



**COMPARAÇÃO DA ESPÉCIE EXÓTICA AROMITA
(*Vachellia Farnesiana*), COM A VEGETAÇÃO NATIVA NO
PANTANAL SUL-MATO-GROSSENSE, EM DIFERENTES
SENSORES**

LUIS FERNANDO TELES CARVALHAL

Campo Grande – MS

2024

**COMPARAÇÃO DA ESPÉCIE EXÓTICA AROMITA
(*Vachellia Farnesiana*), COM A VEGETAÇÃO NATIVA NO
PANTANAL SUL-MATO-GROSSENSE, EM DIFERENTES
SENSORES**

Luis Fernando Teles Carvalhal

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
em Engenharia Ambiental apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como requisito à aprovação final ao curso

Orientador:

Prof Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho

Campo Grande – MS

2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que tornaram possível a realização deste trabalho de conclusão de curso.

Agradeço primeiramente aos meus familiares, pelo apoio contínuo e motivação para que eu pudesse chegar até aqui. Sem vocês isso não seria possível

À minha parceira Lua Bianca Mendes, que sempre me motivou e me apoiou em todas minhas decisões, favorecendo para que eu chegasse até aqui.

À meu orientador Antônio Conceição Paranhos Filho, por sua orientação valiosa, paciência e conhecimento compartilhado. Sua dedicação foi essencial para a conclusão deste trabalho.

À todos os professores pela formação acadêmica de qualidade, pelas aulas enriquecedoras e pelo compartilhamento de conhecimento ao longo desses anos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC - Brasil.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	5
RESUMO	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO.....	10
3. ÁREA DE ESTUDO	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5.1. RESULTADO DAS ANÁLISES (MIRANDA)	16
5.2. RESULTADO DAS ANÁLISES (CORUMBÁ)	25
6. CONCLUSÃO	35
7. REFERÊNCIAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização, Fonte: Autoria própria.....	11
Figura 2: Representação com imagens de alta resolução em cor real da área de estudo localizada em Miranda.....	15
Figura 3: Representação com imagens de alta resolução em cor real da área de estudo localizada em Corumbá.	16
Figura 4: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 04/02/2018, 27/05/2018 e 31/08/2018, sendo perceptível a diferença da resposta espectral entre o período chuvoso e seco, sendo confirmado pelo resultado dos índices NDVI, mostrando a variação do vigor da vegetação destacando as áreas onde a aromita (<i>Vachellia farnesiana</i>) se faz presente.	17
Figura 5: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 17/01/2018, 17/05/2018 e 10/08/2018, representando a diferenciação entre a aromita (<i>Vachellia farnesiana</i>) e a vegetação nativa principalmente nos períodos mais secos.	18
Figura 6: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 13/03/2020, 16/05/2020 e 05/09/2020, sendo de fácil percepção as áreas que possuem a vegetação exótica, sendo representada pelas cores mais escuras na composição falsa cor, e pelas cores mais claras no índice NDVI.	19
Figura 7: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 02/03/2020, 21/05/2020 e 03/09/2020, tendo uma diferença mais sutil entre a aromita (<i>Vachellia farnesiana</i>) e a vegetação nativa.....	20
Figura 8: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 28/02/2021, 19/05/2021 e 23/08/2021, mostrando o comportamento diferente da aromita (<i>Vachellia farnesiana</i>) na época de estiagem.	21
Figura 9: área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 20/02/2021, 16/05/2021 e 24/08/2021, evidenciando a diferença de comportamento entre a época de chuva e de seca.	22

Figura 10: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 06/03/2023, 26/06/2023 e 29/08/2023, sendo possível observar que a área passou por limpeza, impossibilitando a análise do comportamento da aromita (<i>Vachellia farnesiana</i>) na época de estiagem do ano de 2023.	23
Figura 11: Representação da área por meio do satélite Landsat 9 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 09/01/2023, 18/06/2023 e 05/08/2023, mostrando similaridade com o resultado da análise realizada utilizando o sensor OLI/TIRS do Landsat 8.	24
Figura 12: área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 27/09/2023, 26/05/2023 e 09/08/2023, com resultados similares aos apresentados nas figuras 10 e 11, dos sensores OLI/TIRS do Landsat.	25
Figura 13: Representação área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 04/02/2018, 27/05/2018 e 31/08/2018, sendo perceptível a diferença entre aromita (<i>Vachellia farnesiana</i>) e a vegetação nativa.....	26
Figura 14: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 06/02/2018, 02/05/2018 e 10/08/2018, nota-se que o período em que a vegetação stá em maior estresse é na época de transição entre as estações.	27
Figura 15: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 13/03/2020, 16/05/2020 e 04/08/2020, evidenciando no período seco a diferença entre a aromita (<i>Vachellia farnesiana</i>) e a vegetação nativa.	28
Figura 16: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 07/03/2020, 26/05/2020 e 24/08/2020, evidenciando a diferença de comportamento da aromita (<i>Vachellia farnesiana</i>) entre o período seco e chuvoso.....	29
Figura 17: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 28/02/2021, 19/05/2021 e 07/08/2021, sendo possível observar a diferença da aromita (<i>Vachellia farnesiana</i>) para a vegetação nativa do entorno ao longo do ano....	30
Figura 18: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 20/02/2021, 25/06/2021 e 19/08/2021, destacando o período de seca com a vegetação apresentando um alto nível de estresse se comparado com a vegetação do entorno.	31

Figura 19: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 06/03/2023, 26/06/2023 e 29/08/2023, evidenciando o período de estiagem, onde é possível observar o grande estresse da vegetação..... 32

Figura 20: Representação da área por meio do satélite Landsat 9 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 09/01/2023, 05/06/2023 e 22/09/2023, evidenciando a diferença entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação nativa, tanto no período de estiagem, quanto no período de transição..... 33

Figura 21: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 06/01/2023, 26/05/2023 e 23/09/2023, evidenciando o estresse apresentado pela aromita (*Vachellia farnesiana*) no período de estiagem, favorecendo a possibilidade de identificação da mesma..... 34

RESUMO

O Pantanal é composto por diversas fitofisionomias que foram moldadas ao longo dos anos pelo fogo e pela inundação, a vegetação nativa se mistura com espécies exóticas compondo as vastas paisagens. Uma dessas espécies, a aromita (*Vachellia farnesiana*), vem tomando espaço da comunidade vegetal.

A identificação rápida desta espécie pode auxiliar no entendimento de sua dinâmica ao longo das mudanças das estações e na diferenciação das demais espécies vegetais ao seu redor e como são afetadas pela aromita.

Para a identificação foi realizada a comparação dos resultados em composição falsa cor, bem como o cálculo do índice NDVI, dos satélites Landsat 8 e 9 (OLI/TIRS, OLI-2/TIRS2), e Sentinel-2 (MSI), nas áreas de estudo onde a aromita (*Vachellia farnesiana*) se faz presente. A comparação foi realizada ao longo dos anos de 2018, 2020, 2021 e 2023 considerando os índices pluviométricos e os índices de queimada e seca no Pantanal. Após a análise das imagens geradas pelos sensores a identificação remota se mostrou eficaz e foi possível diferenciar a espécie invasora aromita (*Vachellia farnesiana*) das demais espécies nativas ao seu entorno.

Palavras-Chave: Pantanal; Vegetação; Landsat; Sentinel; Especies vegetais

ABSTRACT

The Pantanal is composed of various phytophysionomies that have been shaped over the years by fire and flooding; native vegetation mixes with exotic species forming vast landscapes. One of these species, the aromita (*Vachellia farnesiana*), has been displacing the native plant community.

The rapid identification of this species can aid in understanding its dynamics throughout seasonal changes and in differentiating it from other plant species in its vicinity, as well as how they are affected by aromita.

For identification, false color composition results were compared, along with NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) calculations from Landsat 8 and 9 (OLI/TIRS) and Sentinel-2 (MSI) sensors in the study areas where aromita (*Vachellia farnesiana*) is present. Comparison was conducted across the years 2018, 2020, 2021, and 2023, considering rainfall and fire and drought indices in the Pantanal.

After analyzing the sensors images, remote identification proved effective, enabling differentiation of the invasive species aromita (*Vachellia farnesiana*) from surrounding native species.

Keywords: Pantanal; Vegetation; Landsat; Sentinel; Plant species.

1. INTRODUÇÃO

O Pantanal Sul-mato-grossense, é moldado pelo fogo e inundação abrigando uma rica diversidade de plantas, que se adaptaram às condições rigorosas de enchentes sazonais e às variáveis climáticas típicas do local (DAMASCENO-JUNIOR, *et.al*, 2021a).

A *Vachellia farnesiana* (Linnaeus C. 1753) conhecida popularmente como aromita, é uma espécie exótica invasora, pertencente à família Fabaceae, sendo predominantemente presente em pastagens degradadas ou em processo de degradação. É encontrada principalmente em planícies de inundações e beiras de estradas, causando empobrecimento às pastagens, uma vez que possui rápida propagação e grande capacidade de competição (REFLORA, 2006).

Quando não há controle e manejo corretos, as espécies consideradas exóticas podem tomar conta de diversas áreas, impedindo que outras espécies se desenvolvam no entorno, devido à sombra que sua copa propaga, interferindo ativamente no crescimento de espécies forrageiras. (REFLORA, 2006).

A espécie em questão possui uma estratégia de dispersão conhecida como dispersão zoocórica (realizada por pássaros) (STEFANELLO *et. al*, 2010) o que explica a distribuição ampla da aromita (*Vachellia farnesiana*). A semente passa pelo trato digestivo de animais o que permite a quebra do período de dormência, fazendo com que a semente esteja pronta para germinar (CARMONA *et. al*, 2001).

O processo de queima controlada, utilizada como manejo de pastagens também contribuem para a germinação das sementes e auxilia na abundância dessa espécie vegetal em determinados locais onde seu crescimento não seria natural (CARMONA *et. al*, 2001).

São utilizadas diversas técnicas para o controle da aromita (*Vachellia farnesiana*), principalmente o manejo mecânico onde se retira a parte aérea do arbusto, mas esse processo tem se mostrado ineficiente, de maneira onde o sucesso dispersivo desta vem se alastrando e ocupando as mais diversas paisagens (EMBRAPA, 2015).

A identificação remota (através do uso de satélites) desta espécie auxilia a compreensão de possíveis cenários que contribuem no vasto alcance territorial e rápida distribuição que a aromita (*Vachellia farnesiana*) vem ganhando nos últimos anos também contribui para a identificação e conservação das espécies de plantas nativas que estão perdendo recursos em competição com essa espécie invasora (EMBRAPA, 2015).

