ecossistemas.

Metodologia

Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Santa Maria (Figura 1) localiza-se na microrregião do Vão do Paranã, porção nordeste do estado de Goiás, drenando uma área de, aproximadamente, 2.162,74 km².

Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Santa Maria, na Microrregião do Vão do Paranã (GO).



Fonte: Autoria própria.

A bacia compreende os municípios de Alvorada do Norte (8.446 habitantes), Flores de Goiás (13.744 habitantes), Sítio D'Abadia (2.927 habitantes), além do povoado de Santa Maria (IBGE, 2022). A região é margeada pelos rios Paranã e Macacos a oeste, e a leste pelo rio Corrente, estando entre duas formações de relevo importantes do Planalto Central Brasileiro: a Serra Geral do Paranã e a Chapada dos Veadeiros (Lima, 2011).

Inserida no bioma Cerrado, a região apresenta fisionomias das Formações Florestais, Savânicas e Campestres, onde destaca-se a presença de fitofisionomias de elevada importância ambiental, como as Matas Secas, as Veredas e os Campos Limpos Úmidos (Faria e Silva, 2020). O clima é o característico da Zona Tropical Brasil Central, quente semi-úmido (Aw), caracterizado por dois períodos marcantes: um chuvoso, entre os meses de outubro a abril, e um período seco, que se estende de maio a setembro. A

pluviosidade média anual é de 1500 mm, com temperaturas médias de 24 °C (INMET, 2020; Mascarenhas e Faria, 2018).

As unidades geológicas de maior expressão são as rochas do Grupo Bambuí (subgrupo Paraopeba e Formações Três Marias, Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré), as Coberturas Detrito-Lateríticas ferruginosas, os Depósitos Aluvionares e as rochas do Grupo Paranoá, respectivamente. Tanto o Grupo Bambuí quanto o Grupo Paranoá são compostos por uma importante contribuição de rochas calcárias (carbonáticas) (Moreira *et al.*, 2008), e no Vão do Paranã, estas litologias exercem uma forte relação com relevos cársticos (cavernas) e afloramentos rochosos, cobertos com Florestas Estacionais Deciduais, também conhecidas como Matas Secas.

Com relevo predominantemente plano, ao longo de toda área de estudo, as maiores declividades podem ser observadas nas porções leste e sudeste da bacia, próximas a Serra de Santa Maria, onde a rede de drenagem percorre sobre vales encaixados. Com relação aos solos da área de estudo, variam entre Latossolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos e os Plintossolos Pétricos concrecionários, com destaque para esta última classe, utilizada na produção de arroz em ambientes de áreas úmidas da bacia.

Já o desenvolvimento geomorfológico da região apresenta onze unidades, sendo mais expressiva a unidade SRAIVA-LA (mfr) - Superfície Regional de Aplainamento IVA, com cotas entre 400 e 550 m, dissecação muito fraca, desenvolvida principalmente sobre rochas pré-cambrianas e associada a sistemas lacustres (Latrubesse e Carvalho, 2006).

Base de Dados e Procedimentos Metodológicos

Primeiramente, fez-se um levantamento bibliográfico de materiais que abordassem a temática das áreas úmidas no contexto do bioma Cerrado. Nesta etapa, a Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e

de seus Macrohabitats, proposta por Junk *et al.*, (2015) foi a principal bibliografia que norteou, de forma teórica e aplicável, este trabalho. Em seguida, foram criados arquivos vetoriais, em formato *shapefile*: a rede hidrográfica da bacia foi digitalizada manualmente, na escala 1:5.000, utilizando o *software* ArcGis versão 10.5, e baseada em imagens do Google Earth Pro (Google©) e no MDE-SRTM, onde todos os canais que permitiam o escoamento linear das águas foram mapeados.

Os dados referentes aos limites hidrográficos, municipais/estaduais e outras feições paisagísticas, foram adquiridos no Portal de Downloads do IBGE (www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias). Além disso, foram utilizadas quatorze (14) cenas do satélite Planet, de alta resolução espacial (pixel < 5m), referentes a junho de 2022, período de estiagem, e disponibilizadas gratuitamente pela Iniciativa Internacional do Clima e Florestas da Noruega - NICFI (www.planet.com/nicfi/).

Após a aquisição das imagens, elas foram processadas e mosaicadas utilizando o *software* de SIG, ArcGis versão 10.5. Em seguida, foi realizada a segmentação e classificação da imagem, através do algoritmo *Mean Shift*. Os parâmetros para a segmentação da imagem são: detalhe espectral, detalhe espacial e tamanho mínimo do segmento, onde os valores de cada parâmetro foram testados/modificados, na tentativa de melhor separar as feições existentes na imagem. Desta forma, estabeleceu-se os limiares 20 (detalhe espectral), 2 (detalhe espacial) e 10 (tamanho mínimo do segmento), para a imagem Planet utilizada neste estudo. O arquivo matricial gerado foi então transformado para o formato vetorial, onde fez-se a classificação supervisionada polígono a polígono a partir da segmentação da imagem.

