



## **AValiação DA COBERTURA VEGETAL POR MEIO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO (NDVI, SAVI) NO MUNICÍPIO DE SETE LAGOAS - MG.**

Max Paulo Rocha Pereira<sup>1</sup>  
Erika Ferreira da Silva<sup>2</sup>  
Ricardo Alexandrino Garcia<sup>3</sup>

### **Desenvolvimento Urbano e Rural**

#### ***Resumo***

A urbanização é um processo histórico que ao longo do tempo vem alterando significativamente as paisagens. Sua infraestrutura está relacionada diretamente a estrutura física dos ambientes e a manutenção das atividades e da vida de suas populações. De uma forma geral está relacionada a capacidade que esses ambientes possuem de disponibilizar recursos como água, alimento e energia. Diante dessas transformações foram desenvolvidas ao longo do tempo uma série de técnicas que permitem acompanhar e monitorar recursos ambientais visando interpretar a complexidade dessa relação de uso. Dentre essas técnicas, destaca-se o sensoriamento remoto, processo pelo qual sensores orbitais captam informações sobre um alvo através da leitura da resposta espectral de algumas de suas características em diferentes comprimentos de onda. A vegetação é um dos componentes do ambiente que apresentam uma boa resposta para esse tipo de análise, sendo possível identificar sua presença em quantidade e a depender do parâmetro também em qualidade. As áreas verdes cumprem importante papel na qualidade de vida urbana, pois agem como reguladores microclimáticos, disponibilizam sombra, promovem infiltração em áreas marcadas principalmente pelo processo de impermeabilização. Nessa perspectiva, para este trabalho procurou-se avaliar o índice de áreas verdes (NDVI e SAVI) do município de Sete Lagoas em Minas Gerais, com destaque para o caráter sazonal da vegetação. Foi possível identificar as diferenças da vegetação no período chuvoso (úmido) e período seco, além de permitir identificar as áreas com maior concentração de vegetação.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto, Sentinel-2, Planejamento Urbano.

---

<sup>1</sup>Doutorando em Geografia. Laboratório de Estudos Territoriais, LESTE/UFMG – Departamento de Geografia, [mqualidadeambiental@gmail.com](mailto:mqualidadeambiental@gmail.com).

<sup>2</sup>Mestra, Pesquisadora associada ao Laboratório de Estudos Territoriais – LESTE/UFMG – Departamento de Geografia, [erikafesilva@hotmail.com](mailto:erikafesilva@hotmail.com)

<sup>3</sup>Professor Associado ao departamento de Geografia da UFMG, Coordenador do Laboratório de Estudos Territoriais – LESTE, [alexandrinogarcia@gmail.com](mailto:alexandrinogarcia@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

A identificação e o monitoramento de elementos da terra utilizando sensores orbitais tem se mostrado como uma importante ferramenta de controle ambiental. As técnicas de aquisição de informação vem evoluindo ao longo dos anos, sem necessariamente ocorrer contato direto com o alvo, permitindo a realização de análises mais robustas, não invasivas e muitas vezes em escala de maior detalhe (GAMEIRO et al., 2016).

Técnicas de sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG) correspondem a um conjunto de ferramentas seguras que favorecem estudos voltados para a análise ambiental, dentre os quais pode-se destacar a determinação da densidade da cobertura vegetal que pode ser calculada por meio de índices de vegetação. Tais índices são utilizados em estudos de avaliação ambiental, correlacionando a variação da densidade vegetativa em um determinado período à degradação existente no local de interesse, ou a sazonalidade, urbanização, dentre outros processos que influenciam na cobertura vegetal, indicando a quantidade e qualidade da vegetação da área imageada (GAMEIRO *et al.*, 2016; LEITE, SANTOS e SANTOS, 2017; SILVA e SILVA, 2021).