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é facilitar o entendimento da dinâmica da *Vachellia farnesiana* ao longo de diferentes anos sobre os históricos de seca e cheia que acometem o Pantanal sul-mato-grossense em diferentes épocas do ano, demonstrando a diferença entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e as espécies nativas presentes ao seu entorno. Além de comparar os resultados das análises em diferentes satélites, sendo eles Landsat 8 e 9 (OLI/TIRS), e Sentinel-2 (MSI).

3. ÁREA DE ESTUDO

As áreas estudadas se localizam nos municípios de Miranda e Corumbá (Figura 1) inseridas no bioma Pantanal, tais áreas foram obtidas por meio do Núcleo de Geotecnologias do Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul (NUGEO/MPMS), que realizou estudo na área em parceria com Polícia Militar Ambiental, que fez a confirmação *in loco* da vegetação.

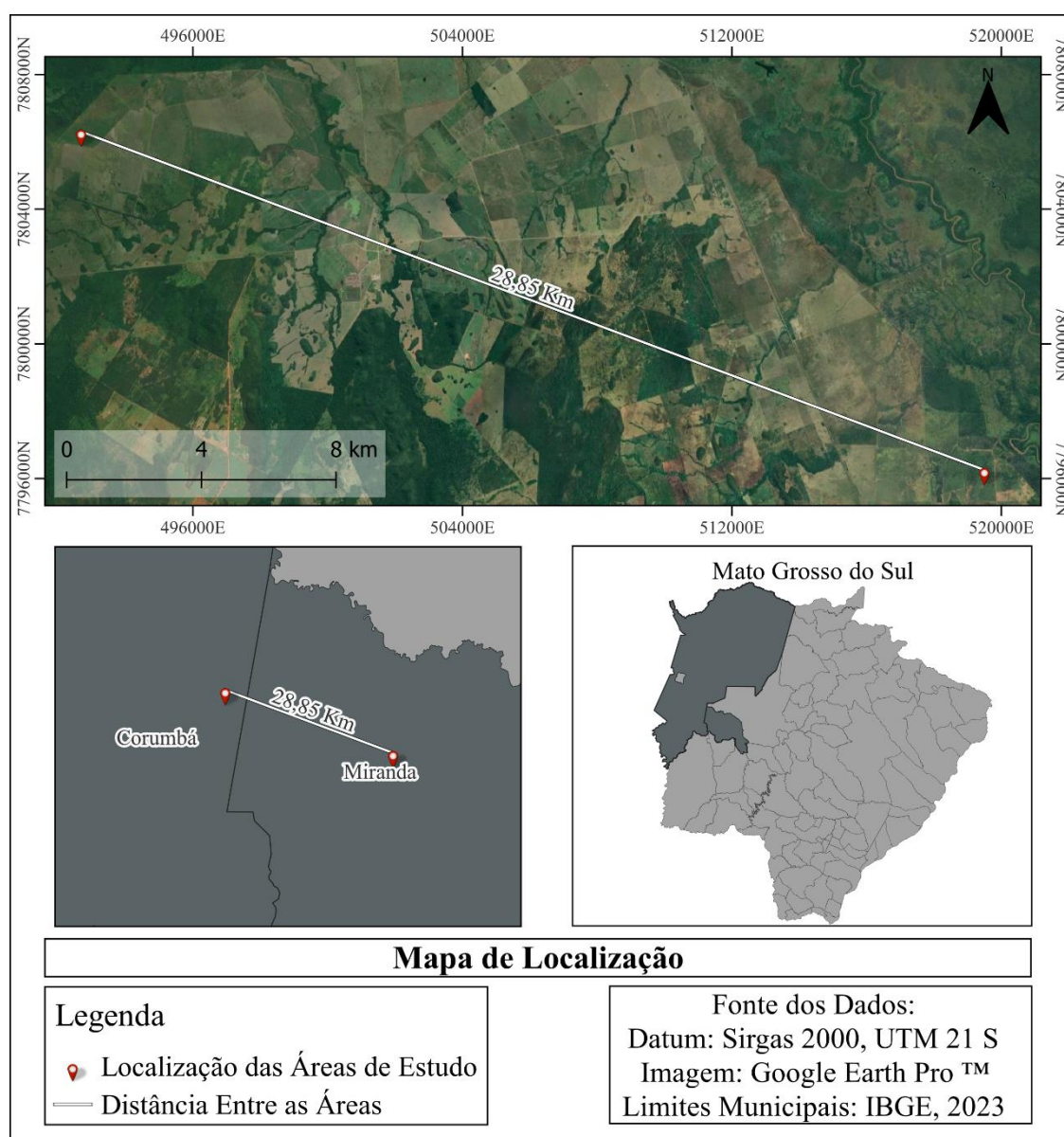


Figura 1: Mapa de localização.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização das análises foram utilizadas imagens Landsat (OLI/TIRS, OLI-2/TIRS-2) disponibilizadas gratuitamente pela USGS (United States Geological Survey), além de imagens Sentinel-2 (MSI), disponibilizadas gratuitamente pela ESA (European Space Agency), através do programa Copernicus.

Os anos de 2018, 2020, 2021 e 2023 foram escolhidos com imagens variando ao longo do ano todo, os anos foram escolhidos para que representassem as variações de diferentes períodos com índices pluviométricos.

Foram escolhidas cenas do satélite Landsat 8 e 9 (sensor OLI/TIRS, OLI-2/TIRS-2, nível 1), órbita 226 e ponto 074, bem como cenas do satélite Sentinel-2 (sensor MSI, nível 1), órbita T21 e pontos KVV e KWU. Por sua vez, a composição falsa-cor utilizada foi a seguinte: Landsat 8 e 9 R5G6B4 (NIR-SWIR-RED), e Sentinel 2 R8G2B4 (NIR-BLUE-RED), com os comprimentos de onda apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Comprimento de onda das bandas de cada satélite utilizado.

Satélite	Nº da Banda	Nome da Banda	Comprimento da Onda
Landsat 8	4	Red (Vermelho)	0,64 – 0,67 μm
	5	NIR (Infravermelho Próximo)	0,85 – 0,88 μm
	6	SWIR (Infravermelho Médio)	1,57 – 1,65 μm
Landsat 9	4	Red (Vermelho)	0,64 – 0,67 μm
	5	NIR (Infravermelho Próximo)	0,85 – 0,88 μm

	6	SWIR (Infravermelho Médio)	1,57 – 1,65 µm
Sentinel 2	2	Blue (Azul)	0,490 µm
	4	Red (Vermelho)	0,665 µm
	8	NIR (Infravermelho Próximo)	0,842 µm

A fim de obter mais informações sobre o comportamento bem como a diferença entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação comum das áreas foi feito o cálculo do NDVI (índice de vegetação normalizado) (Rouse et al., 1973), com objetivo de obter informações numéricas do vigor da planta e compará-lo com o vigor da vegetação que no entorno existe, sendo assim para o cálculo do NDVI foi utilizado a seguinte equação:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Equação 1: Fórmula do NDVI

Onde:

- NDVI: Índice de Vegetação por diferença Normalizado;
- NIR: Refletância na banda referente ao infravermelho próximo;
- RED: Refletância na banda referente ao vermelho.

O cálculo do NDVI é gerado a partir da ferramenta Calculadora Raster do software QGIS 3.28 (QGIS Development team, 2024), utilizando a equação 1, obtendo valores numéricos de máximos e mínimos para a vegetação, desta forma se deu a análise comparando as imagens em composição falsa-cor com os cálculos NDVI.

Com o uso de imagens dos satélites Landsat 8 e 9 (OLI/TIRS, OLI-2/TIRS-2), bem como Sentinel-2 (MSI) em composição falsa cor e calculando o índice NDVI (Rouse et al., 1973), foi feita análise das áreas de estudo, comparando o

comportamento da vegetação no período úmido, de janeiro a março, no período de transição de abril a junho, e no período de seca de julho a setembro, obtendo resultados valorosos, principalmente na diferenciação de comportamento da aromita (*Vachellia farnesiana*), com a vegetação nativa do local.

Com os anos escolhidos foram obtidos valorosos resultados, sendo o ano de 2018 com o maior índice pluviométrico e 2020 com menor, o ano de 2021 foi escolhido com intuito de reforçar a análise haja visto que o ano de 2020 registrou-se um dos maiores índices de área queimada no Pantanal.

Vale ressaltar que a análise foi dividida em 2 partes, sendo a primeira referente ao local situado em Miranda a segunda referente ao local situado em Corumbá. Assim, antes de introduzir os resultados direto das análises em composição falsa cor, bem como o resultado dos índices NDVI, foi feita a representação de ambos os locais, com imagens de alta resolução em cor real, disponíveis em Google Earth Pro™, e em Bing Maps™.

Para a representação do resultado das análises, os dados serão divididos em anos (2018, 2020, 2021 e 2023), entre os satélites Landsat 8 e 9 (OLI/TIRS, OLI-2/TIRS-2), e Sentinel 2 (MSI), além de dividir a área de estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os locais delimitados, foi feita a análise com base nos critérios apresentados anteriormente, sendo apresentados abaixo, conforme a representação das áreas feitas pelas Figuras 2 e 3.

