



## QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS COM SISTEMA DE PIVÔ CENTRAL NO MUNICÍPIO DE SORRISO-MT EM 2008 E 2023, UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS

Gabriel Sergio Lubian<sup>1</sup>, Jasseliny Aparecida Branco de Moraes Formigoni<sup>1</sup>, Fabiana da Silva Sousa<sup>1</sup>, Thomas Roberto Signor<sup>2</sup>, Iago Manuelson dos Santos Luz<sup>3</sup>, Matheus Sergio Lubian<sup>3</sup>, Antonio Carlos Buchelt<sup>4</sup>, Edgley Pereira da Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduandos em Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta-MT. E-mail: gabriel.lubian@unemat.br

<sup>2</sup>Graduando em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta-MT

<sup>3</sup>Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta-MT

<sup>4</sup>Professores Doutores do curso de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta-MT.

Recebido em: 15/06/2024 – Aprovado em: 15/07/2024 – Publicado em: 30/07/2024  
DOI: 10.18677/Agrarian\_Academy\_2024A2

### RESUMO

A irrigação na agricultura é uma prática utilizada desde as civilizações antigas e atualmente vem em franco desenvolvimento nos sistemas agrícolas brasileiro. Mapear os espaços irrigados é extremamente importante no ordenamento territorial. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo quantificar as áreas com sistema de irrigação por pivô central no município de Sorriso-MT em 2008 e 2023 utilizando geotecnologias. O recobrimento de toda a extensão territorial do município foi feito, a partir do *download* das imagens orbitais no site do *United States Geological Survey* (USGS), sendo realizada a aquisição de imagens do mês de julho a partir dos sensores acoplados aos satélites Landsat 5 (sensor TM C2 L2) (para 2008) e Landsat 8 e 9 (sensor OLI/TIRS C2 L1) (para 2023). A manipulação das imagens foi realizada a partir do software QGIS 3.28.0 (Firenze). No ano de 2008, foram identificados 34 pivôs no mês de julho, com área entre 29,1 e 194,9 hectares, e preenchendo um total de 4.357 ha. Já para o mesmo período no ano de 2023, constatou-se a presença de 219 pivôs, com área entre 23,8 e 252,2 ha, totalizando cerca de 29.699 ha. As ferramentas de sensoriamento remoto utilizadas permitiram quantificar os pivôs no município de Sorriso-MT para os dois anos avaliados, constatando-se um aumento de quase sete vezes no período.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura. Análise Multitemporal. Uso da terra.

### QUANTIFICATION OF AREAS IRRIGATED WITH CENTRAL PIVOT SYSTEM IN THE MUNICIPALITY OF SORRISO-MT IN 2008 AND 2023, USING GEOTECHNOLOGIES

#### ABSTRACT

Irrigation in agriculture is a practice used since ancient civilizations and is currently undergoing rapid development in Brazilian agricultural systems. Mapping irrigated spaces is extremely important in territorial planning. In this sense, the present work aimed to quantify the areas with a central pivot irrigation system in the municipality of Sorriso-MT in 2008 and 2023 using geotechnologies. The coverage of the entire

territorial extension of the municipality was carried out by downloading orbital images from the United States Geological Survey (USGS), with the acquisition of images for the month of July from the Landsat 5 TM C2 L2 satellites (for 2008) and Landsat 8 and 9 OLI/TIRS C2 L1 (for 2023). Image manipulation was performed using QGIS 3.28.0 software (Firenze). In 2008, 34 pivots were identified in the month of July, with an area between 29.1 and 194.9 hectares, and filling a total of 4,357 ha. For the same period in 2023, the presence of 219 pivots was found, with an area between 23.8 and 252.2 ha, totaling around 29,699 ha. The remote sensing tools used made it possible to quantify the pivots in the municipality of Sorriso-MT for the two years evaluated, observing an increase of almost seven times in the period.

**KEYWORDS:** Agriculture. Multitemporal Analysis. Land Use.

## INTRODUÇÃO

A irrigação na agricultura é uma prática que data desde as antigas civilizações, como Egito e Mesopotâmia, sendo uma prática que visa complementar o fornecimento de água, importante para o desenvolvimento das plantas (SOARES *et al.*, 2019). O uso da irrigação proporciona a obtenção de maiores produtividades, reduzindo a necessidade da expansão agrícola em áreas com cobertura vegetal, aumentando também a duração de períodos anuais de plantio e de produção agrícola (GUIMARÃES; LANDAU, 2014).

