

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA APA DO LAJEADO, CAMPO GRANDE (MS), AO LONGO DE DEZ ANOS (2010-2020)

ANALYSIS OF LAND USE AND OCCUPATION OF THE LAJEADO EPA, CAMPO GRANDE (MS), OVER TEN YEARS (2010-2020)

ANÁLISIS DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO EN APA DO LAJEADO, CAMPO GRANDE (MS), A LO LARGO DE DIEZ AÑOS (2010-2020)

Felipe Gavioli Diniz¹

Adriana Takahasi²

Resumo: A APA dos mananciais do Córrego Lajeado localiza-se em Campo Grande (MS) e conta com 52,37 km², dividida entre zona rural (66%) e urbana (34%). Esta unidade de conservação foi criada para a conservação de um dos principais mananciais para o abastecimento de água do município, mas que tem sofrido redução de sua vazão. Assim, nosso objetivo foi avaliar as alterações que ocorreram na vegetação, uso e ocupação da terra no período de 2010 a 2020. O mapeamento utilizou imagens Landsat 5 TM (2010) e Sentinel-2 (2020) e softwares Google Earth e Qgis 3.16.5. Foram determinadas catorze categorias de vegetação, uso e ocupação do solo para a produção de mapas temáticos com a aplicação de NDVI. A maior parte da área é ocupada por pastagens (39%) e sofreu uma pequena redução (2%) ao longo do período avaliado. As edificações ocupam 22% do total da área com aumento de 3,4% em 2020. A vegetação nativa teve um discreto aumento, especialmente ao longo dos cursos d'água, ocupando quase 25% da área total da APA. Além de se registrar o aumento da erosão do solo principalmente próximos às nascentes de alguns corpos hídricos nota-se a intensificação de fluxo de pessoas e veículos próximos ao Aeroporto Santa Maria que podem aumentar a pressão sobre os recursos naturais. Assim, sugerimos implementação de novas estratégias de manejo como a adoção de infraestrutura verde nos bairros e incentivo à restauração de ecossistemas na zona rural, além de uma gestão ambiental participativa.

Palavras-chave: Conservação; Vegetação; Recursos hídricos.

Abstract: The EPA of Córrego Lajeado's water sources in Campo Grande (MS) has 52.37 km² and is divided between rural (66%) and urban (34%) areas. This unit was created for the conservation of one of the main sources of water supply in the municipality, which has been suffering a reduction in its flow. Therefore, our objective was to assess the changes that occurred in vegetation, land use, and occupation in the period from 2010 to 2020. We used Landsat 5 TM (2010) and Sentinel-2 (2020) images and Google Earth and Qgis 3.16.5 software for mapping. Fourteen categories of vegetation, land use, and occupation were determined for

¹ Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande/MS. E-mail: felipegavioli7@gmail.com. Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/5649271350364304>. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-0325-2671>.

² Doutora em Ecologia pela Universidade de São Paulo. Professora na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande/MS. E-mail: adriana.takahasi@ufms.br. Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/3245052395810421>. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0001-5467-7808>.

the production of thematic maps with the application of NDVI. Most of the area is occupied by pastures (39%) and suffered a small reduction (2%) over the period evaluated. The buildings occupy 22% of the total area, with an increase of 3.4% in 2020. The native vegetation had a slight increase, especially along the watercourses, and it occupies almost 25% of the total area of the APA. In addition to registering the increase in soil erosion, especially near the sources of some water bodies, there is an increase in the flow of people and vehicles near the Santa Maria Airport, which can increase pressure on natural resources. Therefore, we suggest the implementation of new management strategies such as the adoption of green infrastructure in the neighborhoods and encouragement to restore ecosystems in rural areas, in addition to participative environmental management.

Keywords: Conservation; Vegetation; Water Resources.

Resumen: El APA de los manantiales del arroyo Lajeado se encuentra en Campo Grande (MS) y tiene 52,37 km², divididos entre el área rural (66%) y el área urbana (34%). Esta unidad de conservación se creó para la conservación de uno de los principales manantiales para el suministro de agua municipal, pero que ha sufrido una reducción de su caudal. Por lo tanto, nuestro objetivo era evaluar los cambios que se produjeron en la vegetación, el uso del suelo y la cobertura del suelo en el período comprendido entre 2010 y 2020. En la cartografía se utilizaron imágenes Landsat 5 TM (2010) y Sentinel-2 (2020) y los programas informáticos Google Earth y Qgis 3.16.5. Se determinaron catorce categorías de vegetación, uso y cobertura del suelo para la elaboración de mapas temáticos con la aplicación del NDVI. La mayor parte de la superficie está ocupada por pastos (39%) y sufrió una pequeña reducción (2%) durante el periodo evaluado. Los edificios ocupan el 22% de la superficie total, con un aumento del 3,4% en 2020. La vegetación autóctona tuvo un ligero aumento, especialmente a lo largo de los cursos de agua, ocupando casi el 25% de la superficie total del APA. Además del aumento de la erosión del suelo, especialmente cerca de los manantiales de algunas masas de agua, se ha observado la intensificación del flujo de personas y vehículos cerca del aeropuerto de Santa María, lo que puede aumentar la presión sobre los recursos naturales. Así, se sugiere la implementación de nuevas estrategias de gestión como la adopción de infraestructura verde en los barrios y el fomento de la restauración de ecosistemas en las zonas rurales, además de una gestión ambiental participativa.

Palabras clave: Conservación; Vegetación; Recursos hídricos.

Introdução

As áreas verdes urbanas e periurbanas devem ser tratadas como infraestrutura verde oferecendo importantes serviços ecossistêmicos como a manutenção da biodiversidade, sequestro de carbono, interações entre homem-árvores e distribuição de árvores urbanas socialmente mais justa (LIVESLEY ET AL., 2016). No Brasil, temos observado algumas iniciativas para difundir e aplicar o conceito de serviços ecossistêmicos, especialmente através do pagamento de serviços ambientais (PSA). Um dos principais mecanismos de PSA se dá, justamente, na gestão dos recursos hídricos (CAMPANHA ET AL., 2019).

Outro mecanismo de proteção destas áreas naturais é a proteção integral dos ecossistemas com a criação de Unidades de Conservação. Dentre elas, uma das mais difundidas é a Área de Proteção Ambiental (APA) que pertence ao grupo de unidades de conservação de

uso sustentável (BRASIL, 2000). No município de Campo Grande (MS) temos três APA's municipais: a APA da bacia do córrego Ceroula, dos mananciais do córrego Guariroba e a APA dos mananciais do córrego Lajeado (APA do Lajeado) (SANTOS E KRAWIEC, 2011).