O processo de classificação, realizado na escala 1:25.000 consistiu, primeiramente, em uma inspeção visual da imagem, para identificar as AUs presentes na bacia, seguindo as classificações de Junk *et al.*, (2015) e Arruda *et al.*, (2023). Tais classificações foram propostas para o Pantanal Mato-

grossense e para a área alagável do Rio Araguaia, ambos ambientes que possuem características semelhantes aos da área de estudo. Já em relação ao mapeamento das outras classes de uso, fez-se uma correlação com os dados de uso e cobertura da terra, do projeto MapBiomias - Coleção 8 (MAPBIOMAS, 2023), para auxiliar na classificação.

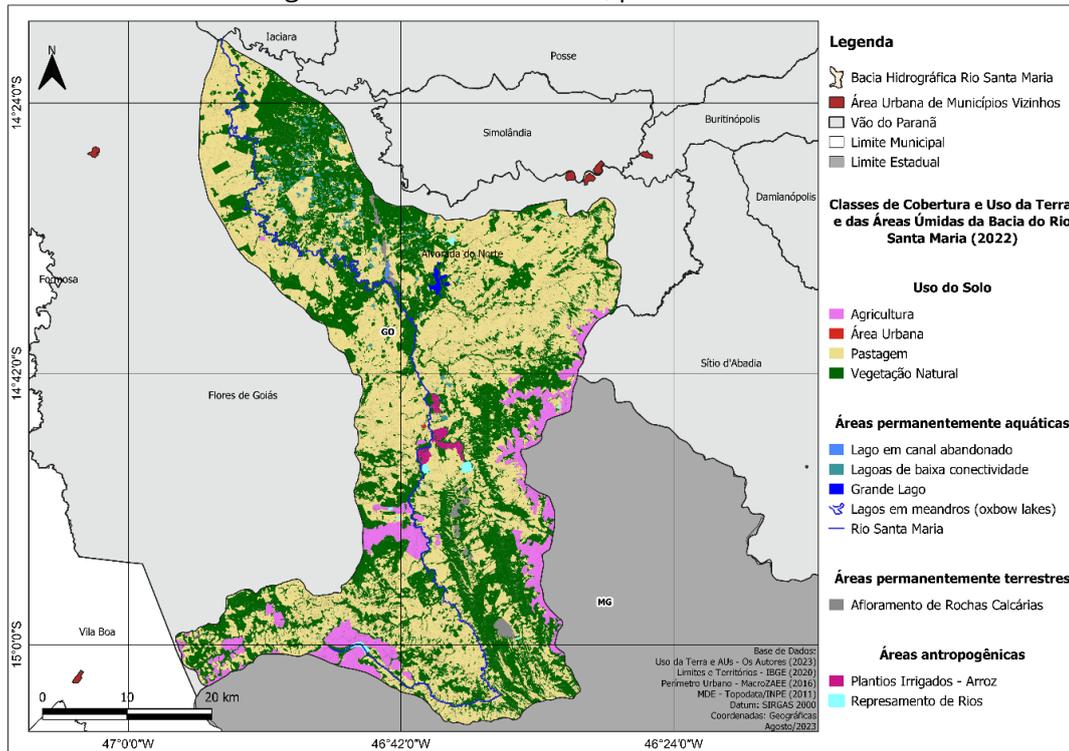
Também foram feitos registros fotográficos de algumas áreas úmidas e outros trechos da bacia, em novembro de 2022, utilizando um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), modelo DJI Mavic 2 Enterprise Advanced, e coletados pontos com coordenadas geográficas para corroborar o mapeamento.

Resultados e Discussões

Mapeamento do Uso do Solo e Descrição do Sistema de Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Da Bacia Hidrográfica Rio Santa Maria (Pantanal Goiano)

O mapa de uso do solo e das áreas úmidas presentes na bacia hidrográfica do rio Santa Maria, para o ano de 2022, apresentou no total doze classes. Quatro são classes comuns de uso e cobertura, como agricultura, área urbana, pastagem e vegetação natural. E oito são classes de Áreas Úmidas (AUs), sendo elas: os canais de rios; lagos em meandros - *oxbow lakes*; lagoas de baixa conectividade; lago em canal abandonado; grande lago; afloramento de rochas calcárias; plantios de arroz irrigado e represamento de rios. O resultado do mapeamento está exposto na Figura 2.

Figura 2: Mapeamento do uso do solo e das áreas úmidas presentes da bacia hidrográfica do rio Santa Maria, para o ano de 2022.



Fonte: Autoria própria.

Considerando o sistema hierárquico de classificação das AUs brasileiras (Junk *et al.*, 2015) e apresentando características ambientais similares às encontradas no Pantanal Mato-grossense, a área de estudo - bacia hidrográfica rio Santa Maria, situada no Pantanal Goiano (Lima, 2011), foi indicada na posição de classe.

O Pantanal Goiano, assim como as AUs savânicas do Pantanal Mato-grossense e do Araguaia, é um tipo de AU interior (sistema), caracterizada por apresentar um nível de água flutuante/variável (subsistema) e pulsos de inundações previsíveis, que também são monomodais e de longa duração (ordem). Isto significa que essa área úmida é influenciada pela sazonalidade das chuvas, onde, durante a época das cheias, suas áreas são inundadas e, durante a estiagem, essas mesmas áreas podem secar completamente. O pulso de inundação, ditado pelas chuvas de verão, é o principal fator que determina as condições ecológicas nestes ambientes.