Os autores Silva e Silva (2021), por exemplo, analisaram a variação da densidade da vegetação ao longo de uma série temporal, correlacionando-a com os impactos ambientais causados pela mineração em Paracatu - MG. Os resultados forneceram informações importantes que permitiram acompanhar a variação da densidade vegetativa ao longo do tempo, em que foi constatada a supressão de uma parcela considerável da vegetação local, afetando o ecossistema local, assim como a população residente no entorno.

Gameiro *et al.* (2016) avaliaram a cobertura vegetal em Jaguaribe - CE utilizando índices de vegetação. O resultado trouxe imagens de períodos secos e úmidos da área de estudo que detectaram diferenças relevantes, incluindo perdas de vegetação natural para a agricultura.

Leite, Santos e Santos (2017) analisaram temporalmente a dinâmica de uso do solo em Itatinga – SP, utilizando os índices de vegetação *Normalized Difference Vegetation*

Realização

Apoio



*Index* (NDVI) e *Soil-Adjusted Vegetation Index* (SAVI), que apresentaram bons resultados, em que poucas alterações antrópicas foram identificadas, devido a área de estudo se tratar de um local com fins experimentais, contudo, o NDVI se mostrou mais adequado pelo alto adensamento vegetal da área de estudo.

Estudos com essa característica possuem diversas finalidades, como as destacadas acima, podendo ser utilizados também para monitoramento de stress hídrico em áreas de cultivo (CRUSIOL et al., 2017), na análise de monitoramento de ocorrência de impactos de queimadas (SILVA; BELTRÃO, 2021) e como já citado, em análises da cobertura vegetal.

O NDVI é muito utilizado por reduzir o efeito topográfico e é sensível aos pigmentos que captam a radiação solar, como a clorofila, se relacionando com a condição e a quantidade da vegetação. Entretanto, a análise é influenciada pelo brilho e efeito espectral do solo, que pode comprometer o diagnóstico da vegetação. Dessa forma, o SAVI que ameniza os efeitos da coloração dos solos, por utilizar um fator de ajuste adaptado em relação ao NDVI também é altamente utilizado (LEITE, SANTOS e SANTOS, 2017).

A urbanização e o desenvolvimento industrial são processos que impactam e transformam diretamente a estrutura física dos ambientes, sendo que o conjunto de infraestruturas advindas desses processos estão relacionados a fragmentação de habitats e do próprio desmatamento. No entanto, nas últimas décadas muito se tem estudado sobre a relação entre a qualidade ambiental e a qualidade de vida das populações e os elementos naturais intraurbanos, com destaque para a vegetação, dessa forma, as análises exercem fundamental papel nesse monitoramento (DE ARRUDA et al., 2013).

Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho, foi utilizar os índices de vegetação NDVI proposto por e (ROUSE J.W., 1973) e o SAVI proposto por (HUETE, 1988), que são similares e ou complementares, como possibilidades metodológica de monitoramento da cobertura vegetal no município de Sete Lagoas em Minas Gerais. A partir dos resultados, discutir o papel do sensoriamento remoto para a análise ambiental e sua utilização como subsídio para o planejamento urbano orientado a sustentabilidade ambiental.