As APA's são demarcadas em terras públicas ou privadas, normalmente já ocupadas, provocando o aumento de conflitos entre diferentes grupos com interesses econômicos, ambientais e sociais, como por exemplo: moradores locais, povos tradicionais, proprietários fundiários, pequenos produtores rurais, empresários do ramo turístico, órgãos governamentais e ONG'S e associações correlatas (MOREIRA E ANDRADE, 2008).

Esses conflitos são ocasionados pelo crescimento populacional, especialmente no ambiente urbano, e por aspectos econômicos e tecnológicos que, juntamente com a ausência de um planejamento adequado provocam o crescimento desordenado das cidades. O desenvolvimento das cidades acarreta profundas alterações no uso e ocupação da terra, trazendo implicações prejudiciais ao ecossistema e a qualidade ambiental, com a retirada da vegetação nativa, diminuição de solos permeáveis que contribuem na infiltração da água no solo, alimentando os lençóis freáticos e o aumento dos solos impermeáveis (PINTO, 2011; SIMONETTI ET AL., 2019).

A impermeabilização do solo acaba gerando problemas permanentes no sistema hidrológico das cidades, como o aumento do escoamento superficial e a diminuição da infiltração do solo, agravando as chances de ocorrência de inundações, conforme o curso hídrico recebe volumes cada vez maiores de água (FONTES E BARBASSA, 2003; GUTIERREZ ET AL., 2011).

O uso de geotecnologias tem se tornado muito importante para o planejamento e atividades ligadas ao uso dos recursos naturais e para definição de estratégias de conservação dos recursos naturais. As geotecnologias tratam sobre estudos relativamente amplos e complexos, possuindo conceitos básicos para uma melhor compreensão, como por exemplo, Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto (MENDONÇA ET AL., 2011).

O Sensoriamento Remoto é visto com eficiente e vantajoso por causa do baixo custo para obtenção das imagens, qualidade da resolução e disponibilidade em programas gratuitos (PARANHOS FILHO ET AL., 2021), utilizado na aquisição de dados de uso do solo mostrando as transformações dos ambientes, impactos por fenômenos naturais ou com influência do homem, dando destaque a expansão urbana, queimadas e desmatamento (FLORENZANO, 2005).

Estas ferramentas têm sido utilizadas em estudos ambientais e propostas de manejo nas duas principais bacias hidrográficas (BH) da região, desde estudos de susceptibilidade a erosão nas Bacias Hidrográficas do córrego Lajeado (CAPOANE E SILVA, 2020) e do córrego Guariroba (CAPOANE, 2019) até estudos de análise multitemporal da área coberta por vegetação nativa e pela lâmina d'água da barragem para o abastecimento da APA do Guariroba (OLIVEIRA ET AL., 2017).

A APA dos mananciais do Córrego Lajeado foi estabelecida por meio do Decreto N° 8.265, de 27 de julho de 2001 e sua criação esteve atrelada a necessidade de proteção do seu ecossistema, incluindo as espécies raras e ameaçadas de extinção além do solo e outros atributos naturais para a preservação da qualidade ambiental da BH do Lajeado. Um desses atributos é a recuperação e conservação de seus recursos hídricos pois se trata da segunda mais importante fonte de abastecimento público de água de Campo Grande.

Atualmente a APA do Lajeado vem sofrendo com o aumento das áreas impermeáveis pelo adensamento de edificações destinadas a residências e serviços em geral (CAMPO GRANDE, 2012), com a redução da vegetação nativa na área urbana e no aumento de atividade do aeroporto de Santa Maria na zona rural da APA.

Diante desse contexto, nosso objetivo foi analisar as alterações que ocorreram no uso e ocupação da terra, principalmente quanto à cobertura vegetal da APA do Lajeado durante os anos de 2010 e 2020 para subsidiar a revisão do Plano de Manejo.

