

MAPEAMENTO DO USO DO SOLO EM 30 ANOS (1985 e 2015) E ANÁLISE DO ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL POR NDVI NAS ESTAÇÕES SECA E CHUVOSA EM DIORAMA, ESTADO DE GOIÁS, BRASIL

Denise Aparecida de Carvalho – UEG - denisecarvalhocavalcante@gmail.com

Gustavo Henrique Mendes Brito – UEG - gh.mendes@yahoo.com

Daniel Blamires-UEG- Daniel.blamires@ueg.br

Jefferson Eduardo Silveira Miranda- UESC - jefferson.jes.m@gmail.com

Lyandra de Sousa Nunes-UFRA- lyandranunes560@gmail.com

Pedro Moreira de Sousa Junior-UFRA- Pedro.junior@ufra.edu.br

Resumo

Este trabalho elaborou mapas de uso do solo e cobertura vegetal do município de Diorama, no oeste goiano, no intervalo de 30 anos (1985 e 2015), a partir de imagens com 30m de resolução espacial de sensores dos satélites Landsat5 e 8, cena de órbita/ponto 223/071. As imagens foram classificadas empregando o método de Máxima Verossimilhança. Também foi realizada análise do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) nos períodos da seca, início e final da estação chuvosa, para checar a vegetação nos diferentes períodos, sendo captadas três imagens pelo sensor OLI do satélite Landsat8, órbita 223, ponto 71, para analisar o NDVI. Houve redução de 36,73% do Cerrado e aumento de 46,86% da paisagem antropizada. Observou-se pela análise das imagens por NDVI importante alteração nas formações florestais, que corresponderam a 8%, da área municipal em julho de 2015, aumentando para 24%, em dezembro de 2016. As áreas sem cobertura vegetal apresentaram maior oscilação de fevereiro a dezembro de 2016, variando de 6,42% para 30,72%. Áreas de pastagem natural e atividade agrícola apresentaram pouca variação, alterações no índice foram influenciadas pela mudança no uso do solo, possivelmente pela expansão do agronegócio, podendo afetar a disponibilidade dos recursos hídricos e ecológicos.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Geotecnologias, Sensoriamento Remoto, Uso da terra.

1. Introdução

Conhecer os processos dinâmicos do uso e cobertura do solo e identificar até que ponto esses efeitos podem trazer consequências negativas para as comunidades de espécies presentes no habitat, tem se tornado cada vez mais essencial para a gestão do espaço, possibilitando inferir

tendências e cenários futuros que possam alavancar efeitos desastrosos no ecossistema (MATAS-GRANADOS et al., 2022).

Com a utilização do sensoriamento remoto no qual capta a reação química do solo e reflete radiação eletromagnética, que são utilizados nos sensores remotos, tornando o uso de imagens de satélites muito eficazes para o acompanhamento de reações biofísicas da vegetação em resposta a fatores climáticos e edáficos, principalmente em países onde a demanda agrícola é elevada tornando o espaço mais propenso a erosões e/ou degradação do solo (MARIA et al. 2021; RABELO et al. 2022).

Elementos constituintes da superfície terrestre como água, vegetação e solo possuem características biofísicas, com ênfase no solo que atualmente sofre com a demanda excessiva de seus recursos tornando mais evidente tal ameaça (ARROUAYS et al., 2021).

Neste estudo, teve por objetivo realizar o mapeamento da cobertura e uso do solo no município de Diorama, no estado de Goiás. Foi utilizado o índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI), pois o mesmo se destaca em vários estudos sendo uma ferramenta confiável e eficaz (YAN et al., 2022).

O NDVI permite construir com detalhe as feições fenológicas da vegetação por meio de resolução temporal (CERQUEIRA et al., 2021), e pode ser utilizado para analisar a dinâmica da vegetação em diferentes escalas e sazonalidades (SOUZA et al., 2019).

Ferramentas de geoprocessamento são aliadas e eficientes no estudo do uso da terra e ocupação do solo, possibilitando a realização do trabalho com redução de tempo e recursos (Pessoa Neto; Barbosa, 2020), favorecendo a geração de informações para o planejamento e gestão ambiental (SOUZA et al., 2019). Assim, elas são importantes para um país como o Brasil, cujas mudanças na forma de ocupação dos territórios não ocorrem linearmente e variam para cada região, conforme fatores socioeconômicos e ambientais, tornando-se necessário o monitoramento e estudo da cobertura e uso da terra periodicamente (BRASIL, 2020).

Apesar das diferenças de ocupação territorial, o Brasil tem um histórico de ocupação fundamentado em grandes propriedades que não fazem uso de melhores práticas agrícolas, o que intensifica efeitos danosos na qualidade do solo (RODRIGUES et al., 2021). Em muitas regiões do Brasil, incluindo o estado de Goiás, principalmente o bioma cerrado tem sido afetado pela crescente urbanização causando danos severos devido ao manejo irregular (GARCEZ et al., 2020).