## METODOLOGIA

Realização

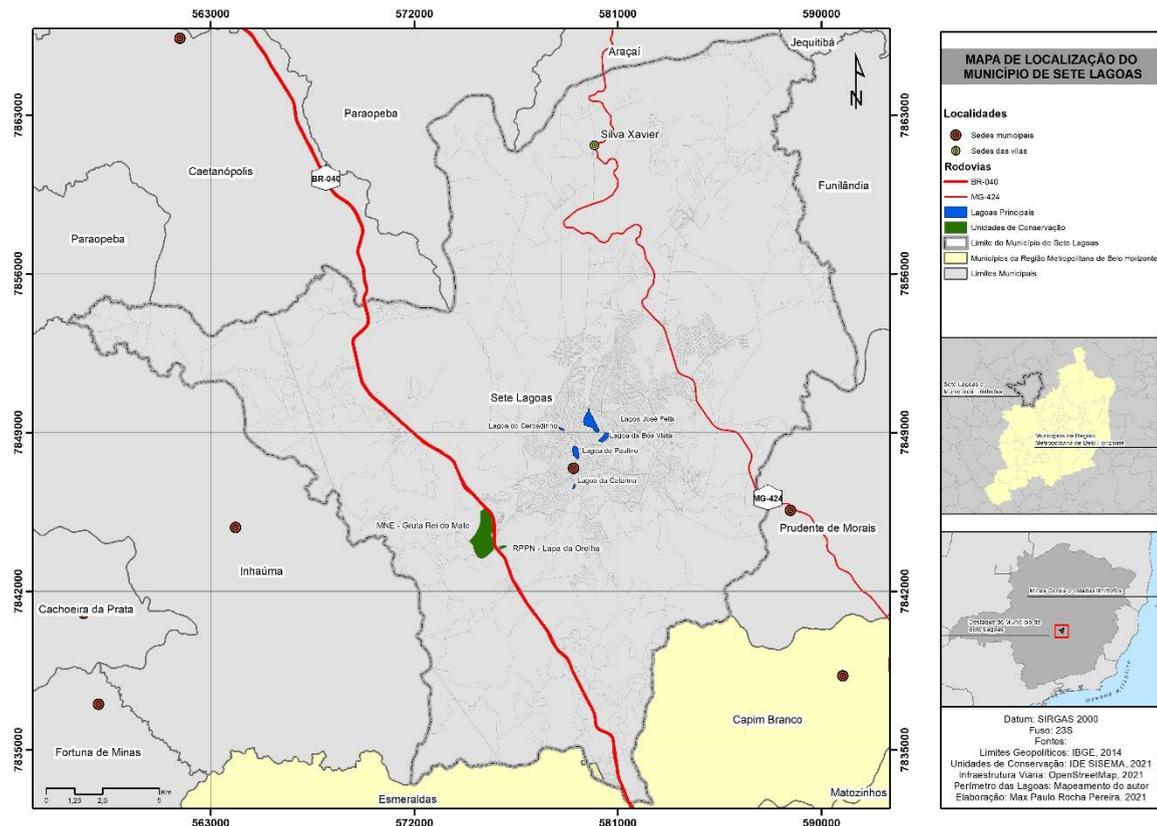


Apoio



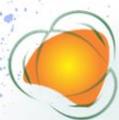
O município de Sete Lagoas está localizado na porção central do estado de Minas Gerais (Figura 01), inserido no Colar Metropolitano da capital Belo Horizonte, distante a proximamente 72 km dela. Com uma população de estimada de 243.950 habitantes (IBGE, 2021), possui como principais acessos as rodovias BR-040 e MG-424.

Figura 01: Localização da área de estudo.



Localizada em uma região predominantemente cárstica sua base física está sob o embasamento do Complexo Belo Horizonte e os sedimentos marinhos da formação basal correspondem a Formação Sete Lagoas e Formação Serra de Santa Helena pertencentes ao Grupo Bambuí. São produto de transgressões marinhas que ocorreram no Proterozóico Superior e cobriam extensas áreas do Cráton São Francisco (ANDRADE et al., 2019; PIZANI et al., 2021).

O município possui remanescentes florestais do bioma Cerrado e Mata Atlântica, ambos altamente impactados principalmente pela conversão em áreas de pastagem



(ARAÚJO et al., 2017), mas também como consequência direta da urbanização e industrialização da região. Devido a esses fatores, o município vem sendo objeto de estudo constante acerca das consequências ambientais desses fenômenos.