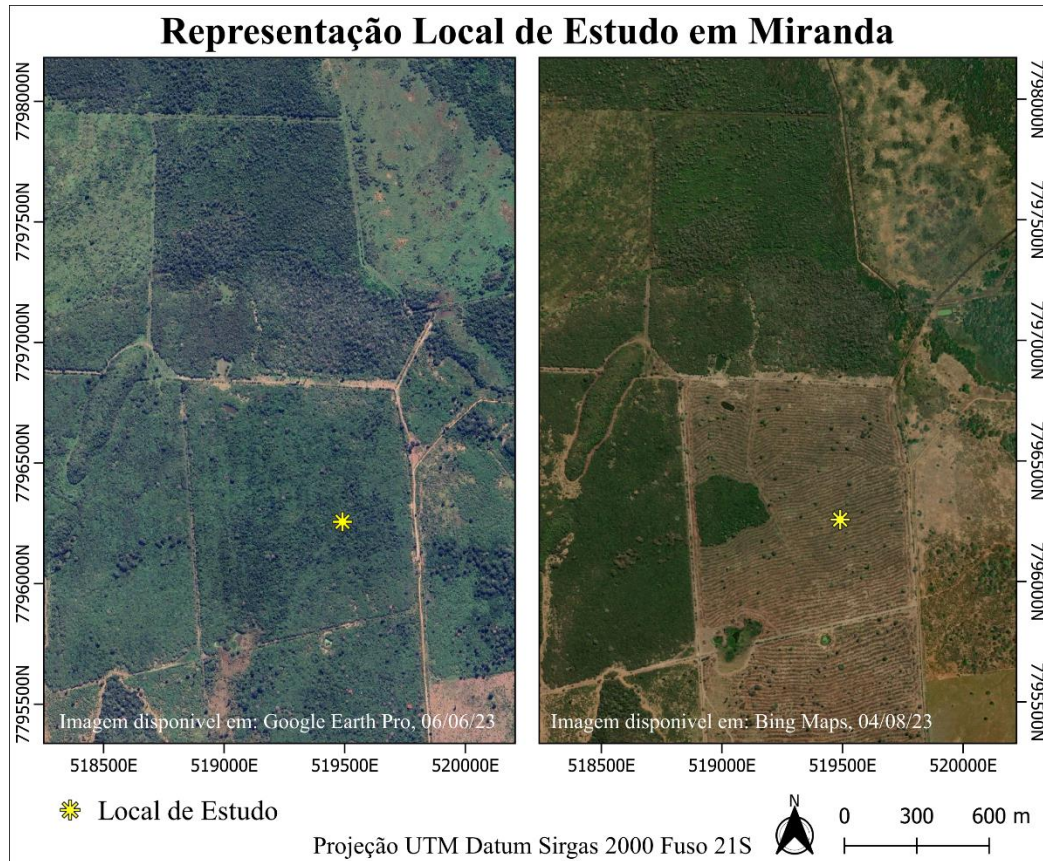


Figura 2: Representação com imagens de alta resolução em cor real da área de estudo localizada em Miranda.

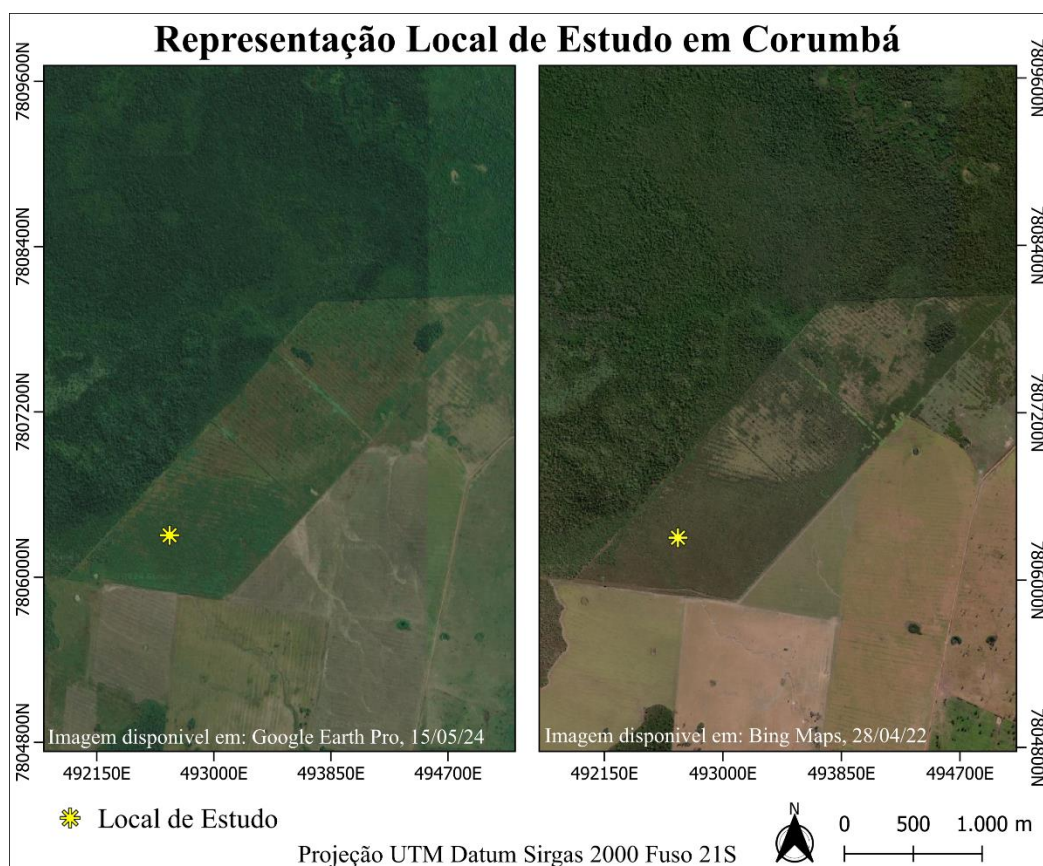


Figura 3: Representação com imagens de alta resolução em cor real da área de estudo localizada em Corumbá.

5.1.RESULTADO DAS ANÁLISES (MIRANDA)

Com a área já separada, foram obtidos os seguintes resultados das análises localizadas no Município de Miranda. A Figura 4 mostra a área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 04/02/2018, 27/05/2018 e 31/08/2018, sendo perceptível a diferença da resposta espectral entre o período chuvoso e seco, nota-se que na composição falsa cor é visível a diferença entre os locais que possuem aromita (*Vachellia farnesiana*), com coloração mais escura, para os que não possuem com coloração mais avermelhada, o mesmo resultado segue para os resultados dos índices NDVI, que por sua vez mostram como a espécie em estudo apresenta menos clorofila na época de seca do que as espécies nativas da região

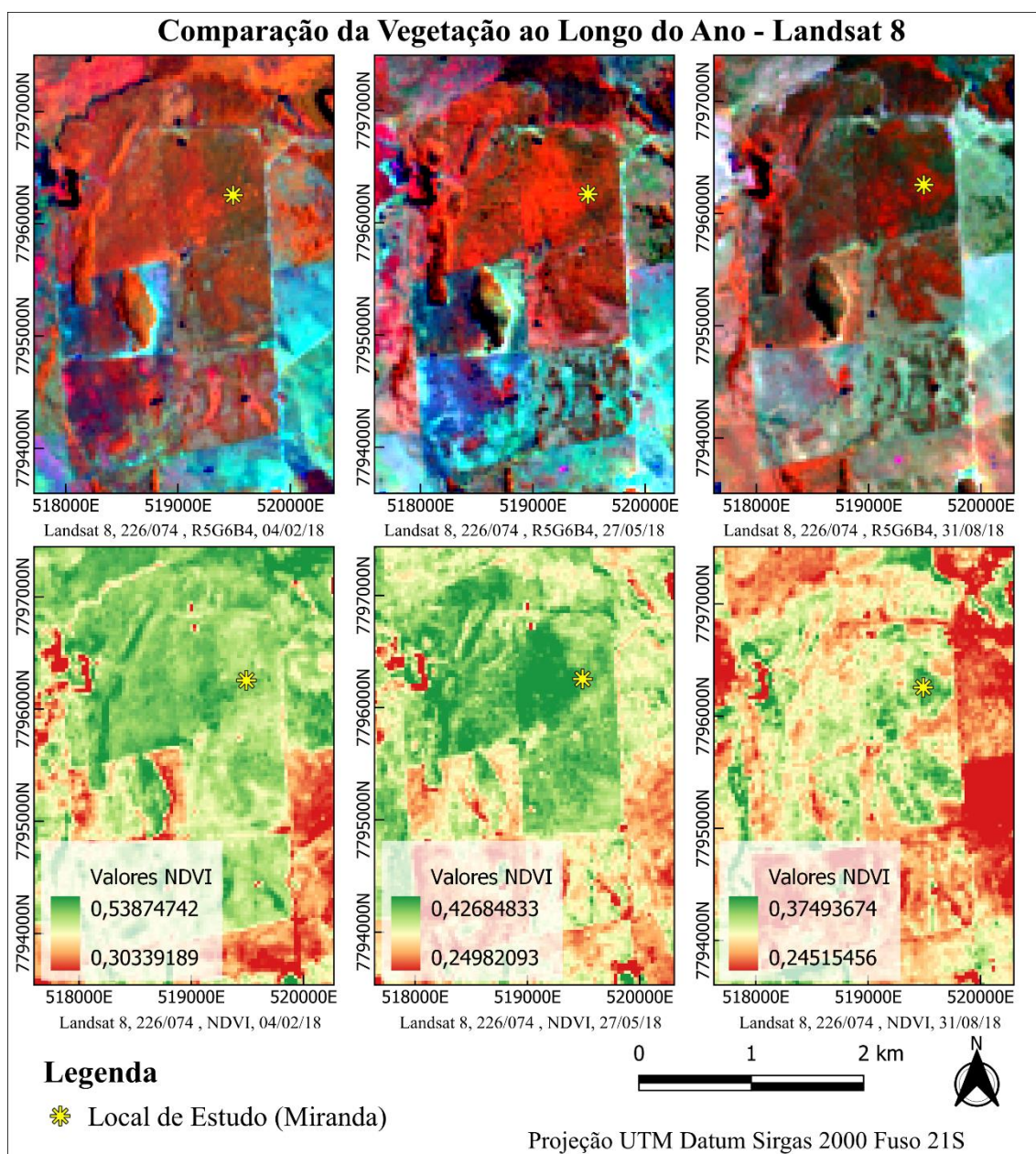


Figura 4: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 04/02/2018, 27/05/2018 e 31/08/2018, sendo perceptível a diferença da resposta espectral entre o período chuvoso e seco, sendo confirmado pelo resultado dos índices NDVI, mostrando a variação do vigor da vegetação destacando as áreas onde a aromita (*Vachellia farnesiana*) se faz presente.

A Figura 5 mostra a área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 17/01/2018, 17/05/2018 e 10/08/2018, tendo resultados similares aos apresentados pela figura anterior no que se diz respeito a composição falsa cor, já o índice NDVI apresentou resultados bem distintos dos calculados pelo Landsat 8 (OLI/TIRS), tanto nos valores máximos quanto nos valores mínimos.