Considerando o histórico de ocupação desenfreada pela agropecuária no estado e a necessidade de análise da ocupação da terra nas diversas regiões do país, o presente estudo objetivou fazer o uso de ferramentas de sensoriamento remoto, tal como imagens de satélite e análise de NDVI, para estudar a dinâmica da paisagem de um município no oeste do estado de Goiás. Assim, este trabalho apresenta dados de monitoramento sobre uso do solo num intervalo de 30 anos e de variação do NDVI em diferentes períodos do ano em Diorama, estado de Goiás, Brasil.

IV SUSTENTARE & VII WIPIS

WORKSHOP INTERNACIONAL

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização:

Apoio:

2. Metodologia

O presente trabalho analisou o município de Diorama, mesorregião noroeste de Goiás e microrregião de Aragarças (16°14'00"S, 51°15'16"W, 506m) com 687,35km² de extensão territorial (IMB, 2016), limitando-se ao norte com Montes Claros de Goiás, ao sul com Iporá, ao leste com Jaupaci e oeste com Arenópolis (Figura 1). Segundo a classificação de Köppen, Diorama tem um clima tropical tipo Aw (ALVARES et al., 2014), com mais pluviosidade no verão que no inverno (CLIMATE-DATA, 2017). A população do município é de 2477 habitantes (IBGE, 2021). A economia é baseada na pecuária extensiva de corte e leite, além de culturas temporárias de soja, cana-de-açúcar, milho e mandioca (IMB, 2014). As fisionomias anteriormente predominantes no município eram savânicas típicas de Cerrado, intercaladas secundariamente por florestas semidecíduas e formações campestres (SILVA et al., 2006).

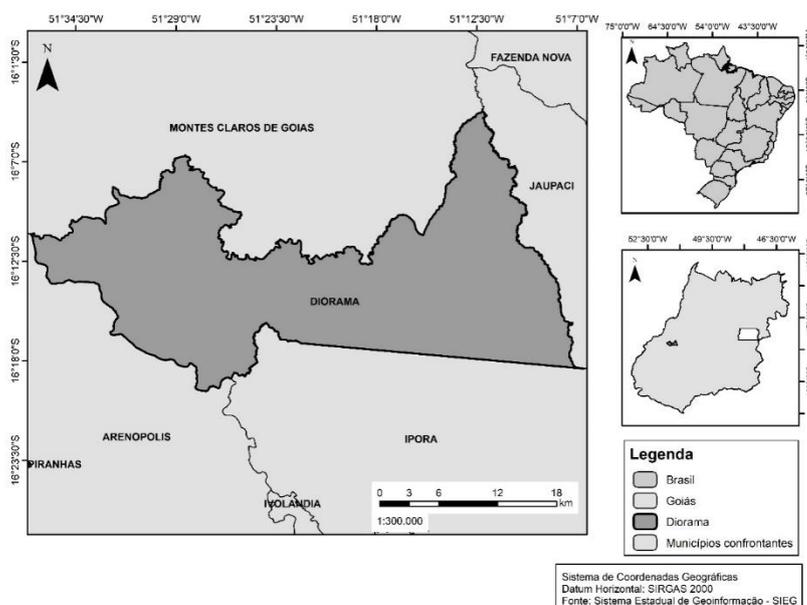


Figura 1: Localização geográfica do município de Diorama, estado de Goiás, Brasil.
Fonte: Gustavo Mendes, 2017.

Mapeamento do uso em 30 anos. Para identificação e mapeamento das áreas naturais preservadas, foram utilizadas imagens com 30m de resolução espacial do sensor *TM* (*Thematic Mapper*), satélite *Landsat 5*, para o ano de 1985, e imagem do sensor *OLI* (*Operational Land Imager*), satélite *Landsat 8* para 2015, correspondentes à órbita 223 ponto 071, provenientes do site USGS (*United States Geological Survey*, <http://earthexplorer.usgs.gov/>), sendo as imagens obtidas com passagem do satélite em agosto de 1985 e 2015, considerando o período de estação seca no Cerrado, para evitar a perda de informações devido à presença de nuvens (SANO et al., 2007).

Foi realizada, para 1985, a composição colorida *3R4G5B* e as respectivas imagens do satélite *Landsat 5* sensor *TM* passaram por ajuste de contraste, correção atmosférica e correção

geométrica das imagens, utilizando como base os mosaicos ortorretificados de imagens *Landsat 7 ETM+* (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), com 30 pontos de controle e erro de ajustamento inferior a 0,5 *pixels*. Para o ano de 2015 foi empregada a composição colorida *5R4G3B* e as imagens *Landsat 8 OLI* passaram apenas pelo ajuste de contraste e correção atmosférica, pois elas são disponibilizadas aos usuários finais com correções geométricas (BRITO et al., 2015).