As áreas verdes urbanas possuem papel fundamental na qualidade de vida das populações, com destaque para o potencial de estabilização de superfícies por meio da fixação de suas raízes. Consequentemente, auxilia na infiltração e recarga hídrica principalmente em áreas cársticas como no município em estudo, influencia na umidade do ar, na regulação da temperatura em microescala, dentre outros papéis fundamentais exercidos no âmbito de suas três funções principais: estética, ecológica e lazer (DE ARRUDA et al., 2013).

Para a construção do cenário multitemporal da área de estudo foram utilizadas as imagens do Sentinel 2A (sensor multiespectral MSI), com resolução espacial de 10 metros para as bandas do visível, 20 metros para o infravermelho e 60 metros para as bandas de correção atmosférica. As imagens são disponibilizadas por meio do portal *Copernicos* (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) e incluíram o ano de 2021 em período sazonal úmido (31/01/2021) e seco (08/09/2021). Foram adquiridas imagens com condições meteorológicas semelhantes, sem cobertura de nuvens e correspondentes. O Quadro 01 traz maiores informações sobre as imagens Sentinel 2A utilizadas na análise.

Quadro 01: Especificações técnicas das imagens Sentinel 2A utilizadas na avaliação da cobertura vegetal em Sete Lagoas

Data de aquisição das imagens	Nome da Banda	Número	Resolução espectral (nm)	Resolução espacial (m)
06/06/2022	Blue	B02	490	10
	Green	B03	560	
	Red	B04	665	
	NIR	B08	842	
	Red Edge 1	B05	705	20
	Red Edge 2	B06	740	
	Red Edge 3	B07	783	
	Red Edge 4	B08A	865	

Realização

Apoio

	SWIR 1	B11	1610	
	SWIR 2	B12	2190	
	Aerossol	B01	443	
	Water Vapor	B09	940	
	Cirrus	B10	1375	
				60

Para a realização da análise, utilizou-se 3 etapas a saber: (1) pré-processamento (2) processamento e (3) tabulação e análise do resultado. Na etapa de pré-processamento as cenas foram adquiridas e recortadas para a área de estudo, as imagens Sentinel 2A são disponibilizadas ortorretificadas e com valores em reflectância no topo da atmosfera (TOA).

Na etapa (2) para o processamento dos dados realizou-se o cálculo dos índices através da ferramenta de análise espacial *raster calculator* do software Arcgis versão 10.8 (ESRI, 2020), utilizando-se as bandas B04 - Red e B08 - NIR, submetendo-as as seguintes fórmulas:

(a)  $NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$  onde: NIR corresponde ao infravermelho próximo e Red ao vermelho no espectro do visível.

(b)  $SAVI = \left( \frac{NIR - Red}{NIR + Red + L} \right) * (1 + L)$  onde NIR corresponde ao infravermelho próximo e Red ao vermelho no espectro do visível e L é a constante de fator ajuste do índice, em que utilizou-se L igual 0,5 que corresponde a constante de vegetação de porte médio proposto por (HUETE, 1988).

Na etapa (3) foram elaborados os mapas contendo os resultados dos índices que foram cruzados com dados secundários obtidos no arquivo do plano diretor do município como Unidades de Conservação (UCs) e o recorte do perímetro urbano que subsidiaram as discussões aqui realizadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do NDVI pode ser observado na figura 2, em que o índice da imagem do mês de janeiro variou de -1 a 1, enquanto que para o mês de setembro variou de -1 a 0,95, o que por só já indica uma mudança no comportamento da vegetação, uma vez que os

Realização

Apoio



valores mais altos próximos de 1 indicam elevado vigor da vegetação e os valores próximo de -1 indicam de menor vigor a ausência da vegetação como aponta (LEITE; SANTOS; SANTOS, 2017).