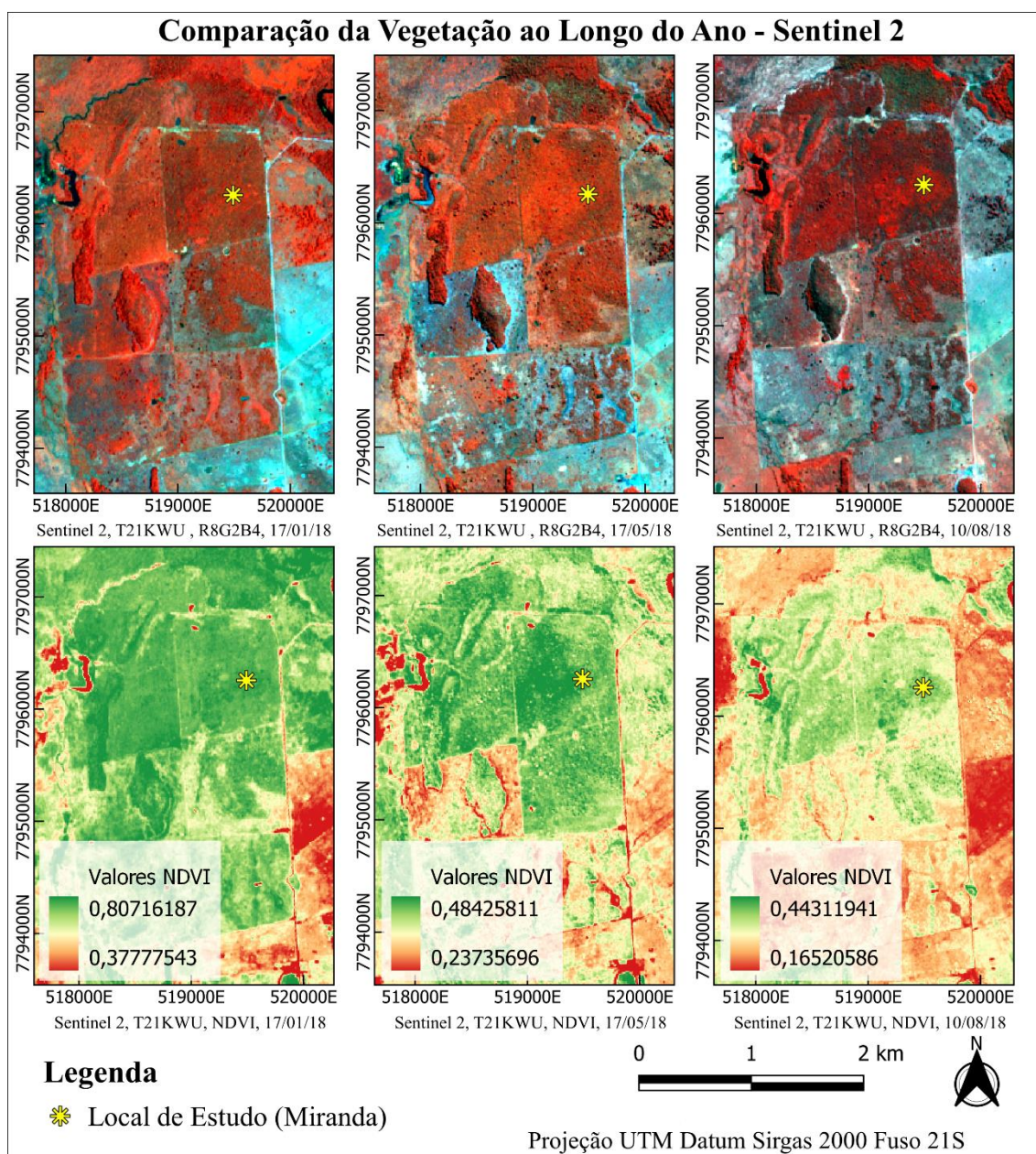


Figura 5: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 17/01/2018, 17/05/2018 e 10/08/2018, representando a diferenciação entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação nativa principalmente nos períodos mais secos.

A Figura 6 mostra a área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 13/03/2020, 16/05/2020 e 05/09/2020, nota-se a diferença nas áreas de aromita (*Vachellia farnesiana*), tanto no período chuvoso, quanto no seco, tendo suas características parecidas com a vegetação nativa, apenas no período de transição.

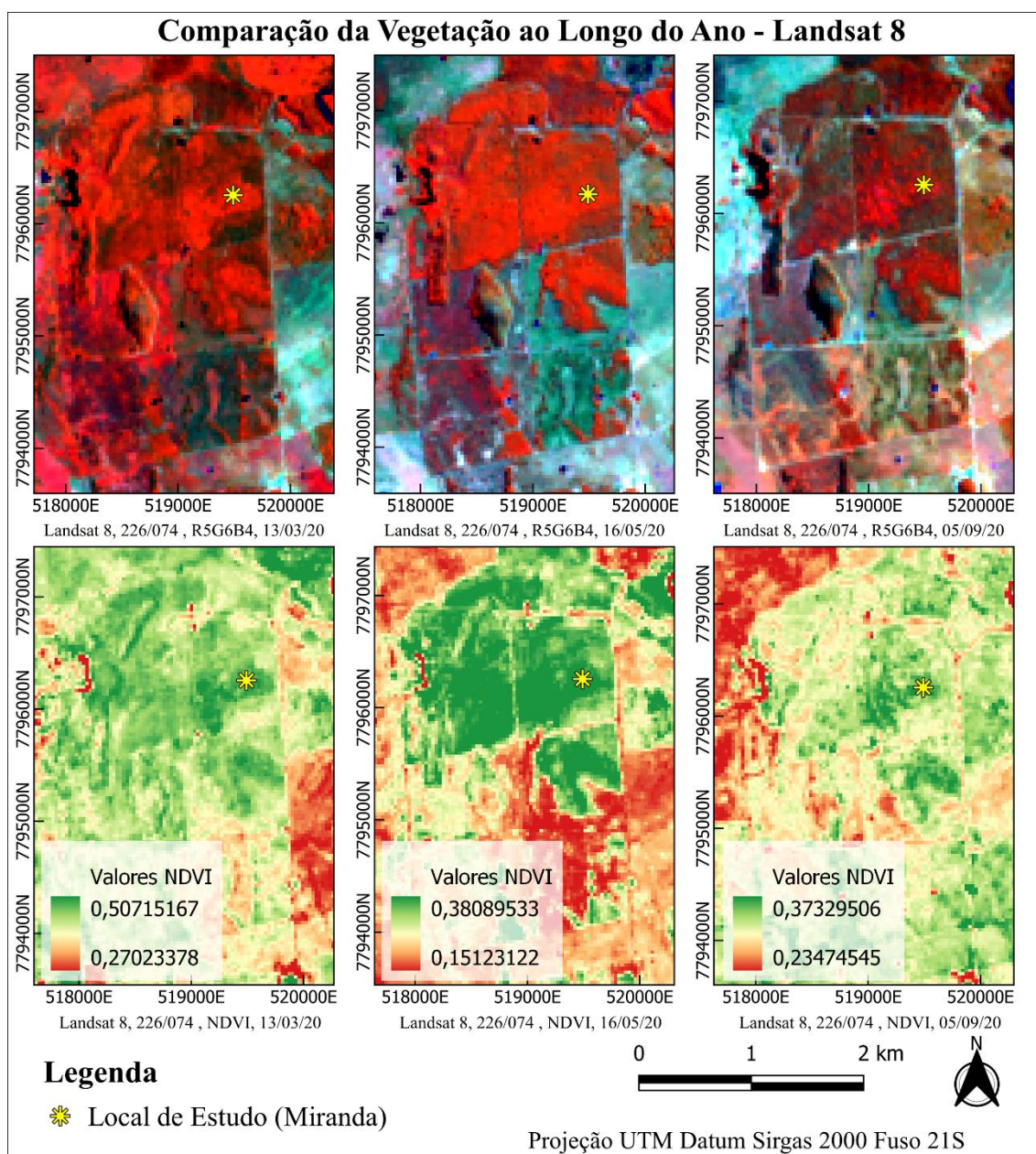


Figura 6: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 13/03/2020, 16/05/2020 e 05/09/2020, sendo de fácil percepção as áreas que possuem a vegetação exótica, sendo representada pelas cores mais escuras na composição falsa cor, e pelas cores mais claras no índice NDVI.

A Figura 7 mostra a área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 02/03/2020, 21/05/2020 e 03/09/2020, as diferenças entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação nativa do local ficaram menos perceptivas, os resultados do índice NDVI ao comparar com os resultados apresentados pela figura anterior, mostraram bastante diferença, principalmente na imagem datada de 21/05/2020,

onde teve valores de máximo bem diferentes dos resultados da imagem Landsat 8 (OLI/TIRS) datada de 16/05/2020.