O recorte das imagens foi realizado a partir da base cartográfica em meio digital do limite municipal de Diorama, extraído da base cartográfica do Estado de Goiás e disponibilizada pelo SIEG (Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás, <http://www.sieg.go.gov.br/>). Os mapas de uso e cobertura do solo, provém das imagens classificadas com base no método de Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood Classification*), que considera a ponderação das distâncias das médias utilizando parâmetros estatísticos (CRÓSTA, 1992), resultando na separação de três classes: Cerrado (áreas de vegetação natural), Água e outros (agricultura, pastagem, solo exposto, queimada, etc). Após a obtenção do mapa de uso do solo foi obtido o valor do índice de *Kappa*, que avalia a classificação, resultando em valores de 0,98 para 1985 e 0,99 para 2015, com precisão global aproximada de 99% para ambos.

Seleção e pré-processamento das imagens para o NDVI. Foram utilizadas imagens captadas pelo sensor *OLI* do satélite *Landsat8*, órbita 223, ponto 71, para analisar o *NDVI* em 01/07/2015 (correspondente à imagem disponível no mês mais seco de Diorama), 10/02/2016 (equivalente à imagem disponível no mês próximo ao fim do período chuvoso), e 26/12/2016 (correspondente ao mês próximo ao início da estação chuvosa). As imagens, referentes ao mês mais seco, ao início e ao fim do período chuvoso, foram escolhidas conforme os dados pluviométricos e de variação térmica disponíveis pelo *Climate-Data*.

Calibração radiométrica. Em cada cena previamente selecionada foi realizada uma transformação dos números digitais (ND) das bandas do vermelho (banda 4) e infravermelho próximo (banda 5) em reflectância, com as equações 1 e 2 propostas pelo *United States Geological Survey-USGS* no guia do produto *Landsat 8 (USGS, 2015)*:

$$\rho_{\lambda'} = M_{\rho} * Q_{cal} + A_{\rho}, (1)$$

Sendo $\rho_{\lambda'}$ a reflectância planetária do topo da atmosfera (TOA) sem correção do ângulo solar; M_{ρ} o fator multiplicativo redimensionado da reflectância para a banda vermelha e infravermelha próxima; Q_{cal} o número digital do *pixel*; A_{ρ} o fator aditivo redimensionado da reflectância para a banda vermelha e infravermelha próxima.

$$\rho_{\lambda} = \frac{\rho_{\lambda'}}{\text{sen}(\theta_{SE})}, (2)$$

Em que ρ_{λ} é a reflectância do topo da atmosfera (TOA) e θ_{SE} é o ângulo de elevação solar. Os valores do fator multiplicativo da reflectância, fator aditivo da reflectância e ângulo de elevação solar foram obtidos dos metadados anexados às imagens utilizadas e disponibilizadas de



maneira gratuita pela USGS. As imagens foram processadas em ambiente SIG utilizando o software Arcgis 10.1® (ESRI, 2014), georreferenciados no Datum SIRGAS 2000.

Índices de vegetação. Foi processado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index, NDVI*), seguindo a metodologia proposta por Rouse et al. (1973). O NDVI varia de -1 a +1 (quanto mais próximo de +1, maior a densidade de cobertura vegetal), e pode ser obtido pela equação 3:

$$NDVI = \frac{(\rho_{ivp} - \rho_v)}{(\rho_{ivp} + \rho_v)}, \quad (3)$$

Em que, ρ_{ivp} corresponde à reflectância na banda do infravermelho próximo (banda 5), e ρ_v a reflectância na banda do vermelho (banda 4), para as imagens previamente selecionadas. A partir da visita em campo dos pontos de controle, e sobreposição destas informações aos mapas de NDVI, foi determinado que variações do NDVI acima de 0,75 corresponderiam a formações florestais, entre 0,50 e 0,75 pastagens e atividades agrícolas, abaixo de 0,50 sem cobertura vegetal. Segundo Poeking et al. (2007), o solo desnudo ou com vegetação rala e esparsa apresenta valores positivos, mas não próximos à +1,0.

3. Resultados

A análise da vegetação natural entre 1985 e 2015 demonstrou crescimento das áreas antropogeneizadas no município de Diorama, com redução proporcional das áreas de Cerrado (Tabela 1). Em 1985 (Figura 2a), o Cerrado ocupava 52% da área municipal, enquanto a segunda classe com maior expressividade (46% do município) foi “outros” (referente a áreas antropogeneizadas como pastagem, agricultura, solo exposto, queimadas e área construída). Foi detectada 2,54% de água na área municipal em 1985.