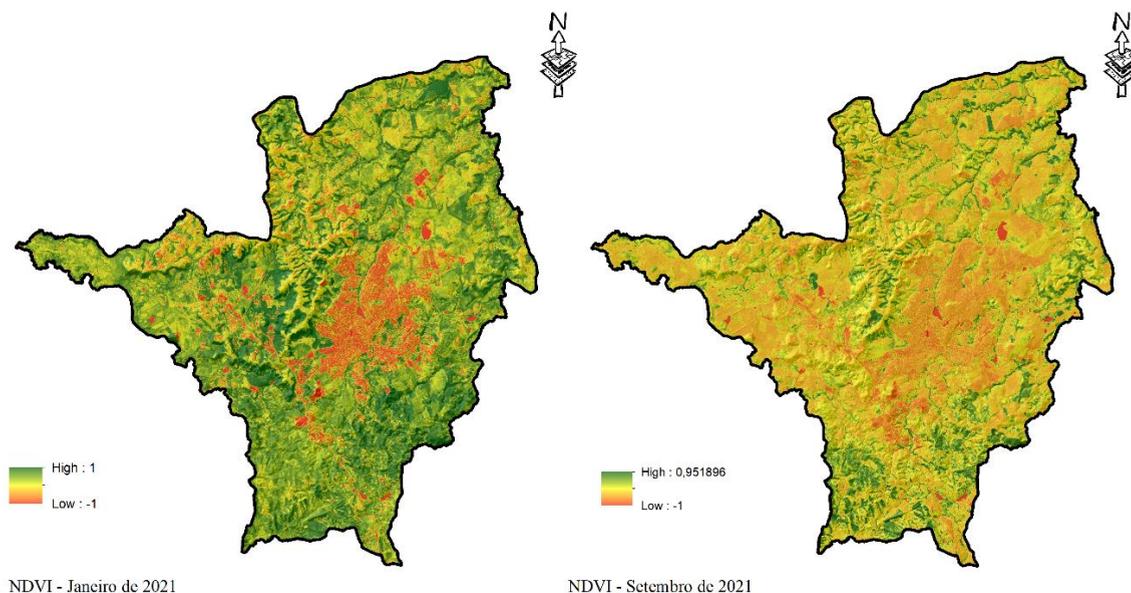


Figura 02: NDVI do município de Sete Lagoas para período úmido e seco.

O fator sazonalidade pode ser confirmado ao se observar o balanço hídrico do município entre os anos de 2004 e 2014 (Figura 3) demonstrando um excesso de umidade no sistema até o mês de abril e uma deficiência nos meses subsequentes até o início de outubro o que influencia diretamente no vigor da vegetação e na reposta espectral da clorofila.

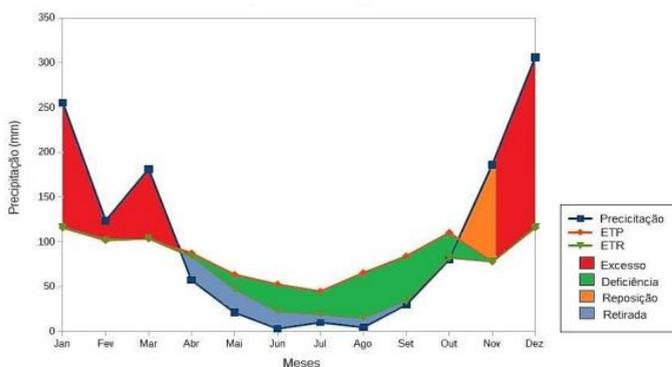


Figura 03: Balanço hídrico de Sete Lagoas no período de 2002-2004. Fonte: Guimaraes

(2015), INMET.

Importante observar que mesmo no período úmido que favorece o maior vigor vegetativo e consequentemente resposta espectral da vegetação, às áreas que concentram maior volume de manchas de vegetação estão localizadas majoritariamente em UCs (Figura 4), com destaque para o conjunto de Áreas de Proteção Ambiental (APAs) que circundam a mancha urbana.