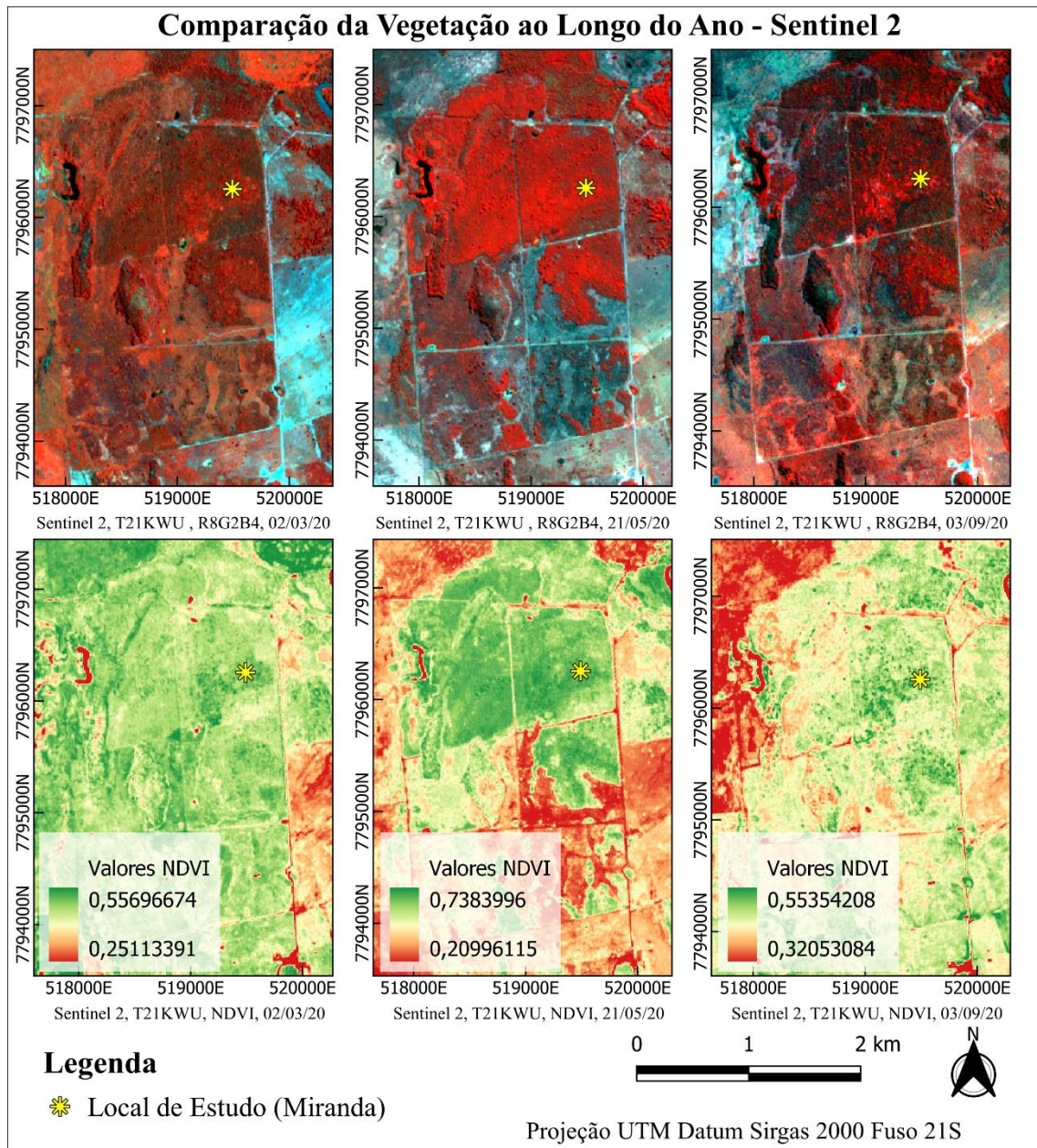


Figura 7: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 02/03/2020, 21/05/2020 e 03/09/2020, tendo uma diferença mais sutil entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação nativa.

A Figura 8 mostra a área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 28/02/2021, 19/05/2021 e 23/08/2021, evidenciando a diferença principalmente no período de estiagem, onde é possível visualizar a aromita (*Vachellia farnesiana*), bem mais seca que a vegetação do entorno.

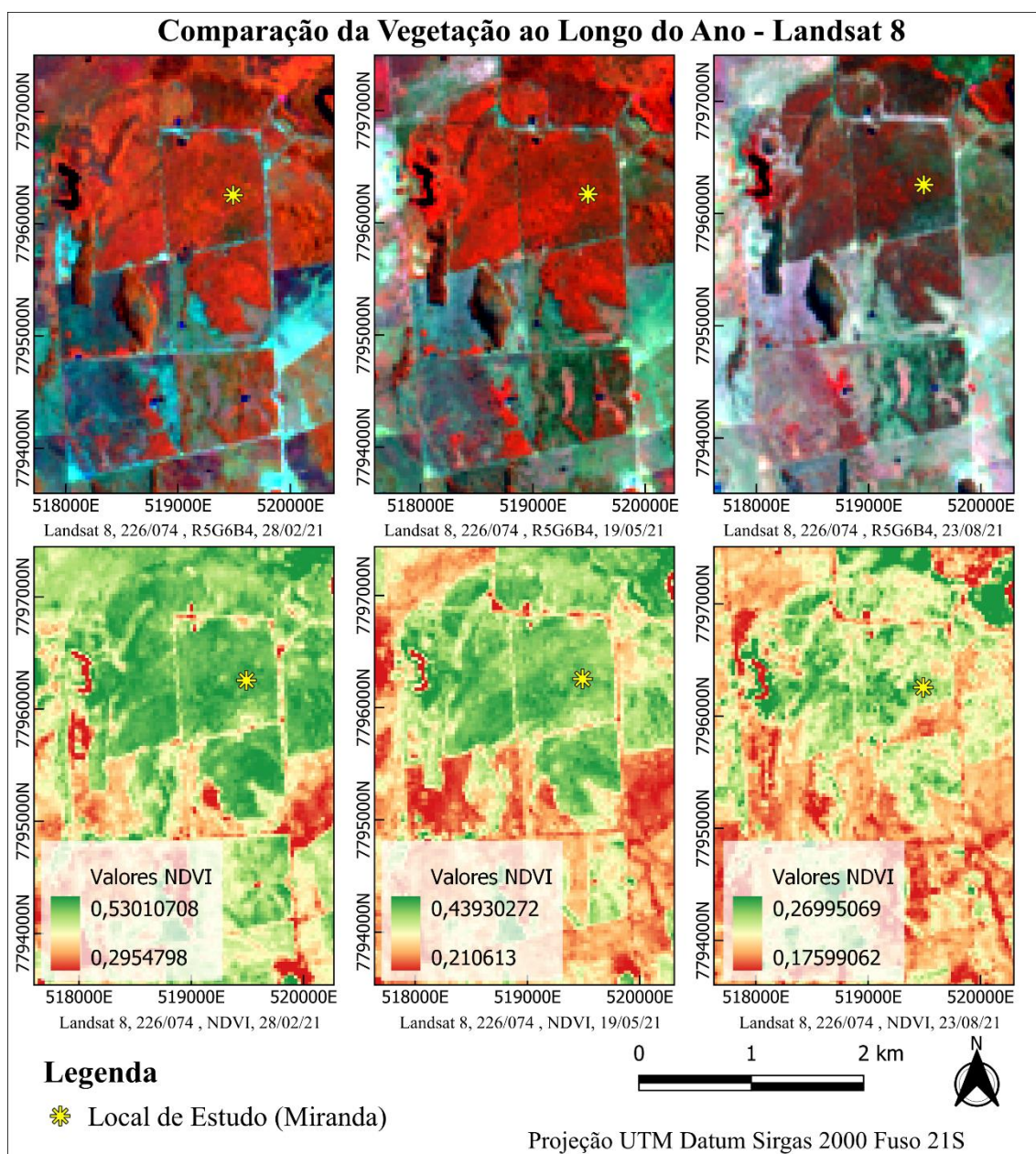


Figura 8: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 28/02/2021, 19/05/2021 e 23/08/2021, mostrando o comportamento diferente da aromita (*Vachellia farnesiana*) na época de estiagem.

A Figura 9 mostra a área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 20/02/2021, 16/05/2021 e 24/08/2021, as diferenças entre a aromita (*Vachellia farnesiana*), apresentando resultados similares ao da figura anterior, porém quanto ao índice NDVI, é notória a diferença, tendo uma amplitude entre valores de máximos e mínimos bem diferentes do apresentado pela figura anterior.

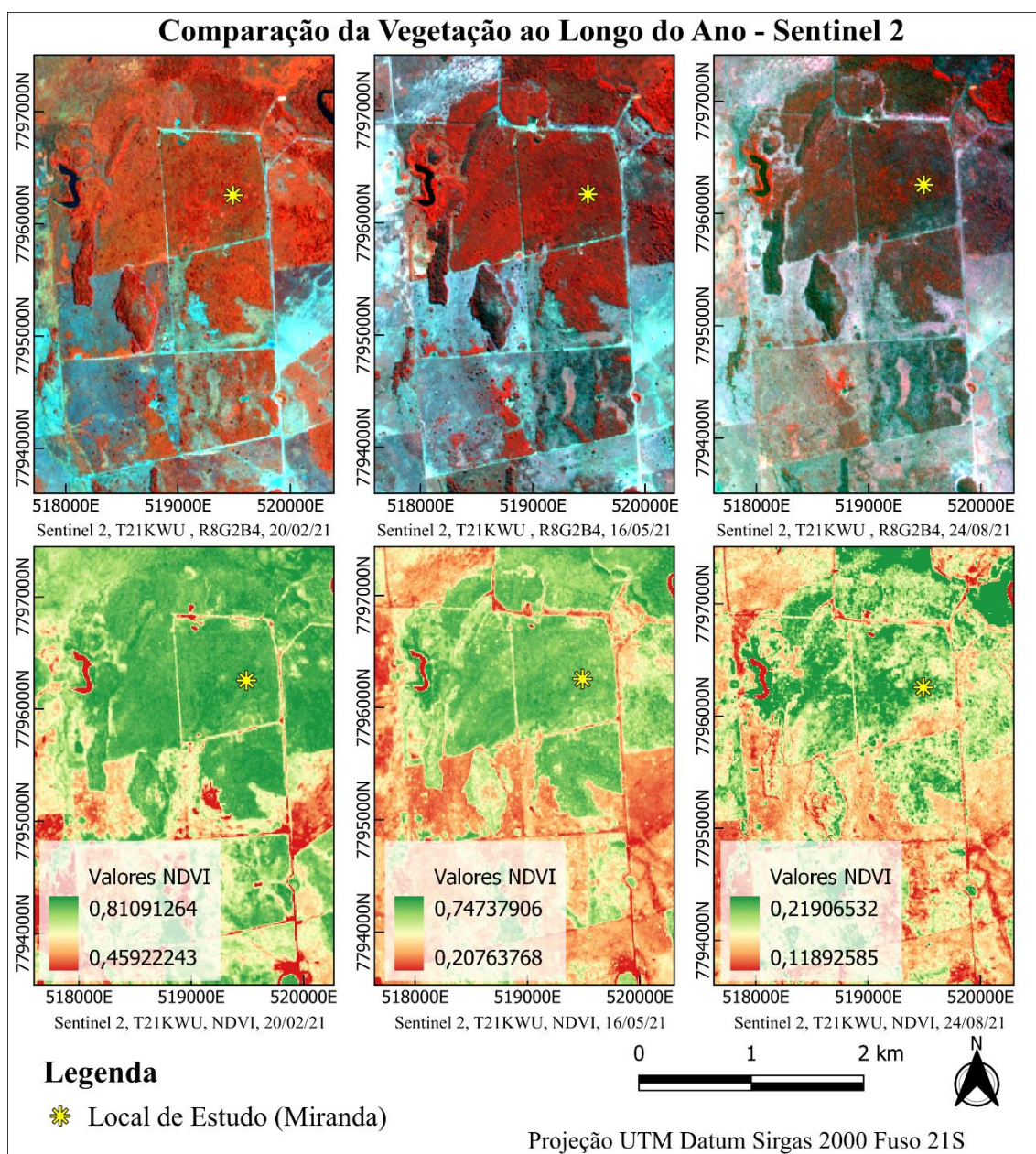


Figura 9: área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 20/02/2021, 16/05/2021 e 24/08/2021, evidenciando a diferença de comportamento entre a época de chuva e de seca.