Tabela 1. Área das classes de uso, cobertura do solo e proporção (%) ocupada no Município de Diorama, Goiás, Brasil, em 1985 e 2015.

Classes	1985		2015	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Cerrado	35377,41	51,7	22380,93	32,7
Outros	31311,24	45,75	45986,27	67,2
Água	1741,21	2,55	62,66	0,1
Total	68429,88	100	68429,88	100

IV SUSTENTARE & VII WIPIS

WORKSHOP INTERNACIONAL

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização:

Apoio:

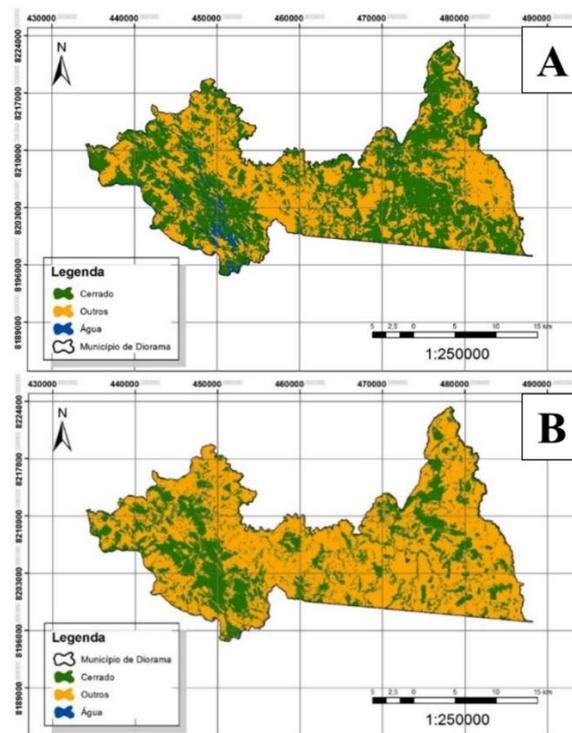


Figura 2. Mapa de uso do solo no município de Diorama, Goiás, Brasil, em 1985 (a) e 2015 (b).
Fonte: Denise Carvalho e Gustavo Mendes, 2016.

Houve degradação ambiental no período, considerando as mudanças no uso do solo em Diorama (Figura 2b). O Cerrado reduziu 36,73%, e a classe destinada a “outros” (pastagem, agricultura, solo exposto, queimadas, etc.), apresentou aumento de 46,86% de sua área, passando a ser a classe predominante em 2015 (Tabela 1). A porção de Cerrado ainda existente em Diorama está fragmentada, entretanto, e a Oeste do município encontram-se as maiores manchas de Cerrado, possivelmente devido ao relevo mais acidentado, dificultando assim o uso do solo para atividades agropecuárias.

Marchesan et al. (2016) analisaram a relação entre a cobertura florestal e a declividade do terreno no município de Agudo-RS, e identificaram que locais com declividade mais acentuada, acima de 15°, predominam-se áreas cobertas por vegetação nativa, pois áreas declivosas dificultam as ações antropogênicas no ambiente. Machado et al. (2017) avaliaram o potencial agrícola na microbacia de Lajeado Pessegueiro-SC, e evidenciaram que em regiões de topo-de-morro e com maiores declividades há predominância de florestas, bem como baixa incidência de áreas desmatadas e solo exposto.

A diminuição da cobertura natural da vegetação pode acelerar o processo de assoreamento dos rios (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999; FERREIRA et al., 2011). A remoção da



IV SUSTENTARE & VII WIPIS

WORKSHOP INTERNACIONAL

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização:



SUSTENTARE PUCAMPINAS



WIPIS

Apoio:



Agência das Bacias PCJ

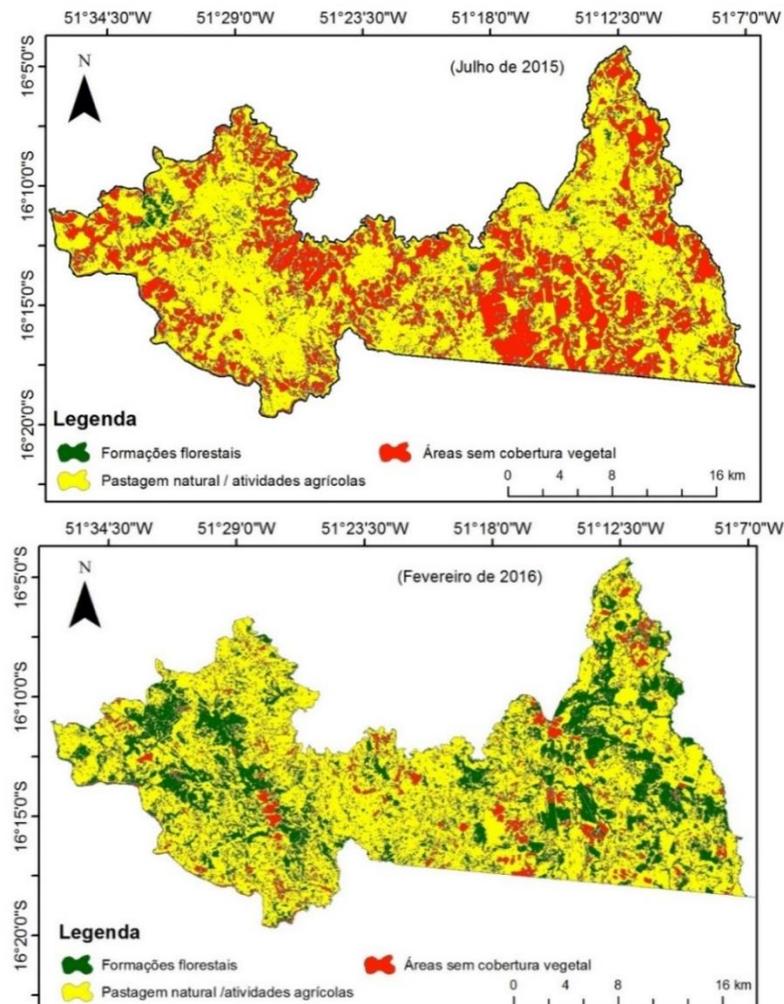


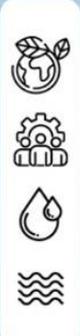
COMITÊS PCJ

cobertura vegetal natural diminui a capacidade de infiltração de água no solo, reduzindo consequentemente a recarga no lençol freático, além de aumentar riscos de erosões, rarefação da cobertura e assoreamento nos mananciais (BONATO et al., 2007; LIMA et al., 2013).

Os resultados do índice de vegetação demonstram mudanças na paisagem em decorrência das estações chuvosa e seca (Figura 3). No período de seca predominaram menores valores de *NDVI* no município, por outro lado, no início e término da estação chuvosa houveram áreas com maiores valores para este índice. Importante ressaltar que maiores valores indicam formação florestal ($NDVI > 0,75$), valores medianos agropecuária ($0,5 < NDVI < 0,75$) e valores menores áreas sem cobertura vegetal ($NDVI < 0,50$, Figura 4).

Importante ressaltar que os valores de *NDVI* são distintos conforme a literatura. Por exemplo, em Lima et al. (2013), o *NDVI* assumiu os valores de locais sem cobertura vegetal = -0,87 a 0,45; pastagem degradada = 0,46 a 0,55, pastagem não-degradada = 0,56 a 0,75; e locais com vegetação arbórea = 0,76 a 1,00.





IV SUSTENTARE & VII WIPIS

WORKSHOP INTERNACIONAL

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO
GRATUITO
TOTALMENTE
ONLINE

Realização:





Apoio:





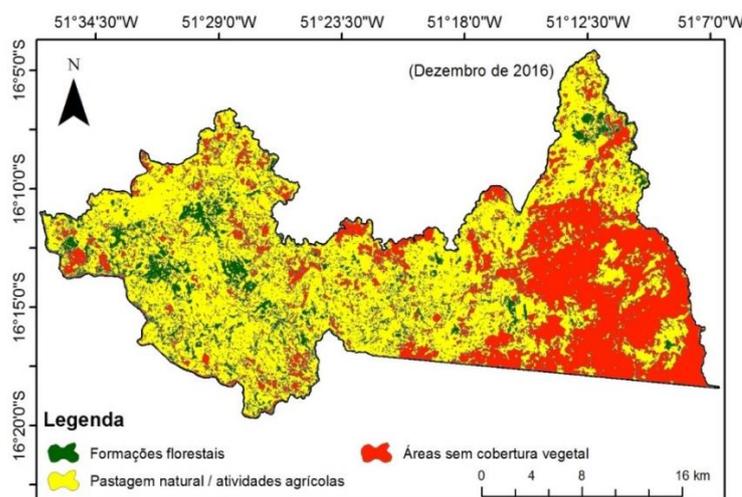


Figura 3: Imagem *Landsat8* classificada *NDVI* do Município de Diorama, Goiás, Brasil, nas estações seca (Fevereiro 2015), final da estação chuvosa (Fevereiro 2016) e início da estação chuvosa (Dezembro 2016).