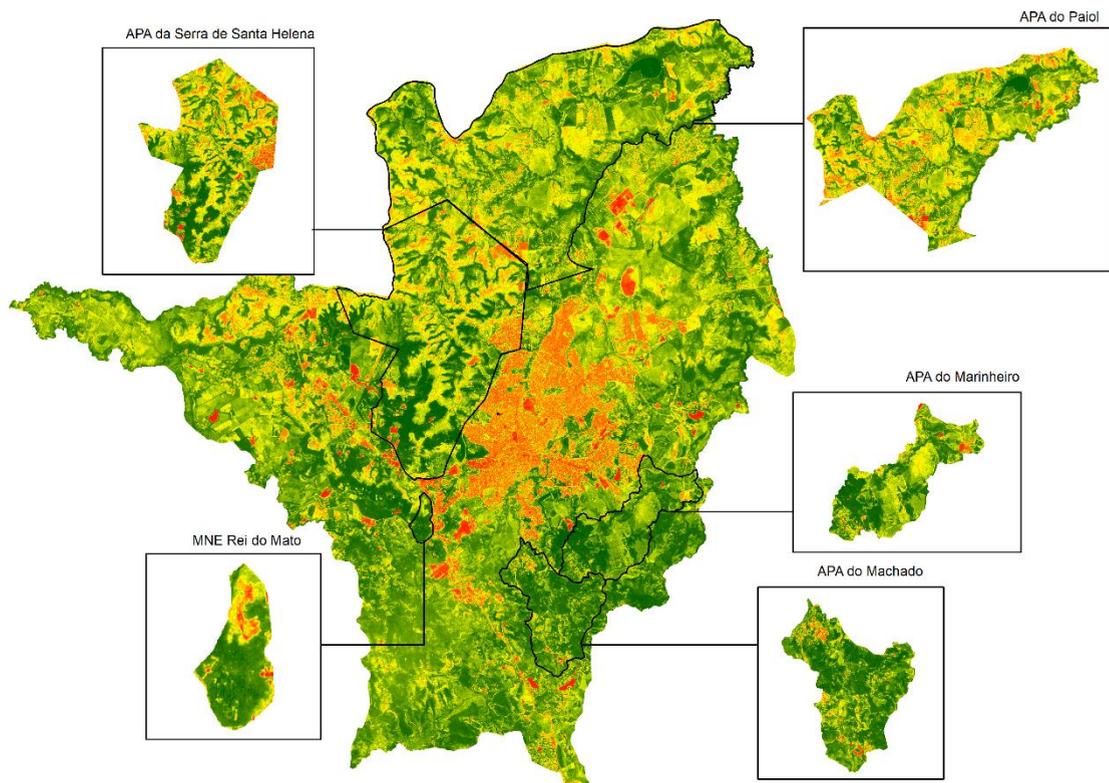


Figura 04: NDVI no período úmido com destaque para as unidades de conservação presentes no município.

As unidades de conservação são instituídas pelo poder público com o objetivo de garantir a estabilidade ambiental de determinadas regiões, criando um conjunto de normas de uso que disciplinam a antropização desses espaços. Ressalta-se, no entanto, que as APAs possuem caráter restritivo estabelecido em seu plano de manejo, cabendo aos órgãos responsáveis por sua proteção conduzir e ou acompanhar a execução dos estudos que determinarão as normas de uso no seu interior, sendo que a sociedade civil também é papel importante nesse acompanhamento.



Já para o SAVI (Figura 5) os resultados variaram entre -0,30 e 0,79 no período úmido e -0,37 e 0,72 no período seco, assim como o NDVI os valores próximos de negativos representam ausência de vegetação enquanto o valor 1 representa cobertura vegetal densa. Comparando-se os dois resultados o NDVI se mostrou mais conservador enquanto o SAVI ao considerar o fator de correção do uso evidencia de forma mais intensa a resposta principalmente do solo exposto e das áreas construídas.