Além disso, estes ecossistemas são marcados por uma fase terrestre e outra aquática, com duração podendo ser medida em meses, e esta dinâmica influencia os organismos/seres vivos das AUs a sofrerem várias adaptações. Para a área de estudo foram descritas três unidades funcionais, quatro subclasses e oito macrohabitats. Os macrohabitats são unidades da paisagem que reagem de maneira mais sensível às mudanças nas condições ambientais e antrópicas (Arruda *et al.*, 2023). Desta forma, a classificação dos macrohabitats da bacia hidrográfica rio Santa Maria (Pantanal Goiano), está estabelecida na Tabela 1.

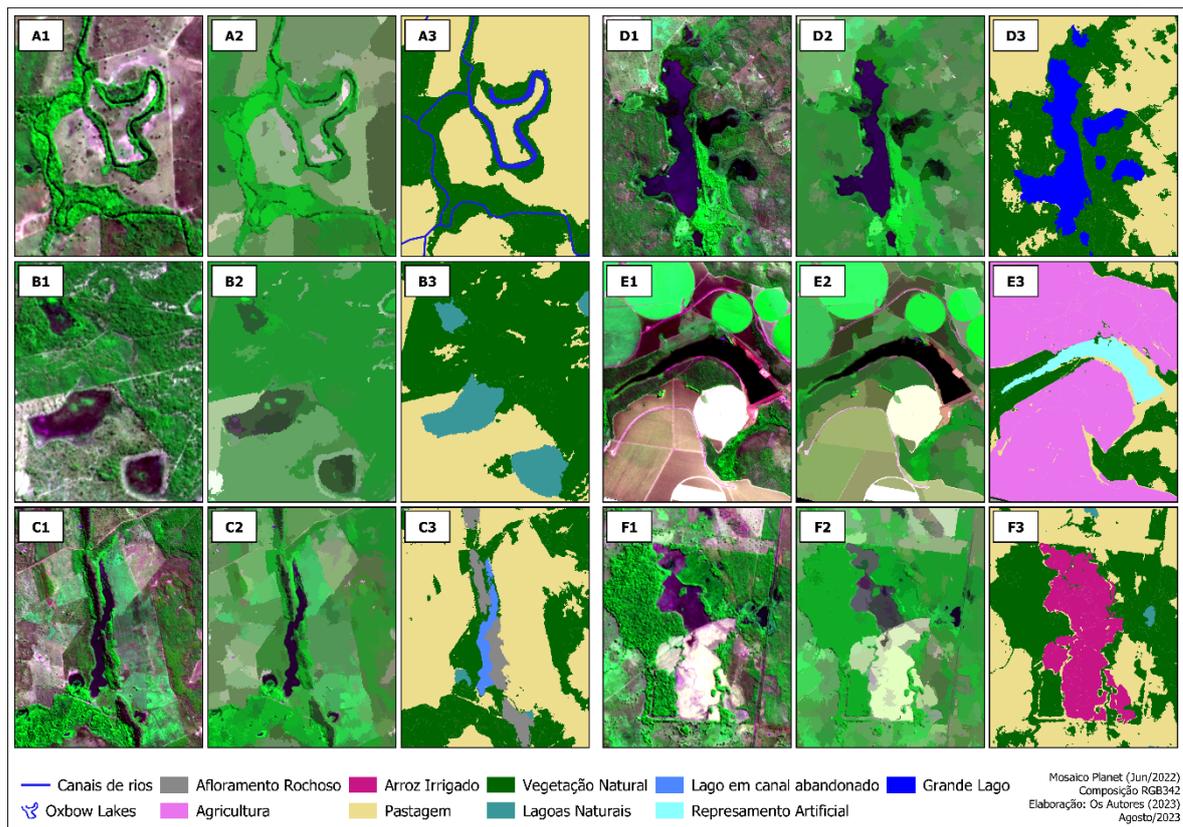
Tabela 1: Classificação das AUs presentes na bacia hidrográfica do rio Santa Maria (2022), seguindo a Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats, proposta por Junk *et al.*, (2015).

Sistemas	Subsistemas	Ordem	Subordem	Classe	Unidade Funcional	Subclasse	Macrohabitats
AUs Interiores	AUs com nível de água variável	AUs sujeitas a pulsos previsíveis monomodais de longa duração	AUs com pulsos de amplitude baixa	Bacia H. Rio Santa Maria (Pantanal Goiano)	Áreas perm. aquáticas	Rios	Canais de rios
						Lagos e Lagoas	Lagos em meandros (<i>oxbow lakes</i>)
							Lago em canal abandonado
							Lagoas de baixa conectividade
					Grande Lago: Lagoa Grande - Fazenda Tábua		
					Áreas perm. terrestres	Morros - Afloramentos de rochas calcárias	Áreas cobertas com Floresta Estacional Decidual (Mata Seca)
					Áreas antropogênicas	Áreas recentes	Reservatórios (represamento de rios)
Plantios irrigados - Arroz							

Fonte: Autoria própria.