Materiais e métodos

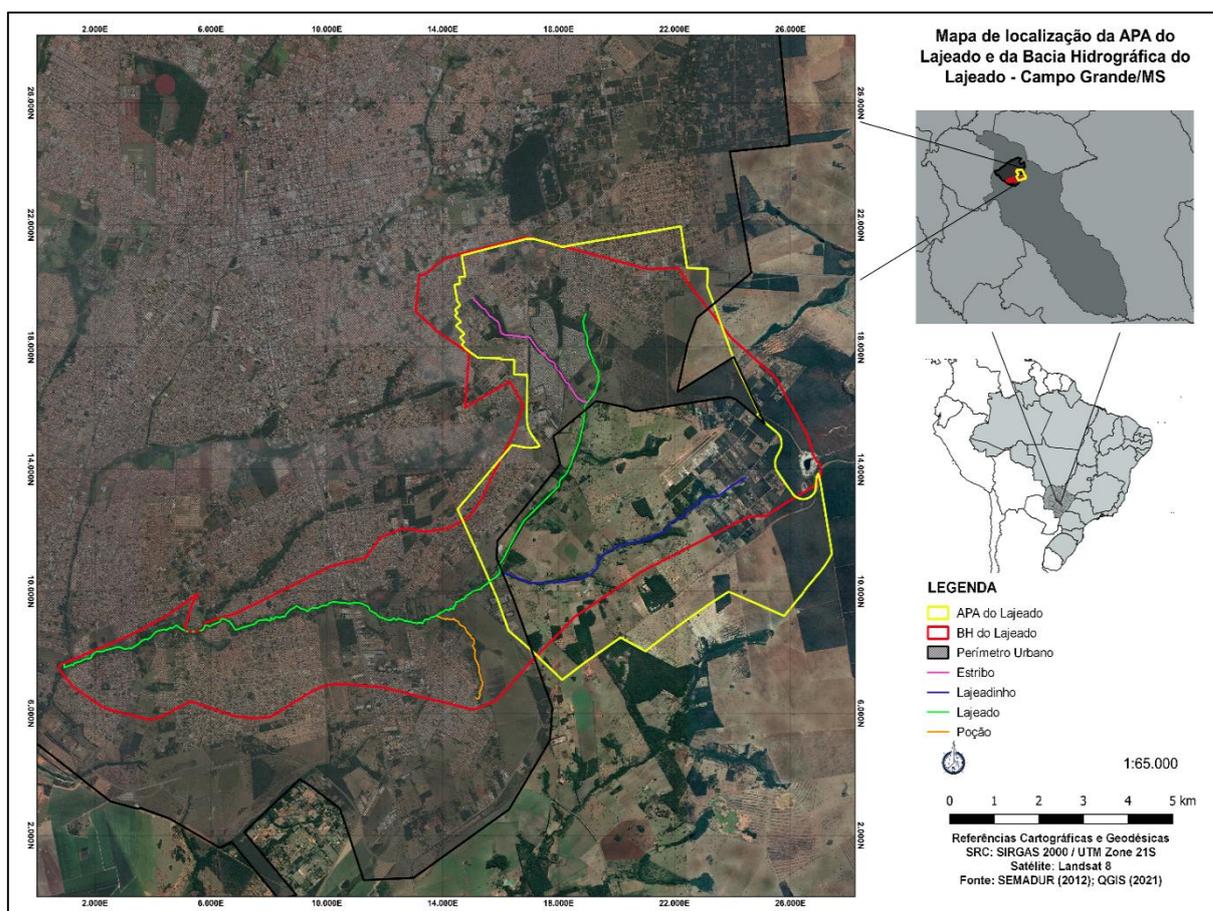
Caracterização da área de estudo

O local de estudo está situado no Município de Campo Grande, capital de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil. A área total do Município de Campo Grande é de 8.092,95 km² com o perímetro urbano de aproximadamente 35.903,77 ha, ocupando 2,26% da área total do Estado (CAMPO GRANDE, 2019). A APA dos mananciais do Córrego Lajeado está a cerca de 10 quilômetros do centro da cidade de Campo Grande (MS) possui uma área total de 52,37 Km², caracterizada por ocupações urbanas e rurais sendo que 66% do seu território se encontra em áreas rurais e 34% do seu território está inserido no perímetro urbano de Campo Grande, prevalecendo a retirada de sua cobertura vegetal para construção de imóveis na área urbana e o uso de campos e pastagens em sua área rural (CAMPO GRANDE, 2012).

A APA do Lajeado (Figura 1) foi escolhida devido a necessidade de recuperação e conservação dos recursos hídricos da BH do Lajeado e sua importância no abastecimento de

água do município representando cerca de 12% do abastecimento total, sendo o segundo maior sistema produtor de água do município de Campo Grande (CAMPO GRANDE, 2001; CAMPO GRANDE, 2012). A Bacia Hidrográfica do Lajeado localiza-se no perímetro urbano (70,1%) e rural (29,9%) de Campo Grande (CAPOANE E SILVA, 2020), composta pelos cursos hídricos Estribo, Poção, Lajeado e Lajeadinho, no qual o último se encontra no perímetro rural de Campo Grande (CAMPO GRANDE, 2019; CAMPO GRANDE, 2019) e está inserida na sub-bacia do Rio Pardo que faz parte da BH do Paraná. Além disso, como a APA se localiza em duas áreas com características distintas, a área urbana e rural de Campo Grande, pode apresentar informações específicas de cada área, indispensáveis para estudos futuros na região.

Figura 1: Localização e limites da APA do Lajeado e da Bacia Hidrográfica do Lajeado - Campo Grande/MS.



Fonte: autor (2021)

Procedimentos Metodológicos

A identificação das categorias de uso e ocupação da terra e sua quantificação, dando destaque à cobertura vegetal foram feitas com a utilização das imagens do satélite Sentinel-2 de 01 de agosto de 2020, do satélite Landsat 5 TM de 15 de junho de 2010 com o auxílio das imagens do Google Earth, 2021 e do Qgis versão 3.16.5, além do diagnóstico de campo realizado em 09 de novembro de 2020. Foram adotadas as seguintes categorias: Agricultura, Área Edificada, Área Especial, Área de lazer, Campo Antrópico, Cerradão, Cerrado, Corpos Hídricos, Leucena, Mata Ciliar / Mata Galeria, Pastagem, Solo exposto / Erosão, Vegetação Mista e Veredas / Campo Limpo Úmido. A definição de cada categoria baseou-se nos estudos dos seguintes autores: Ribeiro e Walter (1998); Meirelles et al., (2002); Lima (2004); Ribeiro e Walter (2008); Magalhães et al. (2013); além do plano de manejo da APA do Lajeado (Campo Grande, 2012).

As imagens fornecidas pelo satélite Sentinel-2 dispõe de um ótimo potencial de mapeamento para escalas regionais e de um satélite multiespectral, com resoluções espaciais de 10 m, 20 m e 60 m, contendo treze bandas espectrais (Tabela 1), fundamental para auxiliar no monitoramento da terra, sobretudo das mudanças de uso do solo, mudança de cobertura da terra, agricultura, pecuária, florestas, mapeamento de variáveis biofísicas, de desastres, de riscos e de águas costeiras e interiores (REZENDE ET AL., 2017). Essas imagens foram obtidas gratuitamente no site (SENTINEL HUB EO BROWSER, 2020).

Tabela 1: Propriedades do Satélite Sentinel-2 com o seu sensor, resolução espacial, resolução espectral, banda espectrais e o comprimento da onda central.

Sensor	Resolução Espacial	Número da Banda	Bandas Espectrais	Comprimento da Onda Central (nanômetro)
MSI (MultiSpectral Instrument)	10m	B02	Blue (azul)	490
		B03	Green (verde)	560
		B04	Red (vermelho)	665
		B08	NIR (infravermelho próximo)	842
	20m	B05	Red Edge 1	705
		B06	Red Edge 2	740
		B07	Red Edge 3	783
		B08A	Red Edge 4	865
		B11	SWIR 1	1610
		B12	SWIR 2	2190
	60m	B01	Aerossol	443
		B09	Water Vapor	940
		B10	Cirrus	1375

Fonte: ESA (2015). Elaborado pelos autores (2021)

As imagens disponíveis do satélite Landsat 5 TM foram obtidas no site United States Geological Survey (2020) e escolhidas por serem umas das melhores imagens para o ano de 2010, possuindo sensores do tipo TM (Thematic Mapper), seis bandas espectrais com resolução espacial de 30 m e uma banda termal com resolução de 120 m (Tabela 2) (NAPOLEÃO, 2001). Como apoio ao trabalho, as imagens Landsat 8 e CNES/ Airbus fornecidas pelo Google Earth também foram utilizadas.

Tabela 2: Propriedades do Satélite Landsat 5 TM, com o seu sensor, resolução espacial, resolução espectral, banda espectrais e o seu número da banda.