Atualmente o Brasil está entre os 10 países com maior área irrigada, com cerca de 8,2 milhões de hectares, de acordo com dados da FAO para o ano de 2020 (ANA, 2023). Todavia, diversos indicativos mostram que o Brasil possui um enorme potencial em expandir ainda mais essas áreas. Dentre os diversos tipos de sistema, um que tem ganhado destaque nos últimos anos é a irrigação por pivôs centrais, que apresentou um crescimento mais de 50 vezes entre os anos de 1985 e 2019, totalizando em 1,556 milhões de hectares para o último ano avaliado, distribuído em diversas culturas, como a cana de açúcar, café, e culturas temporárias (ANA, 2021). Já em 2022 o Brasil superou os 30 mil pontos-pivôs, ocupando uma área equipada de 1,92 milhão de hectares (Mha) um incremento de 370 mil hectares (+24%) em relação ao ano de 2019, com tendência de aceleração (ANA, 2023).

Esse aumento pode ser justificado pela facilidade operacional, menor custo aliado a menor necessidade de mão de obra, além da alta eficiência em aplicação e distribuição de água. Trata-se de uma atividade muito importante para a economia, popularizando-se pela utilização em culturas extensivas, gerando emprego e renda (SANDRI; CORTEZ, 2009). De acordo com a Agência Nacional de Águas (2021), os estados de Mato Grosso e o Rio Grande do Sul são os que vêm apresentando os maiores crescimentos em área com pivôs centrais nos últimos anos.

O sensoriamento remoto vem sendo uma importante ferramenta usada na quantificação das áreas com pivôs centrais (DEMARQUI; DEMARQUI, 2020; MELO, 2023), a partir do qual torna-se possível analisar se há tendência de aumento ou redução em áreas irrigadas numa dada região, bem como as causas por trás desse comportamento. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo quantificar as áreas com sistema de irrigação por pivô central no município de Sorriso-MT em 2008 e 2023 e as possíveis causas da variação ao longo do tempo, utilizando geotecnologias.

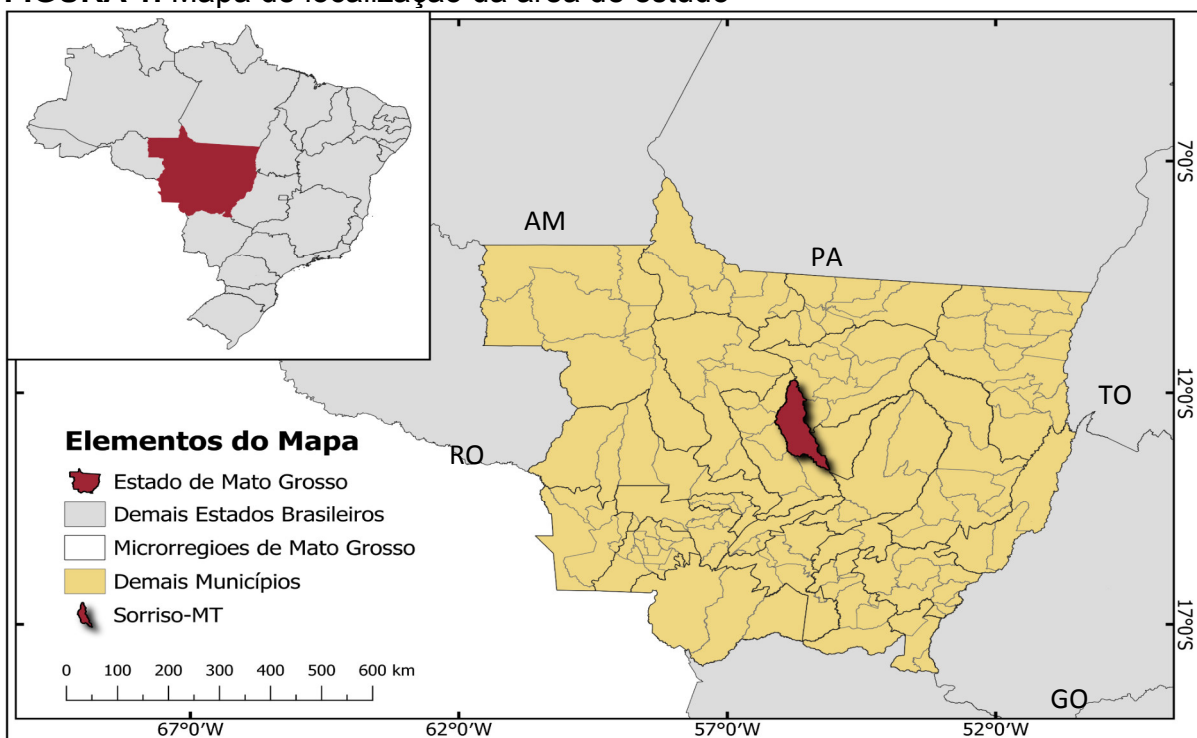
## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre os meses de janeiro e junho de 2024. A escolha dos anos avaliados foi motivada pelo interesse em analisar o crescimento de áreas

irrigadas por pivôs centrais nos últimos 15 anos, e a opção de realizar a pesquisa no mês de julho se deve ao expressivo número de pivôs ativos nesse período.