Das oito áreas úmidas (macrohabitats) identificadas na bacia do rio Santa Maria (Figura 3), cinco são áreas úmidas permanentemente aquáticas, sendo elas: canais de rios (3A); lagos em meandros - *oxbow lakes* (3A); lagoas naturais, de baixa conectividade (3B); lago em canal abandonado (3C) e grande lago (3D). Uma área úmida é permanentemente terrestre, sendo os afloramentos rochosos (3C) e duas são áreas úmidas antropogênicas, representadas pelos represamentos artificiais (3E) e plantios de arroz irrigado (3F) (Junk *et al.*, 2015; Arruda *et al.*, 2023).

Figura 3: Áreas úmidas mapeadas em trechos distintos da bacia hidrográfica do rio Santa Maria, representados pela composição colorida RGB342 da imagem Planet (A1, B1, C1, D1, E1, F1); segmentação da imagem, através do algoritmo *Mean Shift* (A2, B2, C2, D2, E2, F2) e produto final (A3, B3, C3, D3, E3, F3).



Fonte: Autoria própria.

Em relação às AUs permanentemente aquáticas, os canais de rios delimitados somaram no total, aproximadamente, 4.267,45 km de extensão,

enquanto os cinco lagos em meandros (*oxbow lakes*) mapeados totalizaram 18,53 km. As lagoas naturais, de baixa conectividade, ocuparam 10,88 km² (0,50%) da bacia. O único lago em canal abandonado da área de estudo tem cerca de 0,27 km² (0,01%), e a classe de grande lago totalizou 2,39 km² (0,11%). A classe de AU permanentemente terrestre da bacia, representada pelos afloramentos de rocha calcária, somaram 3,59 km² (0,16%). Já se tratando das AUs antropogênicas, os represamentos artificiais ocuparam 3,03 km² (0,14%), enquanto os plantios irrigados de arroz representaram 8,79 km² (0,41%) do total da área de estudo.

Através do mapeamento de uso e cobertura da terra, para o ano de 2022, e das observações feitas no trabalho de campo, pôde-se perceber que as áreas do bioma Cerrado mais preservadas dentro da bacia do rio Santa Maria se localizam nas porções leste-sudeste e algumas à noroeste, ocupando cerca de 847,94 km² (39,21%). Nessas áreas o relevo é mais acidentado (com exceção da porção noroeste, onde o relevo é plano), sendo um fator limitante para a ocupação, o que contribui para a conservação da vegetação nativa. Em contrapartida, onde predominam os relevos planos e suavemente ondulados, sobretudo associados a Latossolos e Plintossolos (bastante utilizado no cultivo de arroz irrigado), não existem muitas restrições para as atividades agropecuárias na região.

A pastagem é a classe antrópica de uso do solo que predomina na bacia do rio Santa Maria, estando distribuída por toda a sua extensão, e avançando cada vez mais sobre as áreas úmidas da região. Esta classe totalizou 1.155,59 km² de área, representando 53,43% da bacia. Além disso, verificou-se extensas áreas agrícolas na área de estudo, especialmente em porções ao sul, leste e sudoeste da mesma, ocupando uma área de 130,02 km² (6,01%).

A vila de Santa Maria é a única área urbanizada existente na bacia, representando 0,25 km² (0,01%), o que demonstra que o processo de

urbanização não foi tão acentuado neste local, apesar das intensas transformações promovidas pela expansão da fronteira agrícola na região (que aumentou a circulação de produtos e pessoas).

Na Tabela 2 estão apresentados os dados referentes aos valores de área (km², ha e %), ocupada pelas classes de uso do solo e áreas úmidas mapeadas, com exceção dos canais de rios e *oxbow lakes*, onde apenas somou-se o comprimento de seus canais, não quantificando-os com o restante dos dados da tabela.

Tabela 2 - Valores de área ocupada pelas classes de uso do solo e pelas AUs presentes na bacia hidrográfica do rio Santa Maria (2022).

	Classes	rea (km ²)	rea (ha)	%
Uso e Cobertura do Solo	Vegetação Natural	847,94	84.793,76	39,21
	Agricultura	130,02	13.001,72	6,01
	Pastagem	1.155,59	115.559,32	53,43
	rea Urbana	0,25	24,71	0,01
reas midas (AUs)	Lagoas de baixa conectividade	10,88	1.087,73	0,50
	Grande Lago: Lagoa Grande - Fazenda Tábua	2,39	239,32	0,11
	Lago em Canal Abandonado	0,27	26,63	0,01
	Represamento Artificial	3,03	302,69	0,14
	Afloramento Rochoso - Rochas Calcárias	3,59	358,77	0,16
	Plantio de Arroz	8,79	878,80	0,41
	Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria	2.162,73	216.273,46	100

Fonte: Autoria própria.