Sensor	Resolução Espacial	Número da Banda	Bandas Espectrais	Resolução Espectral
TM (Thematic Mapper)	30m	B01	Azul	0,45 - 0,52
		B02	Verde	0,50 - 0,60
		B03	Vermelho	0,63 - 0,69
		B04	Infravermelho próximo	0,76 - 0,90
		B05	Infravermelho médio	1,55 - 1,75
	B07	Infravermelho médio	2,08 - 2,35	
	120m	B06	Infravermelho Termal	10,4 - 12,5

Fonte: USGS (2019). Elaborado pelos autores (2021)

Para auxiliar na identificação das categorias do uso e ocupação da terra foi gerado o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) no software Qgis 3.16.5. O NDVI é um dos índices mais usados em monitoramento da vegetação graças a sua capacidade de medir a atividade clorofiliana e é obtido através da diferença e soma das reflectâncias do infravermelho próximo e vermelho (CORDEIRO ET AL., 2017)

Resultados e Discussão

Aplicação do NDVI para análise da cobertura vegetal da APA do Lajeado

A aplicação do NDVI sobre a imagem de satélite Landsat 5 TM (2010) apresenta um valor máximo de 0,421 enquanto que, aplicado sobre a imagem Sentinel-2 (2020) o valor máximo atinge 0,829 (Tabela 3). Tais diferenças se dão pela resolução espacial dos satélites: Sentinel-2 com resolução de 10 metros, sendo inaugurado em 2015 e se encontra disponível até os dias de hoje e o Landsat 5 TM com resolução de 30 metros e foi inaugurado em 1984 e

disponível até janeiro de 2013. Isto reflete a evolução do sensoriamento remoto com os avanços da tecnologia, alterando e transformando os satélites, principalmente com relação a suas órbitas e dos sensores em termos de resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal (PIROLI, 2012; BORGES ET AL., 2015).

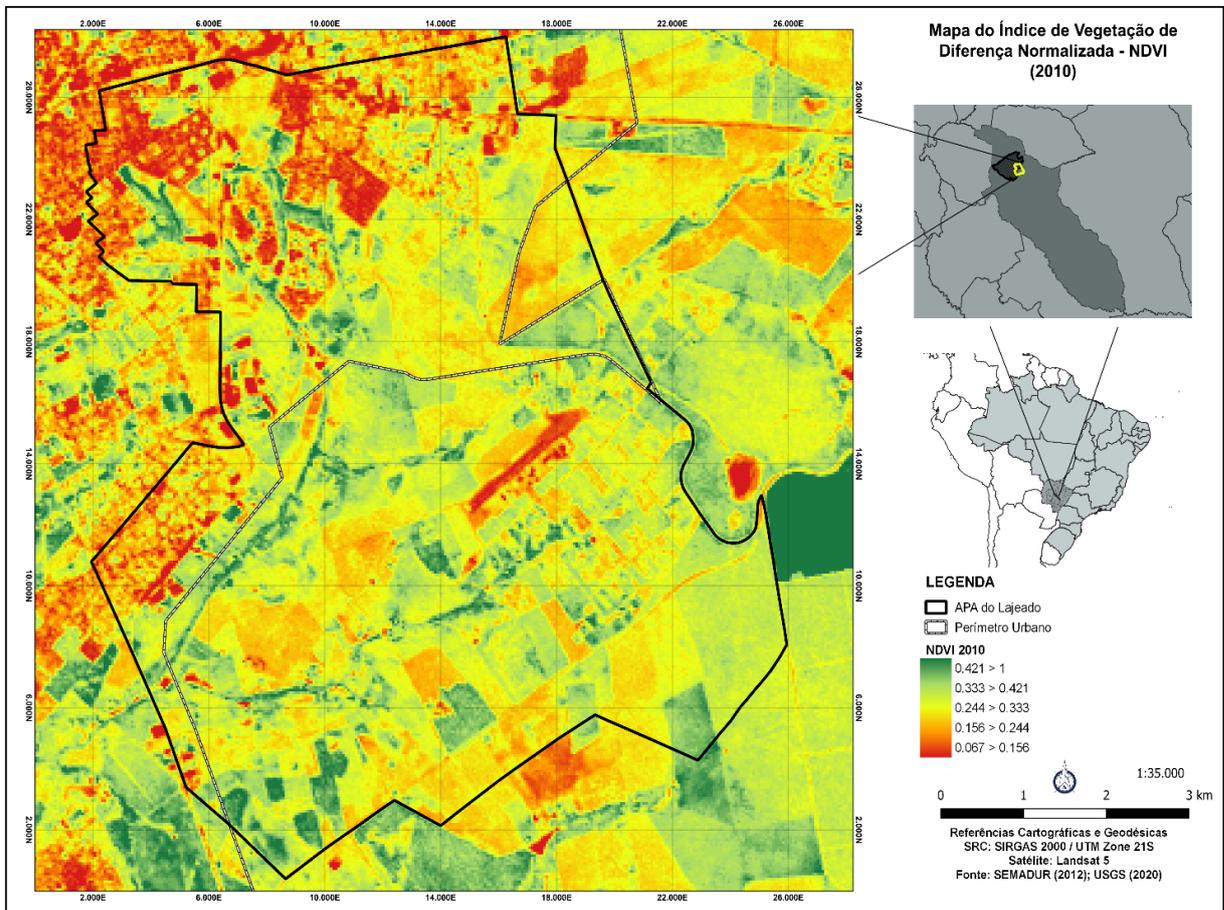
Tabela 3: Valores e intervalos dos resultados do NDVI aplicado para as imagens de satélite dos anos de 2010 (Landsat 5 TM) e 2020 (Sentinel-2).

Classes	Representação da superfície	Valores/intervalos do NDVI 2010	Valores/intervalos do NDVI 2020
1	Vegetação densa e/ou úmida	0.421 > 1	0.829 > 1
2	Vegetação moderadamente densa e/ou úmida	0.333 > 0.421	0.643 > 0.829
3	Vegetação esparsa, rala e pouco úmida	0.244 > 0.333	0.456 > 0.643
4	Solo exposto e solo descoberto	0.156 > 0.244	0.270 > 0.456
5	Corpos d'água e edificações	0.067 > 0.156	0.083 > 0.270

Fonte: Autor (2021)