Aquino e Oliveira (2012) utilizaram o *NDVI* na avaliação das condições da vegetação no núcleo de São Raimundo Nonato, estado do Piauí, e identificaram que as mudanças de paisagem estão associadas a mudanças na precipitação, e que o *NDVI* apresenta valores mais elevados na estação chuvosa e valores menores na estação seca. Carvalho-Junior et al. (2007) utilizaram o *NDVI* para classificar padrões da savana no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e identificaram baixa oscilação do *NDVI* entre as estações seca e chuvosa em regiões de cerrado denso, entretanto, regiões de campo, cerrado ralo e rupestre os valores de *NDVI* apresentaram oscilações de até 50% entre as estações seca e chuvosa, sendo em qualquer fitofisionomia os maiores valores de *NDVI* encontrados na estação chuvosa. Lopes et al. (2010) afirma que a cobertura verde ocorre aproximadamente 20 a 60 dias após o início da estação chuvosa, e que as mudanças de uso do solo detectadas pelo *NDVI* podem estar associadas ao regime de chuvas da região e à predominância de dossel herbáceo.

Os baixos valores de *NDVI* durante o período de seca podem indicar áreas de floresta decíduas (mata seca), bem como o desmatamento no município de Diorama. O Cerrado é composto por diversas fitofisionomias (RIBEIRO; WALTER, 1998) e a região de Diorama apresenta, dentre os tipos de vegetação existentes no Cerrado, a fisionomia de Mata Seca (SANTOS-DINIZ; SOUSA, 2011). A Mata Seca é caracterizada por formação florestal com diversos níveis de caducifolia durante a estação seca (RIBEIRO; WALTER, 1998) e, por isso, podem ter influenciado os índices de *NDVI*.

Por outro lado, áreas com valores menores de *NDVI* também podem indicar ambientes antropogênicos agropastoris, com plantas de menor porte e menos resistentes ao *stress* hídrico (POELKING, 2007). Assim, a drástica mudança na paisagem, indicada pelos valores de *NDVI* representados na Figura 3, pode ser também resultado de uma rápida conversão da paisagem de Cerrado em agropecuária, já que a criação de gado bovino e plantação de soja são atividades

IV SUSTENTARE & VII WIPIS
WORKSHOP INTERNACIONAL
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE PUCGAMPINAS

Apoio: Agência das Bacias PCJ

comuns no município. Segundo Carvalho et al. (2019), um dos maiores problemas ambientais perceptíveis por moradores das comunidades rurais em Diorama é o desmatamento, que transforma vegetação natural em paisagens agropastoris, e afeta o clima e regime hídrico.

As formações florestais, que ocupavam 1,17% da área total do município na estação seca (julho 2015), passaram a 7,16% no início da estação chuvosa (dezembro 2016), e 23,4% no final da estação chuvosa (fevereiro 2016). Já as áreas de agropecuária apresentaram pouca variação, com média de 65,8%, durante o período analisado. As áreas sem cobertura vegetal não apresentaram variação significativa entre julho 2015 e dezembro 2016, passando de 33,42% para 30,72% ($x^2=0,141$, g.l.=1, $p=0,707$). Contudo, houve ampla oscilação de áreas sem cobertura vegetal entre fevereiro e dezembro de 2016, de 6,42% para de 30,72% (Figura 6). Resultado similar foi encontrado por Sartori et al. (2009) no município de Botucatu, estado de São Paulo, sobre a influência do período de estiagem no *NDVI*, onde as áreas com valores mais positivos possuíam vegetação de florestas, enquanto áreas com valores menores ocorreram em locais com cobertura de pastagens e agricultura intensiva.

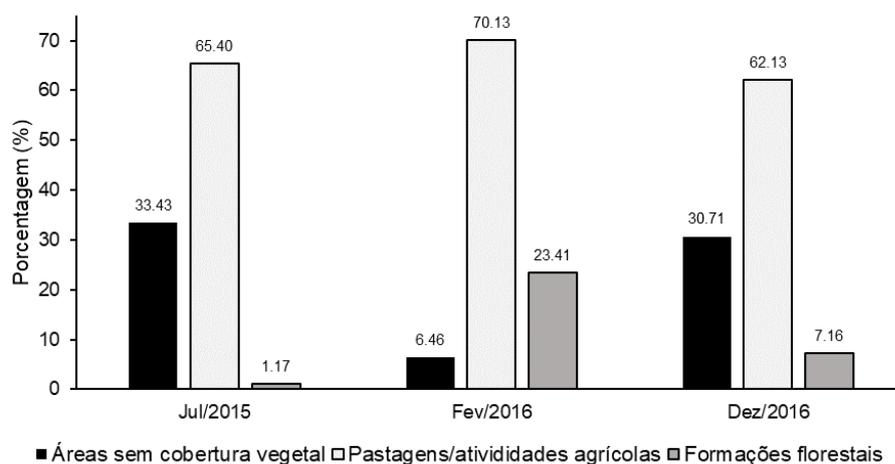


Figura 6: Porcentagem de classes do uso do solo conforme a classificação do *NDVI* em diferentes períodos do ano no município de Diorama, Goiás, Brasil.

Fonte: Autores, 2017.