A área amostral deste estudo é o município de Sorriso, localizado no Estado de Mato Grosso, entre as coordenadas 12° 33' 31" S e 55° 42' 51" O, apresentando altitude média de 386 metros (Figura 1). A área faz parte da bacia hidrográfica do rio Teles Pires, que possui 141.278,62 km<sup>2</sup>, e está inserida na grande bacia do rio Amazonas. Sorriso possui área total de 9.293,629 km<sup>2</sup>, com solo predominantemente do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (SORRISO, 2023; IBGE, 2023). Apresenta clima do tipo tropical úmido (Aw) segundo classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, sendo o verão chuvoso e o inverno seco, a precipitação média anual é de aproximadamente 2.000 mm ao ano, com temperatura média anual de 26°C, oscilando entre 20°C e 38°C (ALVARES *et al.*, 2013). A economia do município de Sorriso está ligada ao agronegócio, tornando-o conhecido como “Capital Nacional do Agronegócio”, possuindo o quarto maior PIB (Produto Interno Bruto) do estado (CAVALLI *et al.*, 2015; COSTA, 2023).

**FIGURA 1.** Mapa de localização da área de estudo



**Fonte:** Autores (2024)

MS

O município de Sorriso-MT está localizado a cerca de 400 quilômetros da capital Cuiabá. Para recobrimento de toda a extensão territorial do município foi feito o *download* das imagens orbitais a partir do site *United States Geological Survey* (USGS), sendo realizada a aquisição de imagens do mês de julho a partir dos sensores acoplados aos satélites Landsat 5 TM C2 L2 (para 2008) e Landsat 8 e 9 OLI/TIRS C2 L1 (para 2023).

A manipulação das imagens foi realizada a partir do software QGIS 3.28.0 (Firenze), e para identificar as áreas de pivô central, com o auxílio da calculadora de campo realizou-se a expressão para calcular o *Normalized Difference Moisture Index*

(NDMI), proposta por Gao (1996), amplamente utilizada para monitorar a irrigação, capaz de identificar os níveis de umidade na vegetação (Equação 1).

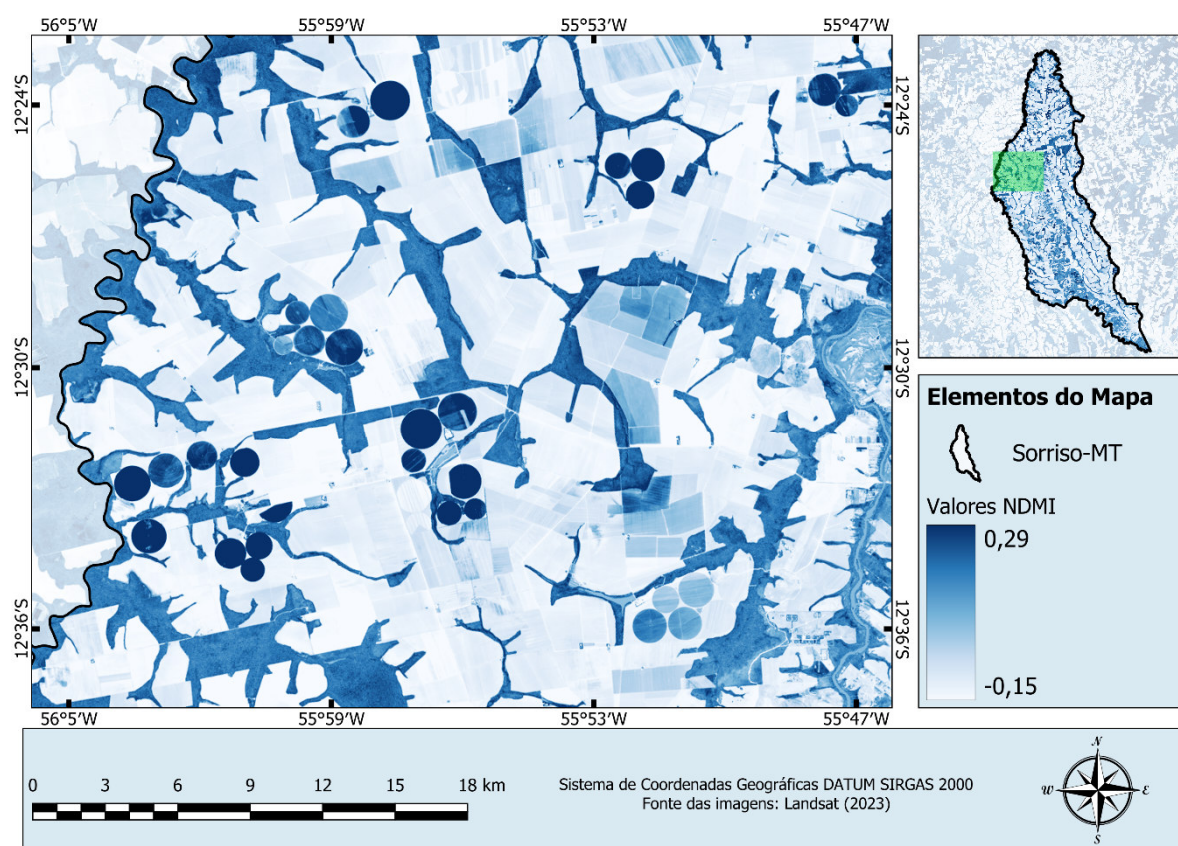
$$NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Onde: NIR = Infravermelho próximo; SWIR = Infravermelho de onda curta.