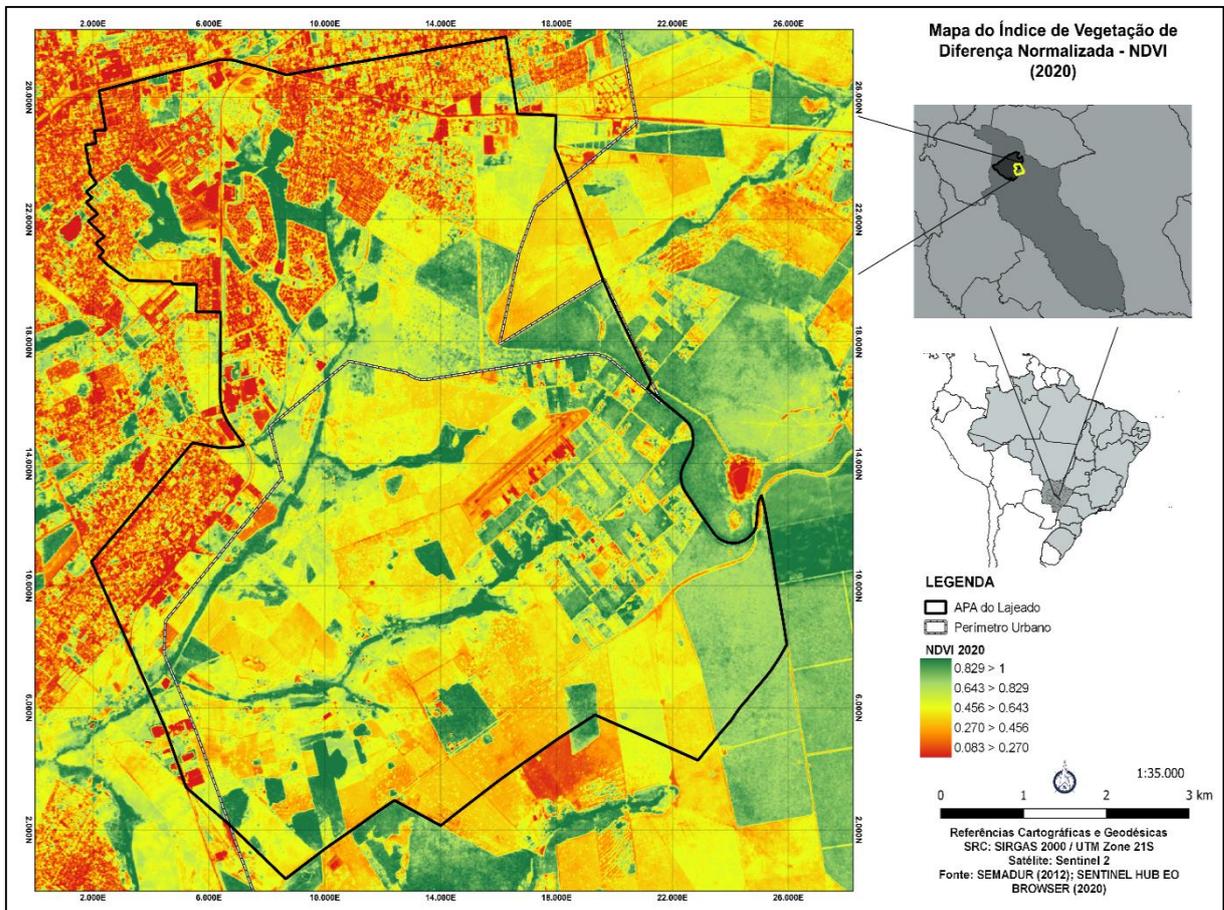
Observando as Figuras 2 e 3 nota-se que a classe 1 (fitofisionomias de formações florestais: Cerradão, Mata Ciliar e Mata Galeria) e a classe 5 (edificações) apresentaram um aumento na área ocupada no período de estudo. Destacamos que o aumento da área ocupada por vegetação nativa se concentrou às margens dos cursos hídricos no perímetro rural enquanto que o aumento da área ocupada por edificações e do solo impermeável se concentra na zona urbana da APA do Lajeado.

Figura 2: Aplicação do NDVI utilizando imagens do satélite Landsat 5 de 15 de junho de 2010.



Fonte: Autor (2021)

Figura 3: Aplicação do NDVI utilizando imagens do satélite Sentinel-2 de 01 de agosto de 2020.



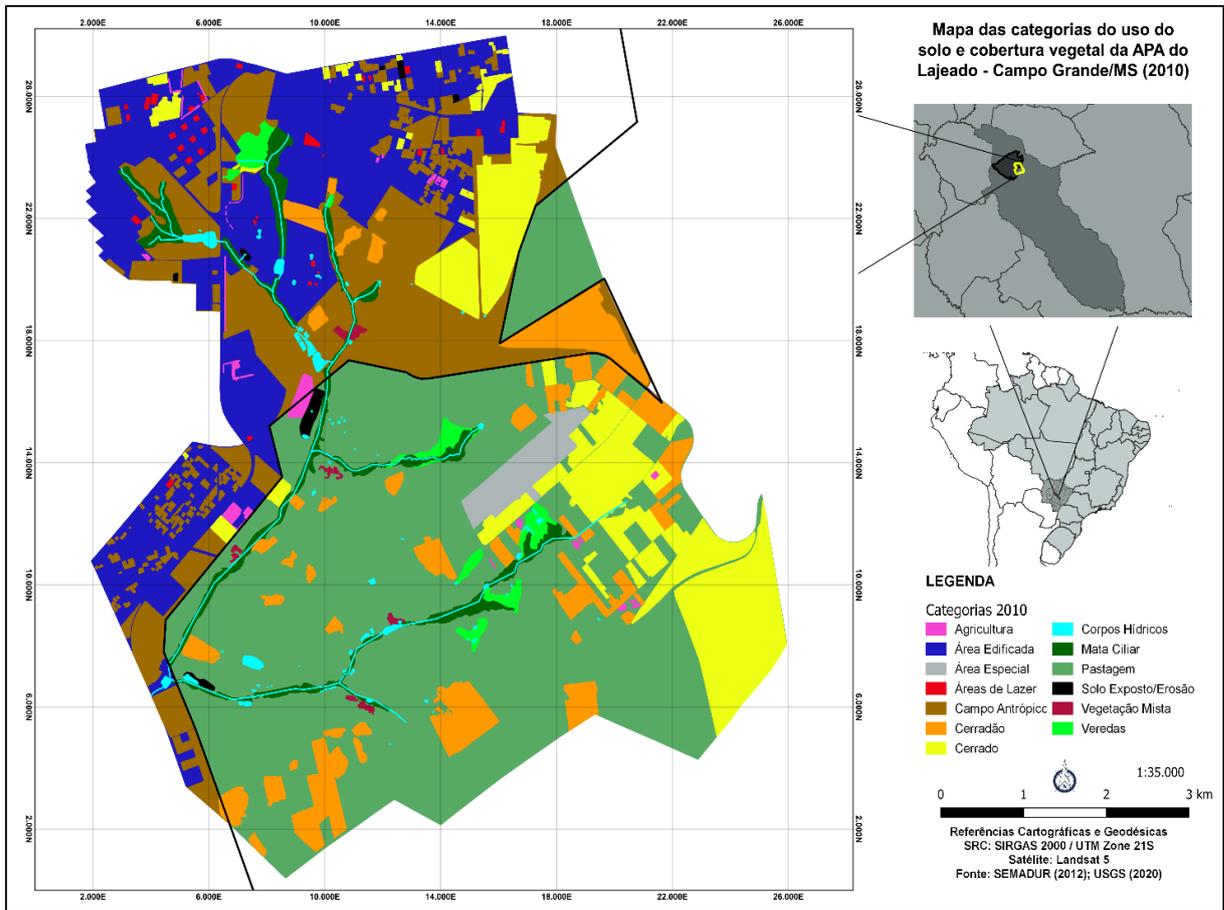
Fonte: Autor (2021)

A classe 3, que corresponde a superfícies com baixa atividade fotossintética e áreas com pouca densidade, ralas e pouco úmidas, apresentou uma redução de área no período analisado especialmente nas áreas de pastagem na zona rural.