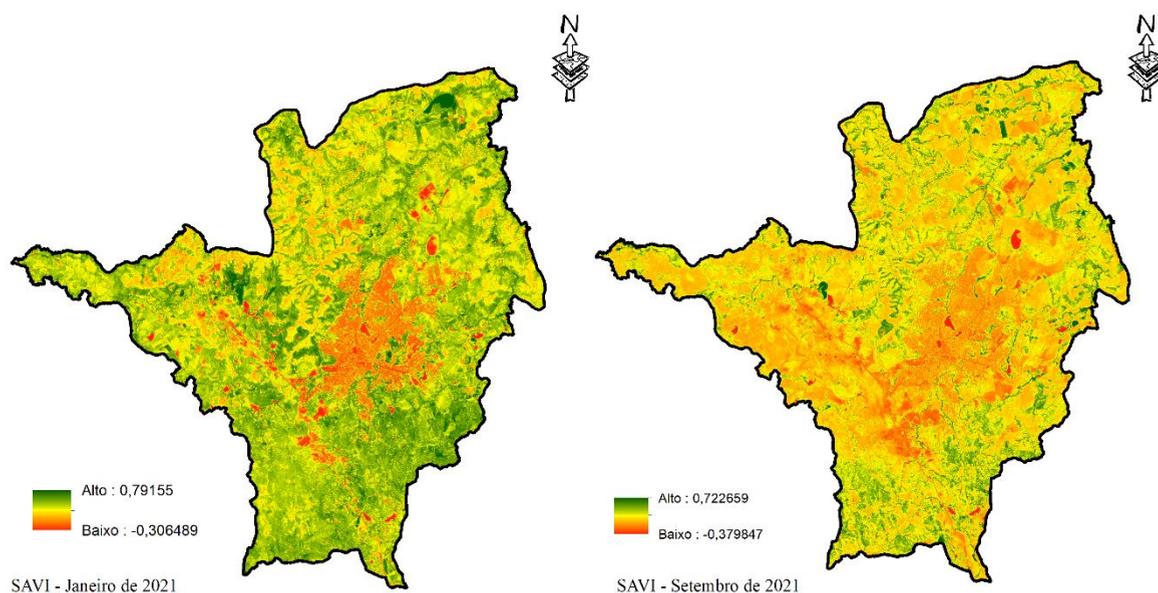


Figura 04: SAVI do município de Sete Lagoas para período úmido e seco.

Tratando-se do município de Sete Lagoas que como já citado anteriormente, tem seu território situado principalmente em área cárstica, a vegetação cumpre relevante papel na contribuição para recarga hídrica. O município vem lidando historicamente com problemas de abastecimento, tendo seu abastecimento público majoritariamente concentrado na extração subsuperficial e subterrânea, o que vem ao longo do tempo provocando o esgotamento de poços, sendo apontado por alguns autores inclusive os riscos de subsidência cárstica por superexploração desse aquífero (DE SALIS et al., 2019).

Sendo, portanto, relevante que o tema áreas verdes sejam inseridas no contexto do planejamento urbano e regional considerando tanto como já citado seu papel em áreas urbanas, mas também no caso específico do município citado, sua relação com a infiltração

Realização

Apoio

e função estoque dos aquíferos cársticos fundamentais para manutenção das atividades desenvolvidas na região.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices de área verde (NDVI e SAVI) mostraram-se sensíveis o suficiente para captar diferenças sazonais no vigor da vegetação presente no município de Sete Lagoas. Evidencia, ainda, que as áreas com maior concentração de manchas de área verde estão localizadas em UCs, o que indica o potencial dessas áreas em garantir a manutenção da vegetação. Ao mesmo tempo expõe uma fragilidade da produção do espaço urbano em se estabelecer uma maior integração entre o ambiente construído e as áreas verdes sem necessariamente recorrer a instrumentos legais de proteção.