A Figura 10 mostra a área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 06/03/2023, 26/06/2023 e 29/08/2023, sendo possível visualizar que na representação da última data a área passou por limpeza, sendo assim não é possível visualizar o comportamento na época da estiagem.

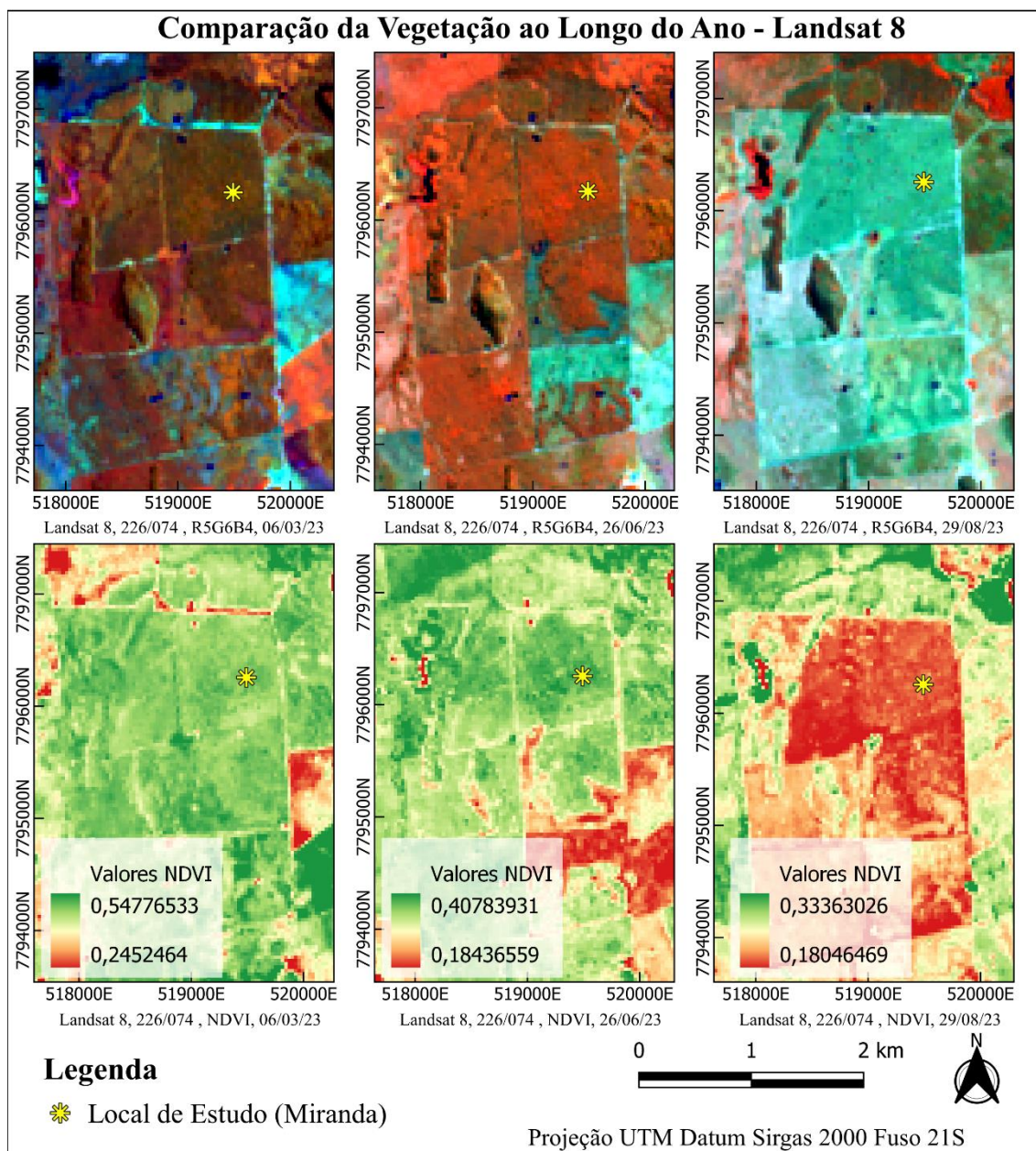


Figura 10: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), com imagens datadas de 06/03/2023, 26/06/2023 e 29/08/2023, sendo possível observar que a área passou por limpeza, impossibilitando a análise do comportamento da aromita (*Vachellia farnesiana*) na época de estiagem do ano de 2023.

A Figura 11 mostra a área por meio do satélite Landsat 9 (OLI-2/TIRS-2), com imagens datadas de 09/01/2023, 18/06/2023 e 05/08/2023, nota-se que os resultados apresentados pelo Landsat 9 (OLI-2/TIRS-2), são similares ao do Landsat 8 (OLI/TIRS), tanto na composição falsa cor, quanto no resultado do índice NDVI

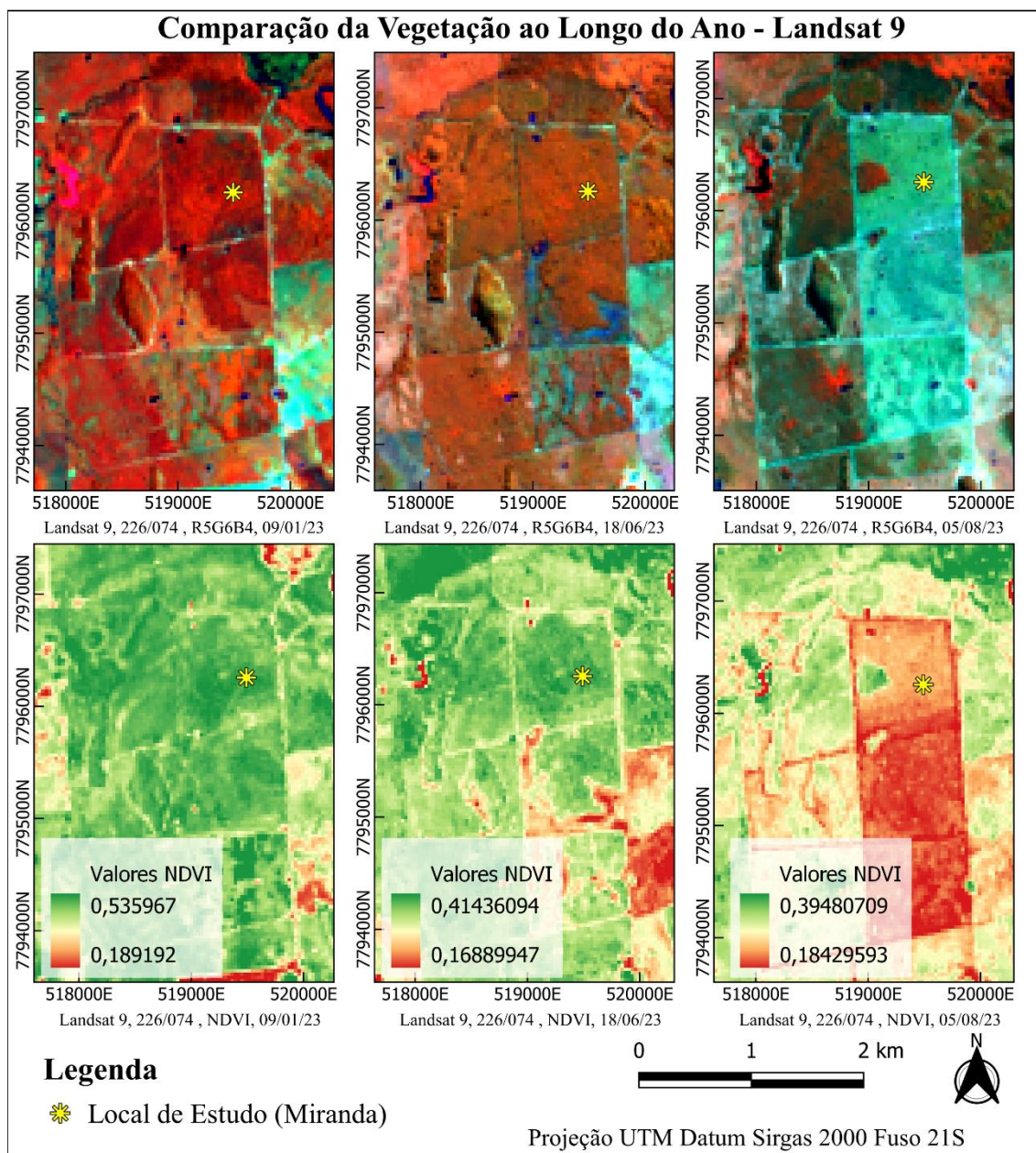


Figura 11: Representação da área por meio do satélite Landsat 9 (OLI-2/TIRS-2), com imagens datadas de 09/01/2023, 18/06/2023 e 05/08/2023, mostrando similaridade com o resultado da análise realizada utilizando o sensor OLI/TIRS do Landsat 8.

A Figura 12 mostra a área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 27/09/2023, 26/05/2023 e 09/08/2023, onde é possível observar que os resultados apresentados pelo Setinel-2 (MSI) se assemelham aos resultados do Landsat 8 e 9 (OLI/TIRS).