Desta forma, percebe-se que na bacia hidrográfica do rio Santa Maria, no período analisado (2022), as áreas destinadas a agropecuária (1.285,61 km² - 59,44%) ocuparam maiores extensões do que as áreas de vegetação natural (847,94 km² - 39,21%), e as classes de áreas úmidas mapeadas (28,94 km² - 1,33%). Além disso, com o trabalho de campo na área de estudo foi possível observar que muitas AUs estão situadas em propriedades particulares, com intensas atividades agropecuárias, como é o caso das lagoas de baixa conectividade, ainda pouco estudadas na região. Considerando que estes ecossistemas já são áreas sensíveis às variações climáticas, esta dinâmica de ocupação que vem ocorrendo na região do Vo

do Paranã pode ocasionar a degradação e/ou desaparecimento destes ambientes.

Descrição Geral das Principais Subclasses e Macrohabitats

Unidade funcional 1: Áreas permanentemente aquáticas

Rios

Os macrohabitats permanentemente aquáticos são representados pelos canais dos rios e lagos permanentes. Neste mapeamento, não foi realizada uma separação entre as partes e componentes dos rios (margens, centro, corredeiras etc.), para o rio Santa Maria e seus afluentes, sendo futuramente necessário uma diferenciação mais detalhada, baseada nas características limnológicas, para complementar esta classificação. Assim, todos os canais que permitiam o escoamento linear das águas, dentro da escala de mapeamento, foram considerados como um único macrohabitat.

Lagos e Lagoas

Outros habitats permanentemente aquáticos são os inúmeros lagos e lagoas, que podem apresentar profundidades diferentes e conectividade variada com os rios (Junk *et al.*, 2015). Neste mapeamento, o sistema lacustre do Pantanal Goiano (bacia hidrográfica rio Santa Maria) foi caracterizado em quatro tipos, sendo eles: lagos em meandros (*oxbow lakes*), lago em canal abandonado, lagoas de baixa conectividade e grande lago (Lagoa Grande - Fazenda Tábua).

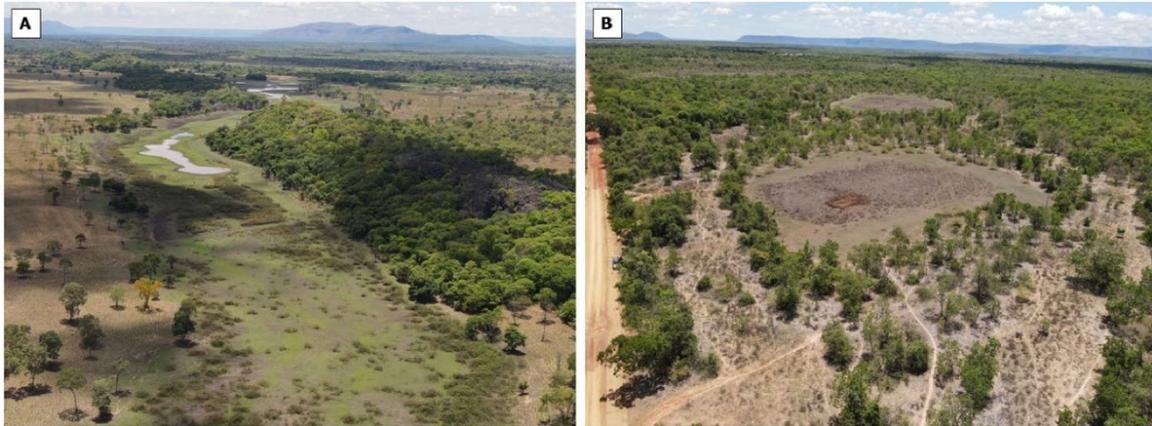
Os lagos em meandros (*oxbow lakes*) apresentam espelhos d'água estreitos com o desenvolvimento longitudinal geralmente sinuoso, onde sua gênese está associada a migrações de canais (Morais *et al.*, 2005; Arruda *et al.*, 2023). Ao longo do canal principal da bacia, foram identificados cinco *oxbow lakes*. Lagos em canais abandonados, geralmente se localizam em depressões

do relevo, e apresentam conexão com sistemas de afluentes externos. Apresentam uma morfologia alongada, com eixo perpendicular ao canal principal, e no período das águas altas estes lagos se conectam com o sistema principal através de canais numa ativa rede de drenagem interna (Bayer, 2002; Morais *et al.*, 2005; Junk *et al.*, 2015). O único lago em canal abandonado mapeado na área de estudo (Figura 4A), localiza-se próximo ao canal principal da bacia e ao afloramento de rochas calcárias.

As lagoas de baixa conectividade (Figura 4B) são ambientes normalmente isolados, onde o fluxo de água entre rio e lagoa ocorre ocasionalmente em episódios de grandes inundações, maiores do que as observadas nos ciclos hidrológicos anuais (Junk *et al.*, 2015). No Pantanal Goiano ocorrem inúmeras lagoas no período chuvoso, nas depressões e áreas mais planas da região do Vão do Paranã, o que facilita o acúmulo de água pela falta de energia para escoá-la (Carvalho e Zuchi, 2009). Como o trabalho de campo foi realizado na transição do período seco para o período chuvoso (novembro/2022), as lagoas da bacia hidrográfica do rio Santa Maria encontravam-se, predominantemente, secas.