Mudanças no uso do solo e cobertura vegetal na APA do Lajeado no período de 2010 a 2020

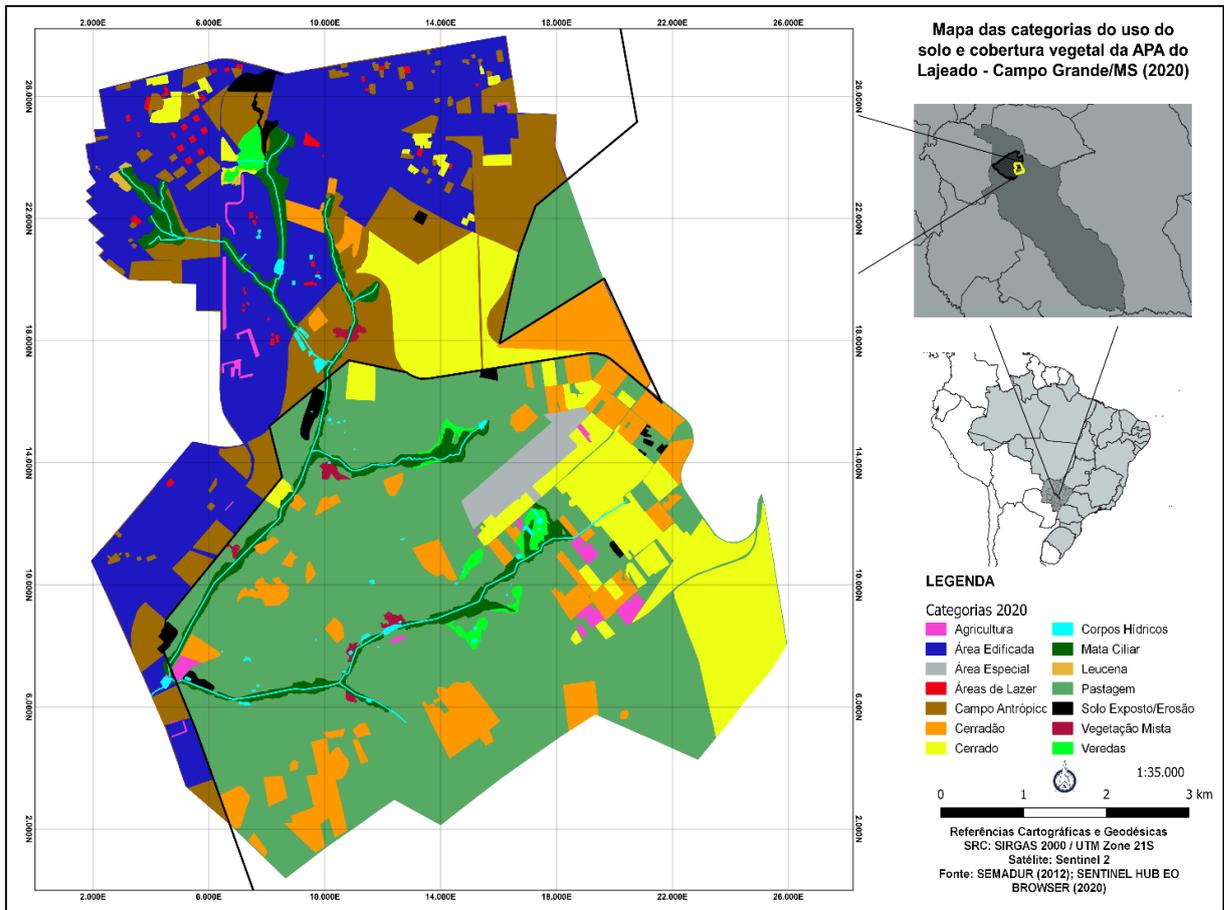
Durante o período analisado, observamos que a área urbana da APA do Lajeado passou por um processo de adensamento de suas edificações que não foi acompanhada pela destinação de espaços verdes urbanas enquanto a área rural da APA apresentou um discreto aumento de vegetação nativa, especialmente às margens de cursos hídricos (Figuras 4 e 5).

Figura 4: Categorias do uso do solo e cobertura vegetal da APA do Lajeado (2010).



Fonte: Autor (2021)

Figura 5: Categorias do uso do solo e cobertura vegetal da APA do Lajeado (2020).



Fonte: Autor (2021)

Nossos resultados (Figuras 4, 5 e Tabela 4) mostram que a área destinada à pastagem ocupa a maior proporção de terra da APA do Lajeado (39,3% da área total) e sofreu uma discreta diminuição de área nos últimos dez anos (-1,9%), seguida pela área ocupada por edificações (22,3% do total) sendo a categoria que mais aumentou nos últimos anos (3,4% de aumento em área). Essa redução esteve condicionada por dois motivos: o uso inadequado do solo, resultado do preparo incorreto do solo e o manejo inadequado em consequência da falta de reposição de nutrientes (CARVALHO ET AL., 2017).

Tabela 4: Área total, porcentagem e variação em área durante o período 2010 e 2020 das categorias de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal da APA do Lajeado.

Categorias de uso do solo e cobertura vegetal	2010 (ha)	2010 (%)	2020 (ha)	2020 (%)	Variação
Agricultura	21,689	0,4	32,183	0,6	+ 0,2%
Área Edificada	986,195	18,8	1162,350	22,2	+ 3,4%
Área Especial	69,841	1,3	69,841	1,3	-
Áreas de Lazer	11,994	0,2	12,301	0,2	-
Campo Antrópico	788,479	15,1	531,135	10,1	- 5%
Cerradão	364,030	6,9	409,771	7,8	+ 0,9%
Cerrado	581,209	11,1	656,646	12,5	+ 1,4%
Corpos Hídricos	42,071	0,8	30,567	0,6	- 0,2%
Leucena	-	-	4,623	0,1	+0,1%
Mata Ciliar	135,532	2,6	182,978	3,5	+ 0,9%
Pastagem	2155,379	41,2	2055,417	39,3	- 1,9%
Solo exposto/Erosão	13,004	0,3	37,158	0,7	+ 0,4%
Vegetação Mista	8,822	0,2	12,861	0,3	+ 0,1%
Veredas/Campos Úmidos	58,294	1,1	39,242	0,8	- 0,3%
TOTAL	5236,5	100	5236,5	100	-

Fonte: Autor (2021).