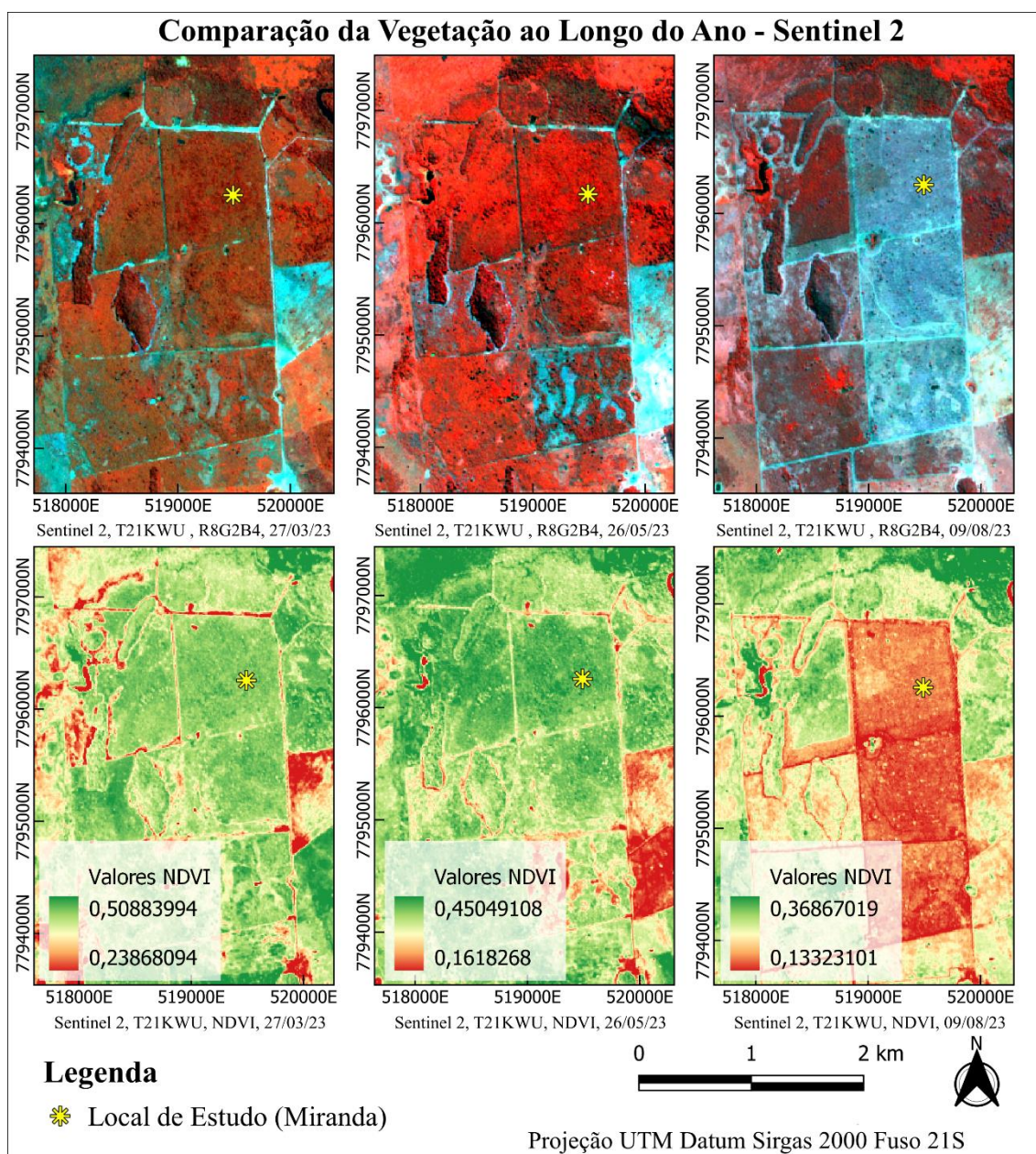


Figura 12: área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 27/09/2023, 26/05/2023 e 09/08/2023, com resultados similares aos apresentados nas figuras 10 e 11, dos sensores OLI/TIRS do Landsat.

5.2. RESULTADO DAS ANÁLISES (CORUMBÁ)

Após a apresentação dos resultados das análises realizadas na área localizada no Município de Miranda, seguem os resultados da área localizada em Corumbá. A Figura 13, mostra a área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 04/02/2018, 27/05/2018 e 31/08/2018, sendo perceptível notória diferença entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação nativa do local, nota-se que no

período chuvoso ela se assemelha com a vegetação nativa, porém nos períodos de estiagem a diferença entre as espécies fica clara, possibilitando a identificação das áreas da aromita (*Vachellia farnesiana*).

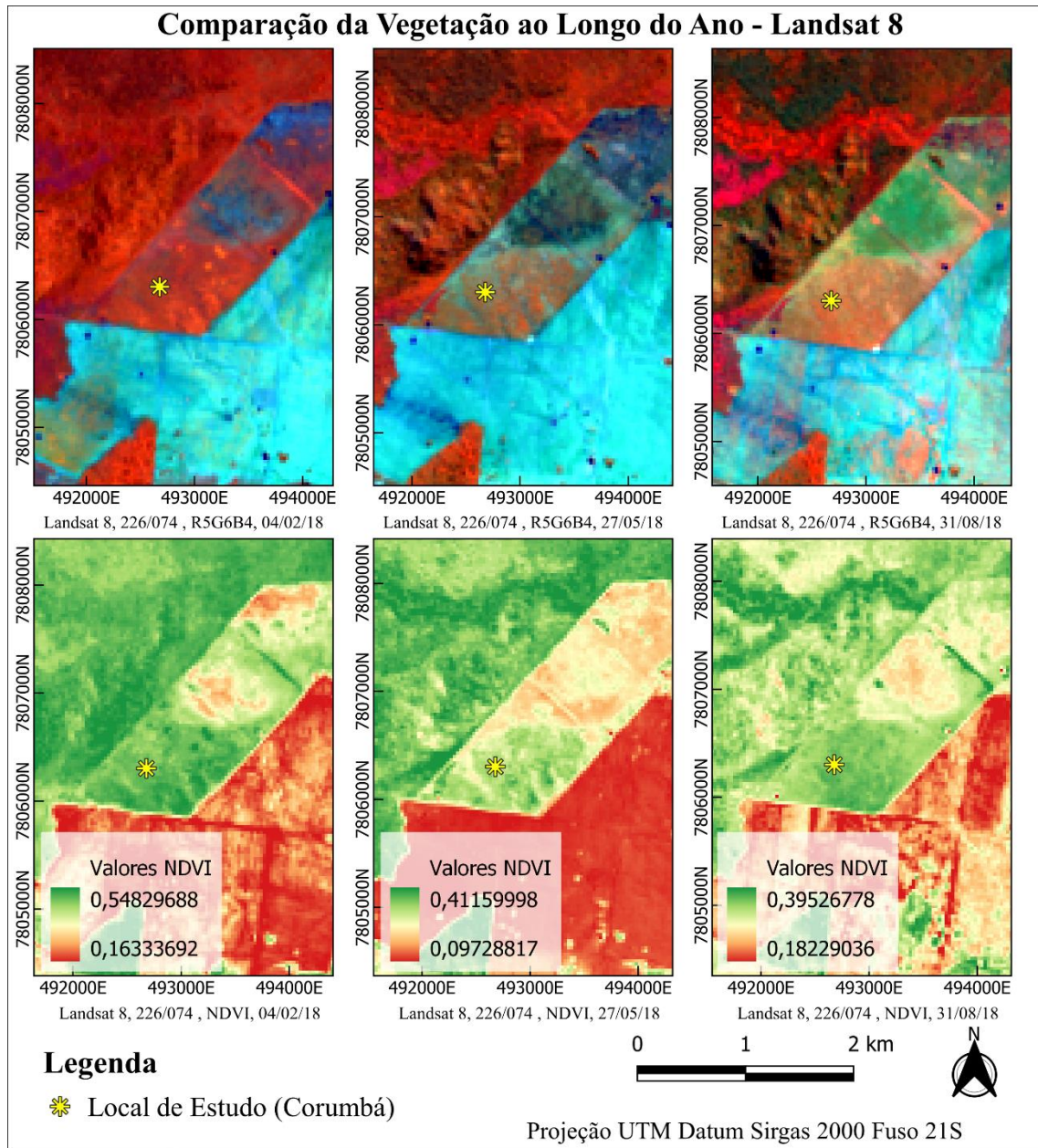


Figura 13: Representação área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 04/02/2018, 27/05/2018 e 31/08/2018, sendo perceptível a diferença entre aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação nativa.

A Figura 14 representa a área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 06/02/2018, 02/05/2018 e 10/08/2018, é possível observar que na última imagem a vegetação ainda se mostra com um alto vigor, levando a entender que a

estiagem ocorreu de forma mais tardia, sendo possível confirmar ao comparar com a Figura 13 que representa a mesma área, porém com uma imagem datada do dia 31/08, mostrando a área já bem mais seca.

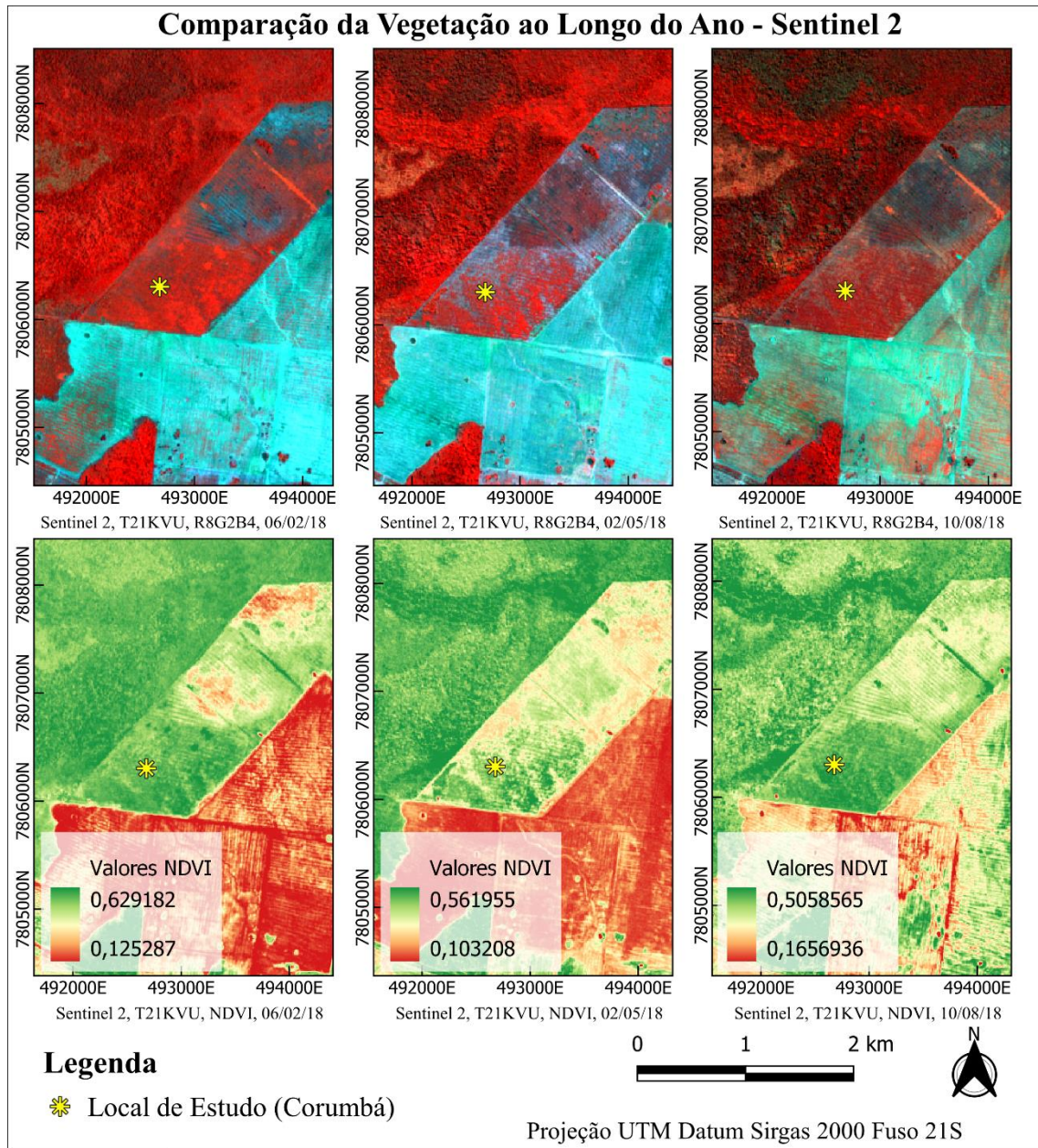


Figura 14: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 06/02/2018, 02/05/2018 e 10/08/2018, nota-se que o período em que a vegetação está em maior estresse é na época de transição entre as estações.