Essas lagoas estão associadas à Superfície Regional de Aplainamento IVA - SRAIVA, que são superfícies de aplainamento com níveis lateríticos bem desenvolvidos. Sua gênese está principalmente ligada a processos de desmantelamento da laterita e ao comportamento hidrológico diferenciado entre o manto de intemperismo do saprolito e da rocha não-alterada, favorecendo a dissolução e a mobilização subsuperficial de detritos de granulometria fina (Latrubesse e Carvalho, 2006). Elas apresentam, em geral, formas arredondadas e dimensões reduzidas.

Figura 4: Lago em canal abandonado, próximo ao afloramento de rocha calcária (A); Lagoas naturais de baixa conectividade (B), que no período do trabalho de campo se encontravam completamente secas, na bacia hidrográfica do rio Santa Maria, Microrregião do Vão do Paranã (GO), em 2022.



Fonte: Autoria própria.

Já os grandes lagos, além de apresentarem maiores extensões, são geralmente ligados ao rio permanentemente, através de pequenos canais, porque a grande quantidade de água que entra e sai os mantém abertos (Junk *et al.*, 2015). Na área de estudo foi identificado um grande lago, denominado Lagoa Grande. Esta área úmida está localizada na Fazenda Tábua inserida entre as coordenadas 14°34'53" a 14°36'32" S e 46°40'9" a 46°39'16" O, no município de Alvorada do Norte - GO.

Unidade funcional 2: Áreas permanentemente terrestres

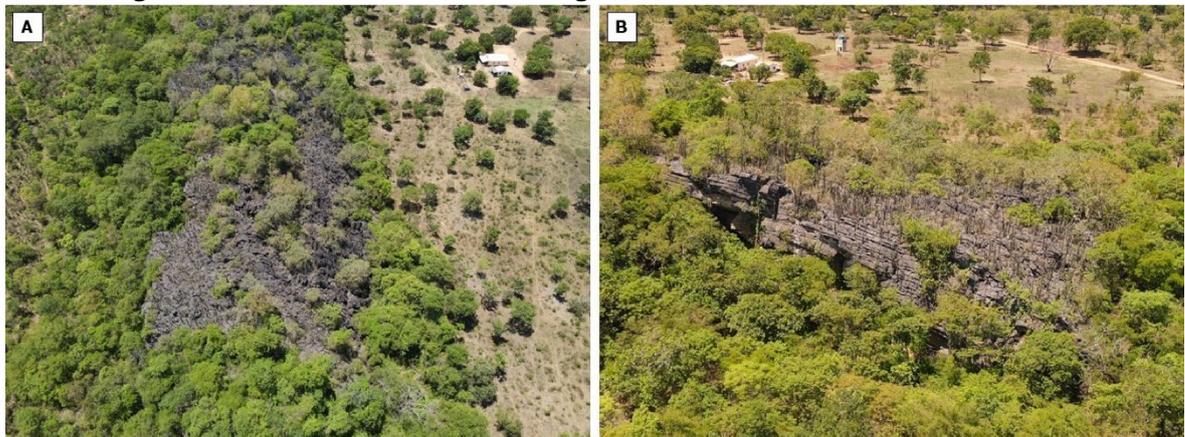
Morros - Afloramentos de rochas calcárias

O habitat permanentemente terrestre da bacia é representado pelos afloramentos de rochas calcárias (Figuras 5A e 5B), que apesar de não corresponderem à definição proposta de AUs, por permanecerem predominantemente secas, são importantes refúgios temporários da fauna, de populações humanas e seus animais domésticos (Junk *et al.*, 2015). São formações com substrato geológico ligados ao Grupo Bambuí (Formação Sete Lagoas) e às rochas do Grupo Paranoá (GOIAS, 2008; IBGE, 2018).

A litologia do Grupo Bambuí varia entre calcarenito, arcóseo, dolomito, siltito, folhelho e argilito, de origem sedimentar (Mascarenhas e Faria, 2018), cobrindo extensas áreas ao longo de toda a bacia, no sentido Norte-Sul. Já a litologia do grupo Paranoá concentra-se na porção sul-sudeste da bacia, na região da Serra de Santa Maria, variando entre quartzitos, metarenitos, metassiltitos, filitos e ardósias com lentes de calcários, dolomitos e conglomerado basal (Carvalho e Zuchi, 2009).

Estes afloramentos calcários estão cobertos por Florestas Estacionais Deciduais (FED), as Matas Secas, sendo o Vão do Paranã um local que abriga um dos maiores adensamentos de fragmentos de FED sobre afloramento calcário do Brasil (Ferreira e Tokarski, 2007; Hermuche *et al.*, 2011).

Figura 5: Afloramento de rochas calcárias cobertas por Mata Seca (A e B), na bacia hidrográfica do rio Santa Maria, Microrregião do Vão do Paranã (GO), em 2022.



Fonte: Autoria própria.

Além disso, estes macrohabitats terrestres também podem servir como refúgios periódicos para muitas espécies durante as cheias, tendo funções específicas em diferentes estágios do ciclo de vida da biota do local (Junk *et al.*, 2015).