É importante chamar a atenção para a transformação da paisagem no município nas últimas décadas, que está destruindo a vegetação natural. A cobertura vegetal auxilia na redução da erosão hídrica, interceptando as gotas de chuva que impactariam diretamente a superfície do solo, reduzindo a energia cinética da chuva, a desestruturação, o selamento superficial do solo, a velocidade da enxurrada, e aumenta a infiltração de água no solo (LIMA et al., 2013). Ademais, o processo de fragmentação vegetal no estado de Goiás está afetando negativamente a riqueza de espécies, como os mamíferos de maior massa corporal (ROCHA et al., 2018).



Assim, é fundamental que haja apoio da sociedade brasileira para extensão de áreas protegidas no Cerrado (STRASSBURG et al. 2017).

4. Conclusões

A tipologia de cobertura da terra predominante no município de Diorama sofreu alterações nos últimos 30 anos na vegetação natural para coberturas antropogênicas, devido principalmente às atividades agropecuárias. Entre 1985 e 2015 foi verificada redução de 36,73% do Cerrado, e aumento de 46,86% da paisagem antropizada. O uso do solo em Diorama reduziu a cobertura nativa de vegetal natural, considerando a alta proporção de área municipal ocupada por pastagens e atividades agrícolas.

A análise de *NDVI* demonstrou que houve redução da biomassa no período seco em relação ao chuvoso. A cobertura vegetal pareceu sofrer mais alterações em relação às outras áreas. Assim, o monitoramento do uso do solo e a melhor compreensão das fitofisionomias em Diorama é importante para compreender a dinâmica da paisagem, podendo também ser relevante para que estudos futuros compreendam a dinâmica de uso do solo em relação ao da água municipal, a fim de garantir a manutenção do estoque hídrico.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à UEG Campus Iporá, ao PPGRENAC pelo apoio logístico, e às bolsas FAPEG e UEG/BIP concedidas, respectivamente, a D. A. Carvalho e D. Blamires. Douglas H. Bottura Maccagnan e Lorena Dallara Guimarães fizeram relevantes críticas a versões anteriores do manuscrito.

6. Referências bibliográficas

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., De MORAES-GONÇALVES, J. L., Sparovek, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711-728.

AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, J. G. B. ESTUDO DA DINÂMICA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NO NUCLEO DE SÃO RAIMUNDO NONATO-PI. *GEOSP Espaço e Tempo (Online)*, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 157-168, 2012. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geosp.2012.74261.

Barretto, A.G.O.P., Berndes, G., Sparovek, G. and Wirsenius, S. (2013), Agricultural intensification in Brazil and its effects on land-use patterns: an analysis of the 1975–2006 period. *Glob Change Biol*, 19: 1804-1815. <https://doi.org/10.1111/gcb.12174>



BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. 4ªed. São Paulo: Ícone, 1999. 355p. na mesorregião Campos das Vertentes, MG. Geografia, Rio Claro, v. 36, p. 209-219, 1999.

BONATO, F.; MARTINS, A. K. E.; BARROS, E. K. Uso de geotecnologia para classificação de pastagens em diferentes níveis de degradação da bacia do Ribeirão Matança localizada no município de Pium - TO. In: ANAIS XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Florianópolis: INPE, 2007, p. 791-798.

BORGES, L. A. Estimativa de NDVI no estado de Minas Gerais utilizando imagens dos satélites CBERS_2B/ CCD e MSG/SEVIRI. 2010. 60p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Brasil, Ministério da Economia. Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2016 – 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Brasil, Rio de Janeiro, 2020.

CARVALHO, D. A., XAVIER, K. A.S., BLAMIREs, D. Conhecimento local de produtores rurais sobre biodiversidade e impactos ambientais nas vegetações ripárias em Diorama, estado de Goiás. Ethnoscintia 4, p. 1-8. 2019. D.O.I.: 10.22276/ethnoscintia.v4il.226

CARVALHO JÚNIOR, O.A. & SILVA, N. C. Detecção de Mudança Espectral uma nova metodologia para análise de séries temporais. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, INPE, 2007, p. 5635-5641.

CERQUEIRA, M. A., SANTOS, P. O. C., FARIAS, V. N. C. de, CHAGAS JÚNIOR, V. F., & Barbosa, R. V. R. (2021). Análise temporal por sensoriamento remoto da supressão de vegetação nativa em vales na cidade de Maceió, Brasil. The Journal of Engineering and Exact Sciences, 7(1), 12151–01. <https://doi.org/10.18540/jcecvl7iss1pp12151-01-11e>

CLIMATE-DATA.ORG. Clima: Diorama. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/312835/>>. Acesso em: jul. 2017.

CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas-SP: IG/UNICAMP, 1992.



EPIPHANIO, J. C. N.; GLERIANI, J. M.; FORMAGGIO, A. R.; RUDORFF, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.