A identificação das áreas de pivô e sua vetorização foi realizada com base no índice anteriormente mencionado e imagens de satélite na faixa do visível, diminuindo a probabilidade de erros na quantificação. Em seguida, foi realizada a contagem, e o cálculo de cada pivô e da área total com o uso da calculadora de campo.

O *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) é um índice usado para monitorar a umidade da vegetação (USGS, 2022), sendo amplamente utilizado em diversos estudos para discriminar plantas com estresse hídrico. De acordo com Antunes *et al.* (2005), esse índice é capaz de indicar a presença de umidade tanto no solo como na vegetação, além de ser capaz de contrastar bem os diferentes tipos de vegetação. Na Figura 2, é possível interpretar nas imagens do ano de 2023, áreas com maior umidade apresentam valores mais altos, como é o caso dos locais com pivôs centrais, seguidas por áreas de vegetação nativa que apresentaram valores um pouco menores, e as demais áreas.

**FIGURA 2.** *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) aplicado a imagens do ano de 2023

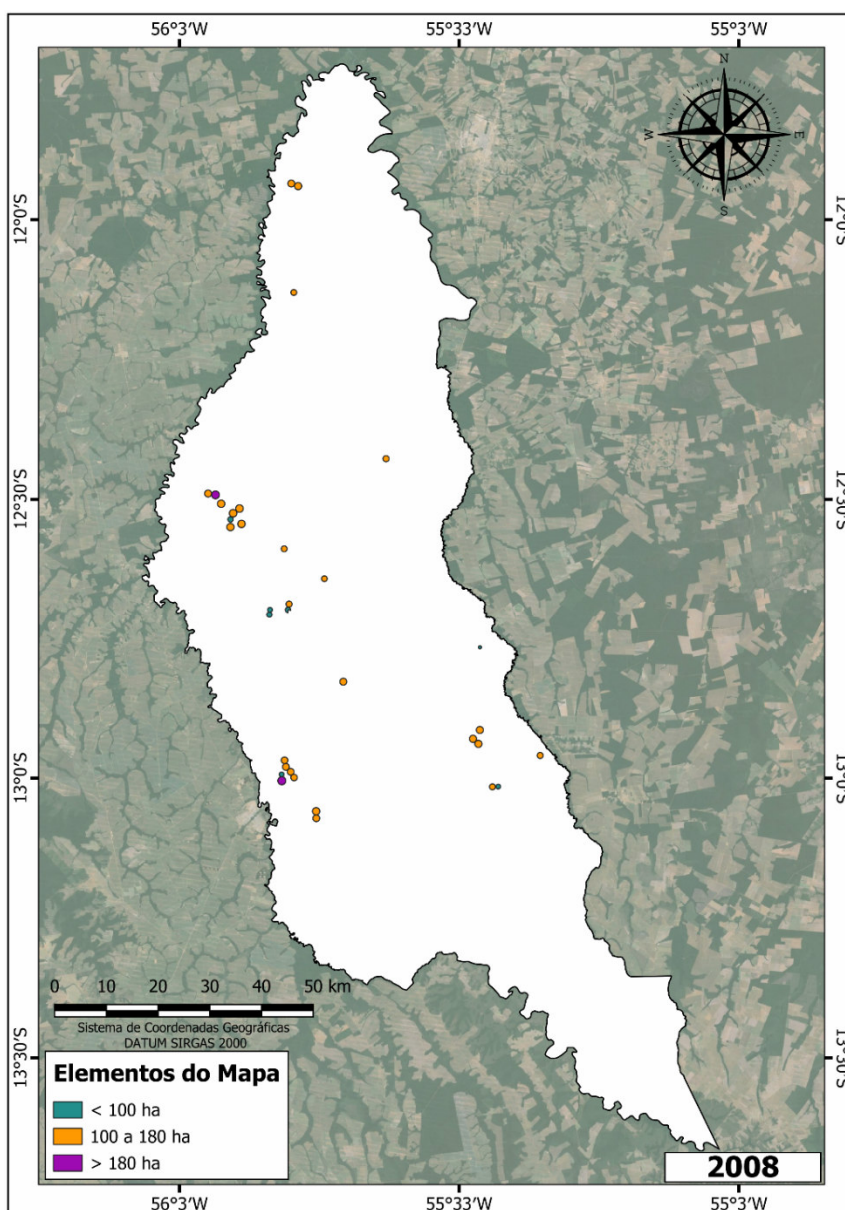


Fonte: Autores (2024)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

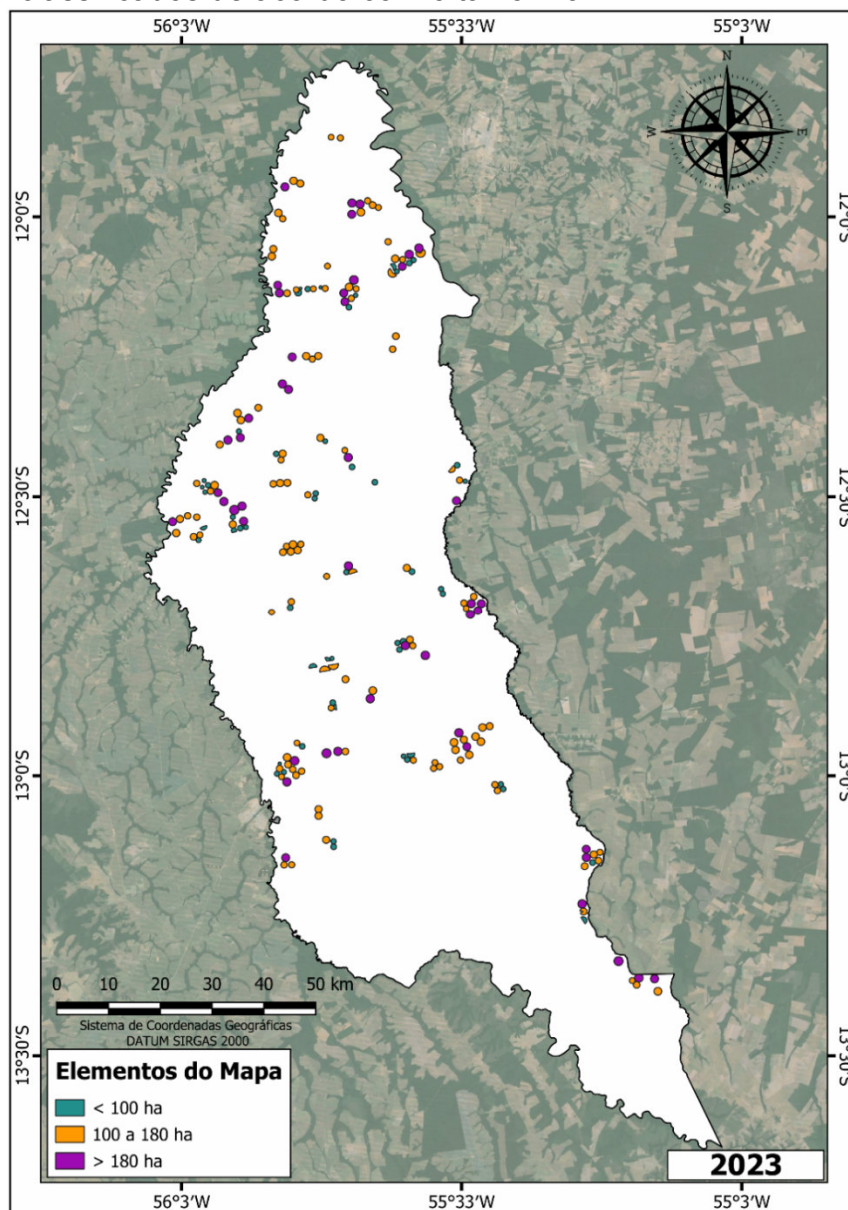
Feitas as análises dos dados, no levantamento realizado para o ano de 2008, foram identificados 34 pivôs no mês de julho, com área entre 29,1 e 194,9 hectares (ha), compondo um total de 4.357 ha irrigados (Figura 3). Já para o mesmo período no ano de 2023, constatou-se a presença de 219 pivôs, com área entre 23,8 e 252,2 ha, totalizando cerca de 29.699 ha (Figura 4). Apresentando um aumento na área de 165 ha quando comparado com os dados levantados pela ANA (2023) para o ano de 2022 que foi de 29.534 ha.