Unidade funcional 3: Áreas antropogênicas

Áreas antrópicas recentes

De acordo Junk *et al.*, (2015), as áreas antropogênicas servem como abrigo e pouso em rotas migratórias, mas também têm sua dinâmica controlada por ações humanas e, dessa forma, sua contribuição para a diversidade biológica passa a ser consequência de sua utilidade aos interesses da sociedade. No Pantanal Goiano (bacia hidrográfica rio Santa Maria) foram mapeados os macrohabitats antropogênicos de reservatórios (represamento de rios) e plantios irrigados de arroz. Os reservatórios/barramentos da área de estudo foram construídos ao longo dos canais de rios, na intenção de servirem como reservatórios de acumulação, tendo como principal finalidade a irrigação de áreas agrícolas. Tais atividades modificam o fluxo da água e a hidrologia destas áreas, podendo também acarretar problemas para a fauna e flora aquáticas destes ambientes.

Já os plantios de arroz (orizicultura) irrigado da bacia (Figura 6) são sistemas de produção intensiva. Um dos municípios compreendidos pela bacia do rio Santa Maria é Flores de Goiás, considerado um dos principais produtores de arroz irrigado e reconhecido por liderar a produção deste tipo de grão no Estado (EMATER/GO, 2022). A orizicultura irrigada necessita de grandes quantidades de água e faz uso de adubos e/ou agroquímicos no seu processo produtivo. Parte da água desses sistemas com resíduos químicos volta para os rios em conexão, podendo afetar a sua flora e fauna, inclusive a saúde de populações humanas que vivem à jusante destas áreas e que fazem uso da água destes rios (Junk *et al.*, 2015).

Figura 6: Cultivo de arroz irrigado, na planície do rio Santa Maria, em 2022.



Fonte: Autoria própria.

Sabe-se que na região do Vão do Paranã a disponibilidade hídrica se mostra um fator limitante para o desenvolvimento de atividades agrícolas, já que dentre as regiões do Centro-Oeste brasileiro, ela se figura como a mais seca (Mascarenhas e Faria, 2018). Além disso, considerando que os plantios irrigados de arroz demandam muita água, tal atividade pode trazer severas consequências para o meio ambiente, atreladas ao mau uso desse recurso natural, caso os produtores irriguem suas culturas em excesso, tentando garantir que a falta de água não seja fator de redução no rendimento das lavouras (Guerra *et al.*, 2003).

Considerações finais

As Áreas Úmidas (AUs) presentes na área de estudo foram mapeadas, tendo como base a classificação proposta por Junk *et al.*, (2015). A bacia hidrográfica do rio Santa Maria, inserida na região do Pantanal Goiano, foi caracterizada como uma classe de área úmida, sendo mapeados oito macrohabitats de AUs, classificados como interiores, com nível de água variável, sujeitas a pulsos previsíveis, monomodais, de longa duração e de amplitude baixa.

Com base no levantamento bibliográfico prévio sobre o tema, e com o emprego do geoprocessamento, também foram mapeadas, quatro classes de uso da terra (agricultura, pastagem, área urbana e vegetação natural) para a bacia hidrográfica do rio Santa Maria, referente ao ano de 2022. Desta forma, foi possível observar a predominância da classe pastagem sobre as demais, além de vários trechos voltados para a agricultura, o que revela o processo de supressão da vegetação nativa e o consequente processo de substituição destas áreas por áreas agrícolas e pastoris, num cenário de várias transformações ocasionadas pelo avanço da fronteira agrícola na região nordeste do Estado de Goiás. Neste sentido, são necessárias políticas públicas que visem a criação de uma Unidade de Conservação, considerando as áreas onde estes ecossistemas naturais estão inseridos e seu entorno, de forma que estes ambientes fiquem protegidos.

A caracterização de áreas úmidas no contexto de um sistema de classificação pode gerar novos conhecimentos e informações que forneçam subsídios aos órgãos ambientais e tomadores de decisão. Assim, estudos detalhados destas áreas tornam-se uma importante estratégia quanto à gestão, ao manejo e à conservação desses ecossistemas. Na Microrregião do Vão do Paranã, conhecida por conter extensas áreas úmidas e locais considerados como de alta e muito alta prioridade para preservação da biodiversidade, existe uma carência de estudos que favoreçam políticas adequadas de ocupação, o que tem comprometido a qualidade e integridade dos ambientes naturais desta região.

Sendo assim, esta pesquisa, de cunho inicial, poderá servir de suporte para pesquisas futuras relacionadas às Áreas Úmidas na área de estudo, que estão desaparecendo sem ao menos terem sido feitos mais estudos detalhados sobre a gênese, ecologia, biogeografia e os serviços ecossistêmicos prestados por estes ambientes da região.

Referencias

ARRUDA, E. C.; CUNHA, C. N.; JUNK, W. J. Área Alagável do Rio Araguaia: Classificação dos Macrohabitat de uma Grande Área Úmida Savânica Tropical. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 02, p. 01-24, 2023.

BAYER, M. **Diagnóstico dos processos de erosão/assoreamento na planície aluvial do rio Araguaia: entre Barra do Garças e Cocalinho**. 2002. 138 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

CARVALHO, T. M.; ZUCHI, M. R. Morfometria e caracterização do meio físico de ambientes lacustres no vão do Paranã-Goiás, Brasil. Uma primeira aproximação. **Terra Nueva Etapa**, Distrito Capital, v. 25, n. 38, p. 111-139, 2009.