A área com vegetação nativa apresentou um discreto aumento (Tabela 4) no período analisado embora ocupe apenas cerca de 25% da área total da APA do Lajeado com o incremento da vegetação ciliar e ripária (Figuras 4, 5). Apesar deste incremento na área destinada à proteção da Mata Ciliar (+0,9%), percebe-se que ela ainda se encontra ausente em alguns pontos e há, ainda, barramentos, reservatórios e construções indevidas nas margens dos córregos. Essas áreas que deveriam ser destinadas à Mata Ciliar sofrem com o pisoteio de gado da região, evidenciando que as áreas destinadas a áreas de preservação permanente não são totalmente respeitadas, tornando-se necessário a recuperação das mesmas (CAMPO GRANDE, 2012; ANDRADE ET AL., 2019). Destacamos que no ano de 2020 foi possível mapear uma mancha monodominante de Leucena (ocupando 0,1% da área total), vegetação intrusa, na nascente do Córrego Estribo, que pode se tornar um grande problema ambiental nas áreas destinadas às matas ciliares das áreas urbanas (Tabela 4).

A categoria Área Especial refere-se ao aeroporto de Santa Maria que possivelmente constituirá um forte ponto de pressão ambiental na zona rural da APA do Lajeado. Sua transformação em um aeródromo para auxiliar o aeroporto Internacional de Campo Grande, seu funcionamento 24 horas por dia e a pavimentação de acesso ao mesmo, provocou o aumento de fluxo de pessoas na região (ANDRADE, 2019). Isto pode provocar uma nova pressão de ocupação e edificação das chácaras próximas ao aeródromo e a modificação de suas atividades econômicas. Se antes as chácaras destinavam-se a moradia e lazer com a presença de alguns pescueiros atualmente muitas se transformaram em áreas para eventos provocando o aumento do fluxo de pessoas, o que foi freado, em parte, pela pandemia de coronavírus.

Outro ponto que destacamos foi a constatação de redução dos corpos hídricos (-0,2%) o que é bastante preocupante e deve ser monitorado por contrastar com os objetivos de criação da APA do Lajeado (Tabela 4). Neste sentido, destacamos que embora os proprietários procurem respeitar o Código Florestal em sua proteção às matas ciliares, observamos que as áreas de campos limpos e veredas têm diminuído e elas são locais importantes para a recarga hídrica e manutenção das nascentes.

No perímetro urbano da APA do Lajeado, a área edificada ocupa 22,2% do total tendo apresentado um aumento de 3,4% em 2020 (Tabela 4). Por outro lado, os campos antrópicos, locais ocupados por vegetação herbácea dentro do perímetro urbano, correspondem a 10,1% do total da área e tiveram uma redução de 5% durante o período analisado (Tabela 4). Provavelmente estes lotes vazios foram ocupados pois observa-se o crescimento dos bairros periféricos e de classe média próximo às BR-262 e BR-163, destacando-se os bairros Jardim Noroeste, Tiradentes, Vivendas do Parque e Rita Vieira e a construção de condomínios de classe alta como os Residenciais Damha III e IV. É desejável que o crescimento urbano de Campo Grande se dê pelo melhor aproveitamento da mancha edificada, ocupando os terrenos existentes dentro da área urbana sem precisar da “extensificação” do tecido urbano (JAPIASSU E LINS, 2014).

Outro ponto crítico constatado foi o manejo inadequado do solo com aumento da área com Solo Exposto/Erosão em 0,4% do total da área da APA do Lajeado em 2020, especialmente no entroncamento das BR-262 e BR-163. A supressão da vegetação nativa e o uso inadequado solo, expõem a susceptibilidade e fragilidade do solo da APA do Lajeado em toda sua extensão tornando urgente a adoção de medidas mitigadoras para evitar o assoreamento dos corpos hídricos da região. De acordo com os trabalhos desenvolvidos por Andrade et al. (2019) e Oliveira et al. (2008) na APA do Lajeado o solo da região é frágil, composto pela classe

Neossolo, caracterizada por valores baixos de tolerância a perda, aumentando o risco de erosão (OLIVEIRA ET AL., 2008), podendo vir a comprometer as nascentes e demais cursos hídricos da região.

Por se tratar de uma APA com 34% de seu território inserido no perímetro urbano e dentro da área da Zona de Expansão Urbana, se faz necessário usar estratégias presentes no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC),

Como os objetivos das Áreas de Proteção Ambiental visam prover a diversidade biológica, o uso dos recursos naturais de forma sustentável inclusive no ambiente urbano propomos: projetos dedicados a recuperação das áreas de Veredas e seus entornos, a fim de respeitar o que está no novo Projeto de Lei 10982/18; projetos de restauração de ecossistemas com o intuito de aumentar as áreas permeáveis e nas margens e nascentes de cursos hídricos; planos para um melhor uso e aproveitamento do solo, além de recuperação dos solos degradados, bem como a implantação de projetos de sensibilização ambiental e conscientização da população da APA do Lajeado.

Conclusões

No período de 2010 a 2020 observamos que 88,5% da área total da APA do Lajeado tem um potencial de recarga hídrica enquanto cerca de 24% da área é impermeável pela presença de edificações. Registramos um incremento discreto de cobertura por vegetação nativa na APA do Lajeado, porém ela perfaz apenas 25% da área total. Entretanto, isto não tem se refletido na melhoria dos recursos hídricos, visto que nosso estudo mostrou uma redução dos corpos hídricos em 0,2% do total da área. Diversos fatores contribuem para isso, desde a retirada de vegetação nativa, a redução de áreas de veredas e campos úmidos, ocupação das margens de corpos hídricos, a pressão de ocupação na área urbana da APA, principalmente às margens das BR-262 e 163 e dos arredores do Aeroporto Santa Maria na zona rural. Assim, sugerimos que novas estratégias de manejo sejam implementadas como a adoção de infraestrutura verde nos bairros localizados na mancha urbana e incentivo a restauração de ecossistemas na área rural, além da elaboração de uma gestão ambiental participativa com os moradores locais, usando de base a Educação Ambiental crítica existente no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Referências

ANDRADE, B.S. et al. Geoprocessamento aplicado à análise da cobertura e uso da terra na Área de Proteção Ambiental dos mananciais do Córrego Lajeado, Campo Grande- MS. **Sociedade e Território**. v.31, n.1, 200-221, 2019.

ANDRADE, Silvio. Com novos investimentos, Santa Maria vai operar como aeroporto auxiliar, 2019. Disponível: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/capital/com-novos-investimentos-santa-maria-vai-operar-como-aeroporto-auxiliar>.

BORGES, G.M. et al. Sensoriamento Remoto: Avanços e Perspectivas. **Revista de Geografia**. v.32, n.2, 267-292, 2015.

CAMPANHA, M.M. Et al. Serviços ecossistêmicos: histórico e evolução. In: FERRAZ, R.P.D et al (orgs.). **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. 1. Brasília: Embrapa, 2019. p.37-56.