**FIGURA 3.** Pivôs identificados no ano de 2008 e classificados de acordo com o tamanho.



**Fonte:** Autores (2024)

**FIGURA 4.** Pivôs identificados no ano de 2023 e classificados de acordo com o tamanho.



**Fonte:** Autores (2024)

Considerando essa eficiência do índice NDMI para identificação de áreas irrigadas, optou-se pela escolha do mesmo para quantificar áreas de pivô central no presente estudo, apresentados nas figuras 3 e 4. A aplicação do índice *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) pode ser verificada em diversos trabalhos, Ferreira *et al.* (2011), por exemplo, avaliaram em sua obra a condição biofísica da vegetação da caatinga e áreas onde a agricultura irrigada era adotada, constando que o índice NDMI conseguiu distinguir de maneira eficiente áreas de vegetação nativa das áreas irrigadas. Bezerra *et al.* (2018) em um estudo realizado com a finalidade de compará-lo ao NDWI, observou que o mesmo se adequa melhor para verificar a presença de água na estrutura interna das plantas.

Além disso, observou-se diferença significativa de área entre os pivôs identificados, tornando necessária a distinção entre pivôs pequenos, médios e grandes, conforme exposto na Tabela 1. Com base no padrão de tamanho dos pivôs

quantificados, considerou-se pivôs pequenos os de área inferior a 100 ha, médios de 100 até 180 ha e grandes acima desse valor (Tabela 1).

**TABELA 1.** Contagem dos pivôs identificados com base em seu tamanho em hectares

Classificação	2008		2023	
Pequenos (<100ha)	7	20,58%	55	25,10%
Médios (100-180 ha)	25	73,52%	115	52,50%
Grandes (>180 ha)	2	5,90%	49	22,40%
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>100%</b>	<b>219</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autores (2024).

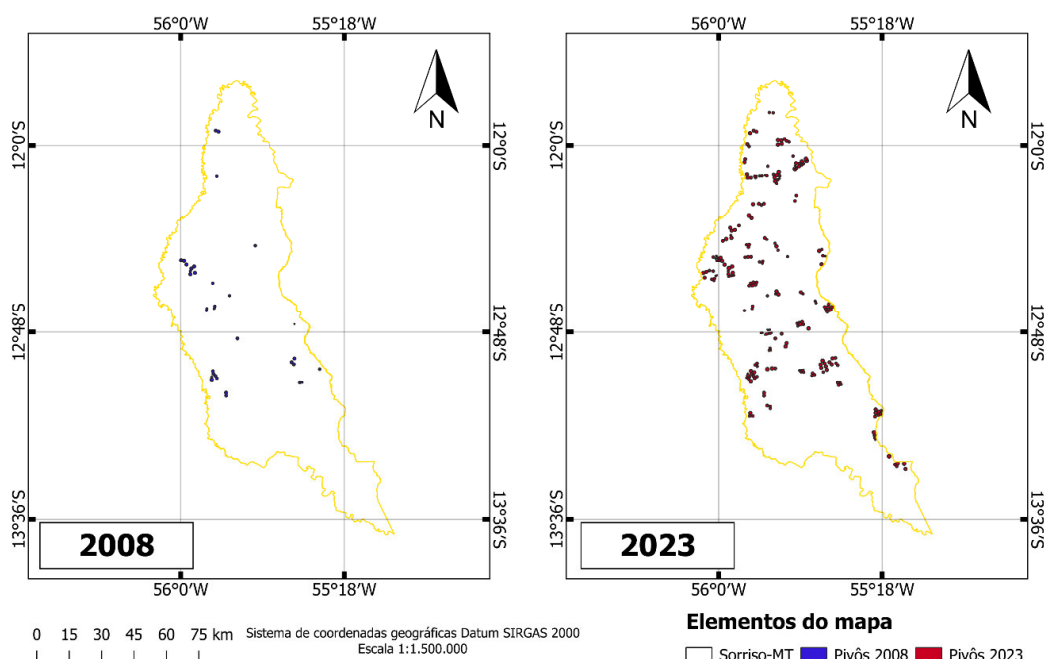
Os dados mostram um aumento na quantidade de pivôs de todos os tamanhos, entretanto, pivôs de tamanho médio tiveram o maior aumento (90) entre os anos avaliados. É importante destacar que essa tendência de aumento de pivôs não se limita ao município de Sorriso, com vários trabalhos tendo sido realizados com o objetivo de quantificar as áreas de pivô central no Brasil ao longo dos anos. Carvalho *et al.* (2020), em um trabalho realizado com esse objetivo, constataram um aumento de 51,9% nas áreas irrigadas entre 2006 e 2017, correspondendo a 6.902.960 hectares, em que as áreas de pivô central corresponderam a 20,8%.