FARIA, K. M. S.; SILVA, E. V. Dinâmica das paisagens antropogênicas na microrregião do Vão do Paraná (GO). **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 14, n. 02, p. 141-152, 2020.

FROTA, A. V. B.; IKEDA-CASTRILLON, S. K.; KANTEK, D. L.; SILVA, C. J. Macrohabitats da Estação Ecológica de Taiamã, no contexto da Área Úmida Pantanal mato-grossense, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, Belém, v. 12, n. 02, p. 239-254, 2017.

MOREIRA, M. L. O.; MORETON, L. C.; ARAÚJO, V. A.; LACERDA FILHO, J. V.; COSTA, H. F.. **Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Texto explicativo do mapa geológico de Estado de Goiás e Distrito Federal. Escala 1.500.000. Goiânia: CPRM/SIC - FUNMINERAL, 2008.

GUASSELLI, L. A.; SIMIONI, J. P. D.; LAURENT, F. Mapeamento e classificação de áreas úmidas usando Topographic Wetness Index (TWI) a partir de modelos digitais de elevação, na bacia hidrográfica do Rio Gravataí: Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 21, n. 03, p. 639-659, 2020.

GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA, O. C.; EVANGELISTA, W. **Necessidade hídrica no cultivo de feijão, trigo, milho e arroz sob irrigação no bioma Cerrado**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 100. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 15 p.

HERMUCHE, P. M.; SANO, E. E.; BERREZA, H. D. A reflectância acumulada como subsídio ao mapeamento da Floresta Estacional Decidual no Vão do Paranã, Goiás. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, Curitiba, 2011. Anais do Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, São José dos Campos, SP: MCT/INPE, 2011. 2012-2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados do Brasil - Brasil em Síntese**. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil - Escala 1:250.000**. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, 2018. 8p.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climáticas do Brasil 1961 - 1990**. Brasília: INMET. 2020.

JUNK, W. J. PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; CUNHA, C. N.; MALTCHIK, L.; SCHOENGART, J.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A. A.; NÓBREGA, R. L. B. Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável. In: CUNHA, C. N.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. (Org.) **Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats**. Cuiabá: EdUFMT, 2015.

LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T. M. **Geomorfologia de Goiás e Distrito Federal**. 2. ed. Goiânia: Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Goiás, 2006. 127 p.

LIMA, E. J. **Composição e distribuição de comunidades de plantas aquáticas em duas lagoas no pantanal goiano, Flores de Goiás, Brasil**. 2021. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas - Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, 2023. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 22 jan. 2024.

MASCARENHAS, H. G. B.; FARIA, K. M. S. Dinâmica da paisagem e relações com o uso do solo e fragmentação da cobertura vegetal no município de Flores de Goiás (GO) entre 1985 e 2017. **Élisée - Revista de Geografia da UEG**, Porangatu, v. 07, n. 02, p. 115-135, 2018.

OLIVEIRA, A. E. L. **Análise espacial e temporal aplicada à delimitação do sistema lacustre da bacia hidrográfica do rio Santa Maria, na Microrregião do Vão do Paranã (GO)**. 2023. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Ambientais) - Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2023.

PONCIANO, T. A.; RODRIGUES, H. S. M. C.; FARIA, K. M. S. Abordagem morfopedológica para avaliação histórica da estrutura da paisagem no Vão do Paranã (GO). **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 111-127, 2019.

SOUZA, I. C.; SILVEIRA, H. L. F.; RODRIGUES, C. A. G.; FRANZIN, J. P.; RONQUIM, C. C. In: 17º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2023, Campinas, 2023. Anais 17º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC. Campinas: Embrapa Territorial, 2023. 01-11.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisa concedida ao primeiro autor durante sua graduação, período no qual iniciou seus estudos sobre as áreas úmidas do Vão do Paranã. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Agradecem também à equipe do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), pelo apoio logístico na Área de Proteção Ambiental (APA) das Nascentes do Rio Vermelho durante o trabalho de campo.

Publisher

Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Socioambientais. Programa de Pós-graduação em Geografia. Publicação no Portal de Periódicos UFG.

As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

Contribuição dos autores

Todos os autores ofereceram substanciais contribuições científicas e intelectuais ao estudo. As tarefas de concepção e design do estudo, preparação e redação do manuscrito, bem como, revisão crítica foram desenvolvidas em grupo. A primeira autora Ana Elisa de Lima Oliveira ficou especialmente responsável pelo desenvolvimento teórico-conceitual, aquisição de dados, produção dos mapas, suas interpretações e análise. O segundo autor Maximiliano Bayer, pelas interpretações e análises dos resultados e pelo exame teórico-conceitual final do texto. Declaramos ainda ciência das Diretrizes Gerais do BGG.

Ana Elisa de Lima Oliveira Mestranda em Ciências Ambientais - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCIAMB/UFG)

Maximiliano Bayer Doutorado em Ciências Ambientais - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCIAMB/UFG)

Data de recebimento: 15 de fevereiro de 2024

Aceite: 19 de setembro de 2024

Publicação: 17 de dezembro de 2024