CAMPO GRANDE. Perfil Socioeconômico de Campo Grande, 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/Pc/Downloads/Perfil-2019-PLANURB-vers%C3%A3o-final%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/Perfil-2019-PLANURB-vers%C3%A3o-final%20(1).pdf).

CAMPO GRANDE. Qualidade das águas superficiais de Campo Grande – MS. Relatório Anual de 2019, 2019. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/canais/corrego-limpo-cidade-vida-relatorios-anuais/>.

CAMPO GRANDE. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Lajeado – APA do Lajeado, 2012. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/apa-do-lajeado/plano-de-manejo-apa-lajeado/>.

CAPOANE, V.; SILVA, D.A. Avaliação de parâmetros geomorfométricos derivados de modelos altimétricos de diferentes fontes e resoluções: estudo de caso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado, Campo Grande, MS. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.13, n.2, 674-690, 2020.

CAPOANE, V. Susceptibilidade a erosão na bacia hidrográfica do córrego Guariroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Acta Brasiliensis**. v.3, n.2, 49-55, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22571/10.22571/2526-4338180>.

CARVALHO, W.T.V. et al. Pastagem degradadas e técnicas de recuperação: revisão. **Pubvet**. v.11, 1036-1045, 2017.

CORDEIRO, A.P.A. et al. Regiões homogêneas de vegetação utilizando a variabilidade do NDVI. **Ciência Florestal**. v.27, n.3, 883-896, 2017.

DECRETO N. 8.265. de 27 de julho de 2001: CAMPO GRANDE. Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego lajeado - APA do Lajeado. Campo Grande, MS: Prefeitura Municipal, 2001.

FLORENZANO, T.G. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**. v.17, 24-29, 2005. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0002>.

FONTES, A.R.M.; BARBASSA, A.P. Diagnóstico e prognóstico da ocupação e da impermeabilização urbanas. **Revista Brasileira de recursos hídricos**. v.8, n.2, 137-147, 2003. DOI: 10.21168/rbrh.v8n2.p137-147

GUTIERREZ, L.A.R. Mapeamento temporal dos índices: área de superfície impermeável e escoamento superficial da área urbanizada de Campo Grande-MS. **Caminhos da Geografia**. v.12, n.37, 269-288, 2011.

JAPIASSÚ, L.A.T; LINS, R.D.B. As Diferentes Formas de Expansão Urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento das Cidades**. v.2, n.13, 15-25, 2014.

LIMA, P. C. F. Áreas degradadas: métodos de recuperação no semi-árido brasileiro. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 27.; 2004, Petrolina, **Anais...** Petrolina: SBB, 2004. p. 70-79.

LIVESLEY, S.J.; ESCOBEDO, F.J.; MORGENROTH, J. The Biodiversity of Urban and Peri-Urban Forests and the Diverse Ecosystem Services They Provide as Socio-Ecological Systems. **Forests**. v.7, n.12, 01-05, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/f7120291>

MAGALHÃES, M.A. et al. Área, densidade e população: o caso de áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo. **Planejamento e políticas públicas**. v.40, 219-256, 2013.

MEIRELLES, M.L et al. Espécies do estrato herbáceo e profundidade do lençol freático em áreas úmidas do cerrado. Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), Planaltina, p. 1-19, 2002.

MENDONÇA, R.A.M. et al. **Uso das Geotecnologias para Gestão Ambiental: Experiências na Amazônia meridional**. 1. Ed. Cuiabá: Instituto Centro de Vida, 2011.

MOREIRA, J.F.; ANDRADE, M.O. Conflitos Sócio-ambientais na APA da Barra do Rio Mamanguape: O Caso da Atividade de Carcinicultura, 2008. Disponível em <http://www.anpas.org.com.br/encontro4/cd/arquivos/GT1-1049-950-20080510214634.pdf>.

NAPOLEÃO, M.C. **Fusão de imagens landsat-5 tm e spot pancromática aplicada ao mapeamento do uso da terra**. 2001. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Geodésicas, UFP, Curitiba, 2001.

OLIVEIRA, A.K.M. et al. Avaliação multitemporal das paisagens da área de proteção ambiental (APA) dos mananciais do Córrego Guariroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, por meio de imagens de satélites. **Ra'e Ga.**; v.42, 8-20, 2017. DOI: 10.5380/raega.

OLIVEIRA, F.P. et al. Tolerância de Perda de Solo por Erosão para o Estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.8, n.2, 60-71, 2008.

PARANHOS FILHO, A.C et al. Imagens de Sensoriamento Remoto. In: PARANHOS FILHO, A.C et al (orgs.). **Geotecnologias para aplicações ambientais**. 1. Maringá: Uniedusul, 2021. p. 1-394.

PINTO, L.L.C.A. **O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano**. 2011. 283 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Hidráulica, USP, São Paulo. DOI: 10.11606/T.3.2011.tde-31082011-160233.

PIROLI, E.L. Imagens de satélite de alta resolução espacial para o mapeamento da dinâmica do uso da terra. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 4., 2012, Bonito. **Anais...** Bonito: Inpe, 2012. p. 10.

REZENDE, P.S. et al. Uso de dados do Sentinel-2 para cálculo de NDVI com base nos valores da refletância aparente e de superfície. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-SBSR, 18.; 2017, Santos. **Anais...** Santos: Inpe, 2017. p. 4181-4188.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (orgs.). **Cerrado: ambiente e flora**. 1. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (orgs.). **Cerrado: ecologia e flora**. 2. Brasília: EMBRAPA-CERRADOS, 2008. p. 152 - 212.

SANTOS, C.F.; KRAWIEC, V.A.M. A Situação Ambiental e a Administração das Unidades de Conservação em Campo Grande - MS, na visão de seus Gestores. **Revista Floresta e Ambiente**. v.18, n.3, 334-342, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2011.053>.

SENTINEL HUB EO BROWSER. Imagem de satélite. Satélite Sentinel-2 de 01 de agosto de 2020. Disponível: <https://apps.sentinelhub.com/eobrowser/?zoom=11&lat=41.92144&lng=12.38571&thmeId=DEFAULT-THEME&toTime=2021-07-08T15%3A56%3A23.991Z>. Acesso em: 12 de out. 2020

SIMONETTI, V.C. et al. Análise da influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água da APA Itupararanga (SP), Brasil. **Geosul**. v.34, n.72, 01-27, 2019. DOI: [HTTP://DX.DOI.ORG/10.5007/1982-5153.2019V34N72P01](http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2019V34N72P01).

*Recebido em 22 de abril de 2022.
Aceito em 29 de abril de 2022.
Publicado em 16 de maio de 2022.*