Desde o ano de 2006 as áreas irrigadas no Brasil apresentam um crescimento médio anual de cerca de 4,7%, apresentando projeções de crescer mais 4,2 milhões de hectares até 2040, quando comparado ao ano de 2021. Só para se ter uma ideia, é um crescimento de aproximadamente 50% se comparado as áreas irrigadas de 2021, que foi de 8,2 milhões de hectares (CANAL RURAL, 2022).

Em relação ao tamanho médio dos pivôs, houve pouca variação, tendo aproximadamente 128 ha em 2008 e 136 ha em 2023. Não foi constatado nenhum tipo de padrão de distribuição dos pivôs com relação ao tamanho, entretanto, a maior parte dos pivôs identificados estão nas proximidades de rodovias (Figura 5).

**FIGURA 5.** Pivôs identificados no município de Sorriso nos anos de 2008 e 2023.

**Pivôs de irrigação no município de Sorriso-MT**



Fonte: Autores (2024).

As causas do aumento das áreas de pivô no município de Sorriso nos dois anos avaliados podem ser diversas, tornando difícil uma análise precisa. Fatores como valorização de *commodities*, alterações climáticas, custo para a aquisição de tecnologias que ajudem a incrementar a produtividade, dentre diversas outras causas, são capazes de impactar a decisão de ampliação ou não das áreas irrigadas pelos produtores. A expansão da irrigação de pivô central na região de cerrado como é o caso do município em estudo, ocorre em função da expansão da agricultura para áreas de maior déficit hídrico, da estrutura das propriedades rurais formadas por grandes e médias propriedades, devido a adequação desse sistema de irrigação para grandes áreas relativamente planas e para os tipos de solos predominantes nesse bioma (ANA, 2023).

Não é possível afirmar com exatidão as espécies cultivadas nos pivôs identificados, todavia, o método de irrigação está intimamente relacionado à cultura e a região onde ela ocorre. Os pivôs por exemplo, usualmente são empregados para o cultivo da soja, milho, feijão, algodão e arroz (ANA, 2021).

Em um estudo realizado por Demarqui e Demarqui (2020), entre os anos de 2004 e 2015 a fim de quantificar as áreas irrigadas por pivôs centrais, englobando três importantes regiões agrícolas do estado de Mato Grosso, Sorriso e Primavera do Leste se destacaram em área total irrigada para todos os anos. Vale destacar que a partir de 2012, para todas as regiões houve aumento no crescimento anual em número de pivôs e área total irrigada, que passou a apresentar em média, aumento de 18,4% para a quantidade de pivôs centrais e 18,9% para áreas irrigadas.

Considerando a área total obtida pelos autores em 2015 para o município de Sorriso (aproximadamente 14.000 ha) e o número observado para 2023 (29.699 ha) neste estudo, verifica-se um aumento médio anual de aproximadamente 9%, bem menor da tendência média observada pelos autores. Esse decréscimo no aumento anual pode estar relacionado a uma série de fatores, como crescimento mais lento do município estudado nos anos seguintes em relação a média, a presença de pivôs inativos no período escolhido para a obtenção das imagens, dentre outras causas, que requer um estudo mais aprofundado dessas mesmas regiões, ano a ano.

Por fim, ressalta-se que as áreas irrigadas demandam uma grande quantidade de água, o monitoramento é de extrema importância para a fiscalização do uso dos recursos hídricos, visto que o uso desordenado pode comprometer o uso pelos demais usuários. Entender as condições climáticas também é essencial, através da qual é possível prever eventos extremos, o que contribui com o manejo agrícola e na gestão agrícola mais eficiente (SOUZA *et al.*, 2020).

## CONCLUSÃO

As ferramentas de sensoriamento remoto utilizadas permitiram quantificar os pivôs no município de Sorriso-MT para os dois anos estudados, que apresentou um aumento significativo de área, que saltou de 4.357 hectares no primeiro ano avaliado para 29.699 hectares. Em quantidade também houve um aumento relevante, sendo quantificados 34 pivôs em 2008 e 219 em 2023.

O município de Sorriso-MT apresenta um dos maiores potenciais de expansão das áreas irrigadas com pivô central do Brasil, no entanto, esse município segue com o desafio de monitorar a agricultura irrigada e orientar a expansão com segurança hídrica, de forma competitiva e sustentável. A realização de novas pesquisas que busquem elucidar de maneira detalhada a causa do aumento no uso de pivôs no município de Sorriso ao longo do tempo é de extrema relevância.

## REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 2ª Edição. Brasília, DF: ANA, 2021. Disponível em: [https://biblioteca.ana.gov.br/sophia\\_web/Acervo/Detalhe/88090](https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Acervo/Detalhe/88090). Acesso em: 14 jan. 2024.

ANA – Agência Nacional de Águas. Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 1985-2022. **Boletim do SNIRH**, n.4, 2023. Disponível em: [https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/ac9b36cd-88fc-4211-911a-741b5f290c00/attachments/ANA\\_Boletim\\_SNIRH\\_4\\_PivosCentrais\\_web.pdf](https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/ac9b36cd-88fc-4211-911a-741b5f290c00/attachments/ANA_Boletim_SNIRH_4_PivosCentrais_web.pdf) Acesso em: 10 jun. 2024

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; de MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ANTUNES, J. F. G.; ESQUERDO, J. C. D. M.; JUNIOR, J. Z. **Desenvolvimento de um sistema automático para a geração de produtos derivados de imagens AVHRRNOAA**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/573182>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CANAL RURAL - **Área irrigada do Brasil pode crescer 4,2 milhões de hectares, diz estudo**., 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/area-irrigada-do-brasil-pode-crescer-42-milhoes-de-hectares-diz-estudo/>. Acesso em: 10 jun. 2024

BEZERRA, U. A.; OLIVEIRA, L. M. M.; LEITE, A. C. S.; SALGUEIRO, J. H. P. B. Análise de índices de umidade no entorno do reservatório de Itaparica - Pe. Extremo, Gonçalo no XIV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Maceió, 2018. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=4538> Acesso em: 18 jan. 2024

CARVALHO, D. F.; MARTINS, R. C. F.; SANTOS, J. J. S.; TELES, G. C.; GENTILE, M. A. D.; OLIVEIRA, M. S. Evolution and current scenario of irrigated area in Brazil: Systematic data analysis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 8, p. 505–511, 2020. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n8p505-511>

CAVALLI, E.; LANGE, A.; JUNIOR, O. B.; CAVALLI, C.; BALEN, A. B.; SANTOS, P. H. **Decomposição da palhada de milho safrinha em sorriso-MT**. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015. Anais... Natal: SBCS, 2015. Disponível em: <https://eventosolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/14.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2024.

COSTA, L. J. A. **Estudo da dinâmica espaço-temporal do uso e ocupação do solo no município de Sorriso-MT**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade de Cuiabá – UNIC. Cuiabá, p. 60. 2023.

DEMARQUI, E. N.; DEMARQUI, L. M. B. Análise espaço-temporal da ocorrência de sistemas de irrigação por pivô central em regiões agrícolas no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 344-351, 2020. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i4.8931>

FERREIRA, H. S.; SILVA, H. A.; OLIVEIRA, T. H.; MACEDO NETO, R. X.; GALVÍNCIO, J. D.; PIMENTEL, R. M. M.; Avaliação dos parâmetros biofísicos da vegetação de caatinga e agricultura irrigada do município de Petrolina– PE através do NDVI, NDWI e Temperatura da Superfície. In. **Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**, 15. Curitiba. Anais. Curitiba: INPE, 2011, p.1843-1850

GAO, Bo-Cai. NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote sensing of environment**, v. 58, n. 3, p. 257-266, 1996. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs Centrais no Brasil em 2013. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2014. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106)

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Banco de Dados e Informações Ambientais 2023. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>. Acesso em 12 fev. 2024

MELO, B. G. **Mapeamento supervisionado de áreas irrigadas por pivôs usando imagens CBERS para fins da análise de outorga**. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Informações Geoespaciais) – Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Monte Carmelo, p. 60. 2023. <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.343>

SORRISO. **Cidade Brasil**, 2023. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-sorriso.html> Acesso em: 25 fev. 2024

SANDRI, D.; CORTEZ, D. A. Parâmetros de desempenho de dezesseis equipamentos de irrigação por pivô central. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 271-278, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000100037>

SOARES, C. B. R.; SILVA, M. R.; MARTINS, A. P. The expansion and spatialization of central pivot areas in the county of Santa Fé de Goiás-Goiás-Brazil, using the geoprocessing and Open Data Kit (ODK). **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 58, p. 867-891, 2019. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n58p867-891>

SOUZA, C. A.; AQUINO, B. G.; QUEIROZ, T. M. Expansão da agricultura irrigada por pivô central na região do Alto Teles Pires-MT utilizando sensoriamento remoto. **Revista Geama**, v. 6, n. 2, p. 11-16, 2020. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/2884>. Acesso em: 03 mar. 2024.

USGS-**United States Geological Survey**, Normalized Difference Moisture Index 2022. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/landsat-missions/normalized-difference-moisture-index>> Acesso em 12 jan. 2024