O município apresenta um grande desafio de equacionar sua expansão urbana com a manutenção das áreas verdes, importante componente da qualidade ambiental e fundamental para manutenção de sua recarga hídrica. Cabe, portanto, aos gestores e a sociedade civil através da interpretação de resultados como os aqui apresentados priorizar áreas de baixo adensamento e incorporar estratégias de manutenção da vegetação nas diretrizes de parcelamento e uso do solo.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, I. B.; BARBOSA, J. A.; RIBEIRO, C. G.; PAULA, R. S.; VELASQUEZ, L. N. M. Relação hidráulica entre o Complexo Belo Horizonte e o Grupo Bambuí na porção sul da APA Carste de Lagoa Santa, MG. **Geonomos**, 27(1), 38-45, 2019.

ARAÚJO, S. N.; SILVA, A. F.; COSTA, T. C. C. DA; PEREIRA, M. P. R.; RABELO, M. F. R. Preference of tree species for tropical forest environments. **Applied Ecology And Environmental Research**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 717-742, 2017.

CRUSIOL, L.G.T.; NANNI, M.R.; FURLANETTO, R.H.; SILVA, G.F.C.; SILVA, M.C.; SIBALDELLI, R.N.R.; MERTZ-HENNING, L.M.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J.R.B. **Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento do déficit hídrico na cultura da soja**. XII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Londrina, PR. p.120-127. jul. 2017.

DE ARRUDA, L. E. V.; SILVEIRA, P. R. S.; VALE, H. S. M.; SILVA, P. C. M. Índice de área verde e de cobertura vegetal no perímetro urbano central do município de Mossoró-RN. **Revista**



**Verde** [Mossoró, RN], v. 8, n. 2, p.13 – 17, abr - jun, 2013.

DE SALIS, H. H. C.; COSTA, A. M.; KÜNNE, A.; FERNANDES, L. F. S.; PACHECO, F. A. L. Conjunctive Water Resources Management in Densely Urbanized Karst Areas: A Study in the Sete Lagoas Region, State of Minas Gerais, Brazil. **Sustainability**, 11, 3944. 2019.

GAMEIRO, S.; TEIXEIRA, C. P. B.; NETO, T. A.; LOPES, M. F. L.; DUARTE, C. R.; SOUTO, M. V. S.; ZIMBACK, C. R. L. Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. **Terræ**, v. 13, n.1-2, p. 15-22. 2016.

GUIMARÃES, V. M. B. **Estudo acerca das possíveis causas para o decréscimo do volume hídrico na lagoa Grande no município de Sete Lagoas – MG**. 2015. 62 f. Monografia. Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

HUETE, A. R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, v. 25, n. 3, p.205-309, aug. 1988.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada: **IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em fev. 2022.

LEITE, A. P.; SANTOS, G. R.; SANTOS, J. E. O. Análise temporal dos Índices de Vegetação NDVI e SAVI na estação experimental de Itatinga utilizando imagens landsat 8. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.6, n.4, p. 606-623. 2017.

PIZANI, F. M. C.; PEREIRA, M. P. R.; SILVA, M. M. Técnicas de sensoriamento remoto para análise temporal do espelho d'água da Lagoa Grande na cidade de Sete Lagoas – MG. **Revista GEOgrafias**, v. 17, n. 1, p. 81-102, jan./jun. 2021.

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 Symposium, 3., 1973, Washington. **Proceedings**. Washington: NASA, 1973. v.1, p.309-317.

SILVA, A. B. N.; BELTRÃO, N. E. S. Metodologias de sensoriamento remoto para análise de queimadas com base em índices espectrais e diagnóstico de severidade. **Ciência Geográfica**. [Bauru, SP] v.25- n. 3, p. 968-982, jan./dez. 2021.

SILVA, B. H. R., SILVA, R. N. F. Avaliação de impactos ambientais em áreas de mineração com o uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI): estudo de caso para a região de Paracatu (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v.2, n.3, p.02-17. 2021

Realização

Apoio