FEITOSA, M. V. Variação temporal do Índice de Vegetação (NDVI) correlacionada ao uso e manejo do solo para a estimativa da erosão. Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, Dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical 2006. 128p.

FERREIRA, R. A.; AGUIAR NETTO, A. O.; SANTOS, T. I. S.; SANTOS, B. L.; MATOS, E. L. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, estado de Sergipe: da degradação à restauração. Revista Árvore, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 265-277, 2011

FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. Oficina de Textos. São Paulo, 2007.

FLORES, P. M.; GUIMARÃES, R. F.; JÚNIOR, O. A. C.; GOMES, R. A. T. Análise Multitemporal Da Expansão Agrícola No Município De Barreiras - Bahia (1988 - 2008). Campo- Território: revista de geografia agrária, v. 7, n. 14, p.1-19, ago., 2012.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: Cidades. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/diorama.html> . Acesso em: 04-03-22.

LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; UMMUS, M. E. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). Ambi-Agua, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 204-214, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.959>> Acesso em: 10 jun, 2013.

LOPES, Helio L. et al. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]. 2010, v. 14, n. 11 [Acessado 3 Março 2022], pp. 1210-1219. DOI: 10.1590/S1415-43662010001100011

MATAS-GRANADOS, L. et al. Long-term monitoring of NDVI changes by remote sensing to assess the vulnerability of threatened plants. **Biological Conservation**, v. 265, p. 109428, 2022.



IV SUSTENTARE & VII WIPIS
WORKSHOP INTERNACIONAL
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE PUC-CAMPINAS

WIPIS ESCOP

Apoio: Agência das Bacias PCJ

COMITÊS PCJ

MACHADO, L. N.; LOSS, A.; BACIC, I. L. Z.; DORTZBACH, D.; LALANE, H. de C. Avaliação do potencial agrícola e conflitos de uso das terras na microbacia Lajeado Pessegueiro, Santa Catarina. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 16, n. 3, p. 308-323, 2017. DOI: 10.5965/223811711632017308.

MARCHESAN, J.; PEDRALI, L. D.; TRAMONTINA, J.; ALBA, E.; MELLO, E. P.; PEREIRA, R. S. Análise da relação entre a evolução florestal e a declividade utilizando imagens Landsat. *Nativa*, Sinop, v.4, n.1, p.53-57, jan./fev. 2016. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n01a11

PESSOA NETO, A. G.; BARBOSA, I. M. B. R. Space-temporal analysis of the changes in the use and coverage of the soil of the water body conservation zone of the allotment Jardim Barra de Jangada, Jabotão dos Guararapes / PE. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v.10, n.1, p. 55-68, 2020. ISSN:2237-2202

POELKING, E. L.; LAUERMANN, A.; DALMOLIN, R. S. D. Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico, *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4145-4150.

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

ROCHA, E. C.; BRITO, D.; SILVA, P. M.; SILVA, J.; BERNARDO, P. V. S.; JUEN, L. Effects of habitat fragmentation on the persistence of medium and large mammal species in the Brazilian Savanna of Goiás State. *Biota Neotropica*, v. 18, n. 3, 2018. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0483>.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: *Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium*, 3, Washington, 1973. *Proceedings...* Whashington: NASA, 1974, v.1, p.309-317, 1973.

SANTOS-DINIZ, V. S.; SOUSA, T. D. Levantamento florístico e fitossociológico de Mata Seca Semidecídua em área de reserva legal do município de Diorama, região Oeste de Goiás, Brasil. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12. 2011.

SARTORI, A. A. C; SILVA, R. F. B; PIANUCCI, M.N. ZIMBACK, C. R. L. Influência do período de estiagem no Índice de Vegetação (NDVI), no município de Botucatu-SP. *Anais XV*



Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4363-4369.

Silva, J.F., Fariñas, M.R., Felfili, J.M. and Klink, C.A. (2006), Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, 33: 536-548. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01422.x>

SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO DE GOIÁS. SIG - Shapefiles. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

SOUZA, D. F. de; GONZALEZ, G. D. D. .; TEIXEIRA FILHO, J. . Variação temporal do índice de vegetação normalizada como ferramenta de identificação dos açudes na bacia hidrográfica do Ribeirão das Cabras. *Revista Cerrados*, [S. l.], v. 17, n. 01, p. 222–239, 2019. DOI: 10.22238/rc2448269220191701222239.

Strassburg, B. B. N.; Brooks, T.; Feltran-Barbieri, R.; Iribarrem, A.; Crouzeilles, R.; Loyola, R.; Latawiec, A. E.; Oliveira Filho, F. J. B.; Scaramuzza, C. A. de M.; Scarano, F. R.; Soares-Filho, B; Balmford, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nat Ecol Evol* 1, 0099 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY: Earth Explorer. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 25 jun. 2016.