A Figura 15, representa a área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 13/03/2020, 16/05/2020 e 04/08/2020, nota-se que no período de estiagem fica clara a diferença entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação

nativa, sendo possível observar um fragmento de vegetação nativa, no meio do campo tomado pela espécie exótica

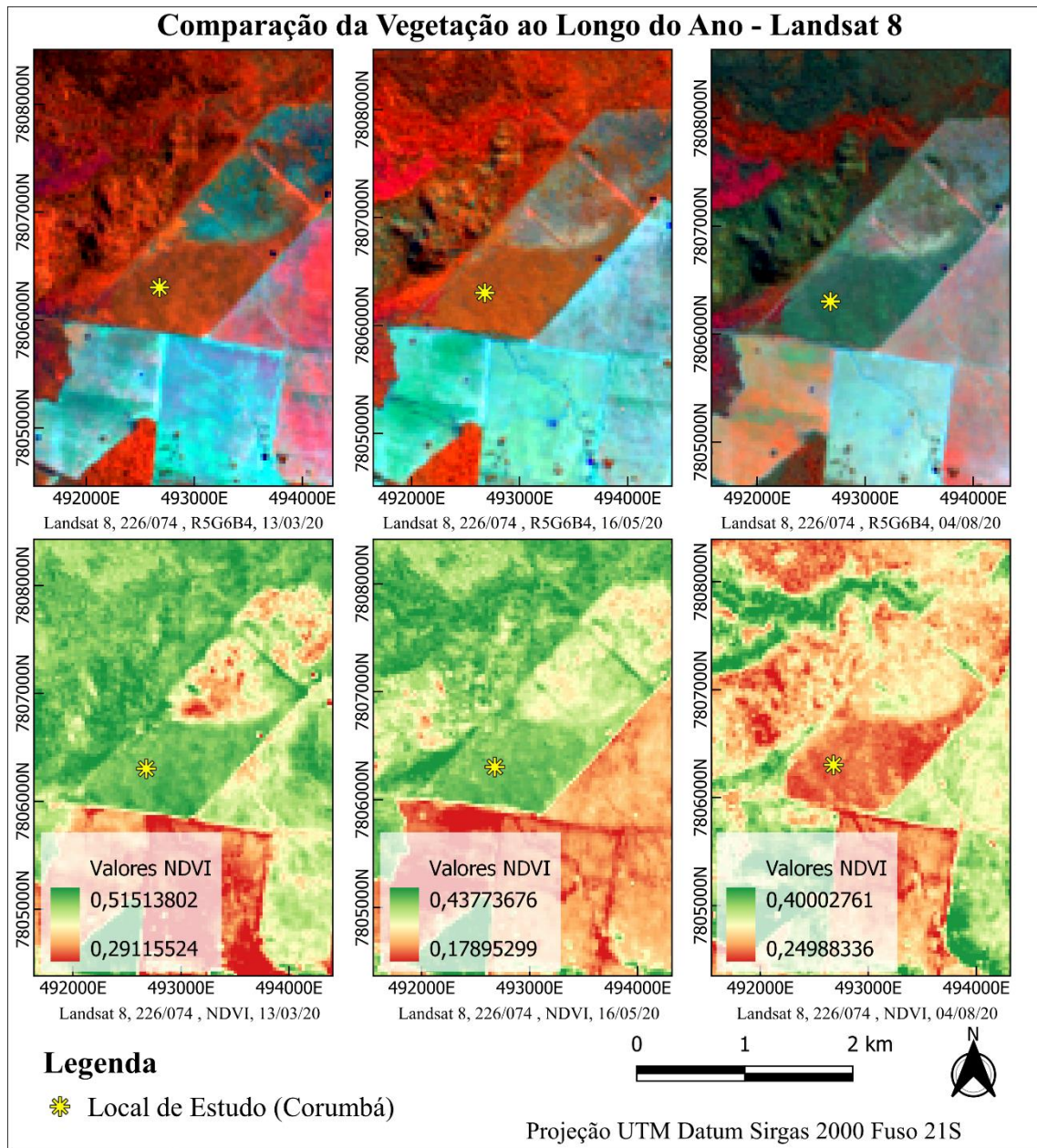


Figura 15: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 13/03/2020, 16/05/2020 e 04/08/2020, evidenciando no período seco a diferença entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação nativa.

A Figura 16 representa a área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 07/03/2020, 26/05/2020 e 24/08/2020, os resultados apresentados são semelhantes aos resultados ilustrados pela Figura 15, tendo sua diferença nos resultados

do índice NDVI, que por sua vez apresentaram uma maior amplitude quando comparado a análise realizada no mesmo período por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS)

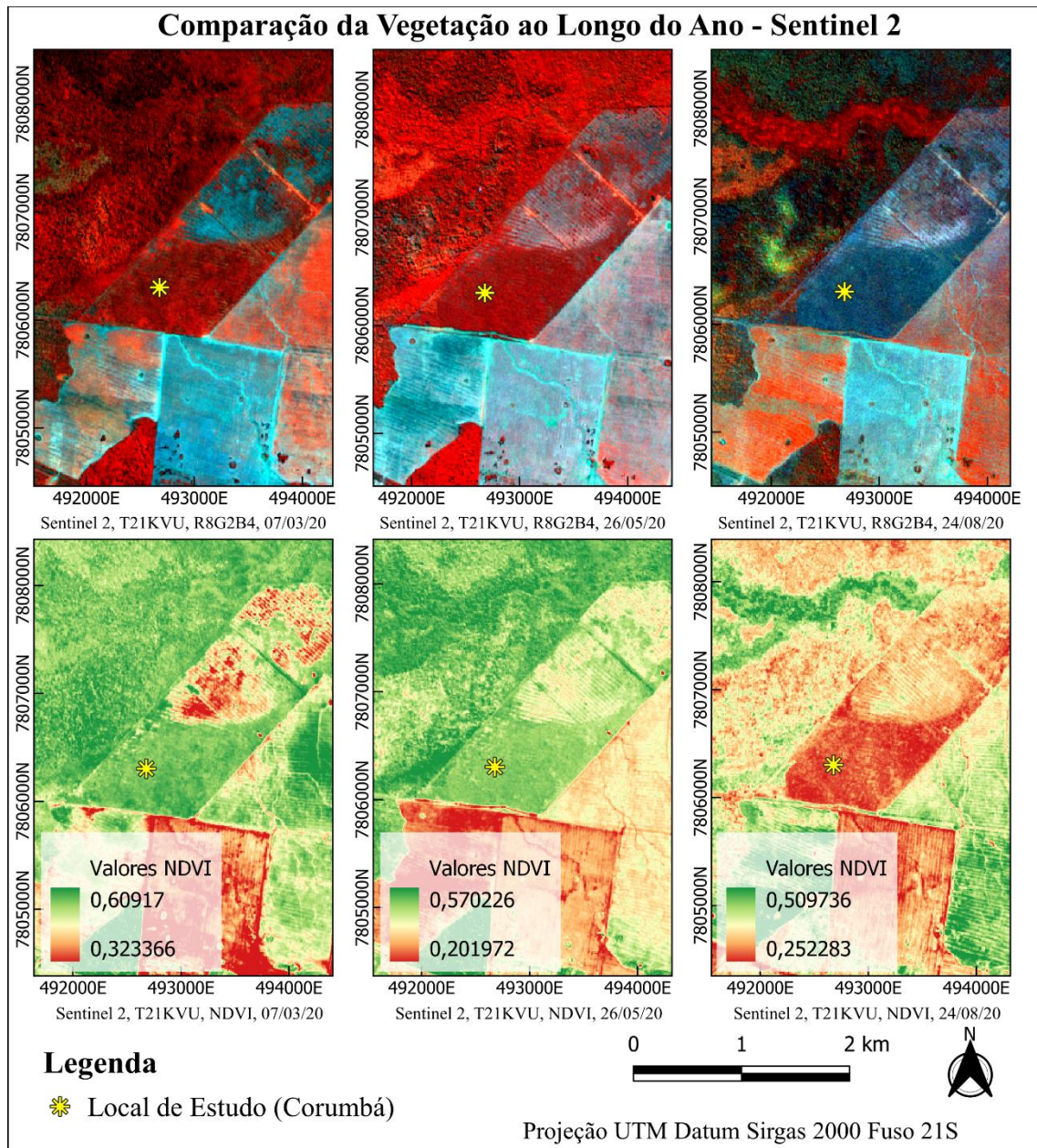


Figura 16: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 07/03/2020, 26/05/2020 e 24/08/2020, evidenciando a diferença de comportamento da aromita (*Vachellia farnesiana*) entre o período seco e chuvoso.

A Figura 17, representa a área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 28/02/2021, 19/05/2021 e 07/08/2021, é possível observar por meio da composição falsa cor que a aromita (*Vachellia farnesiana*) se diferencia do restante da vegetação ao longo de todo ano, sendo no período mais úmido com coloração mais

vibrante, no período de transição apresenta coloração mais escura que a vegetação do entorno, e no período de seca é onde ela se destaca, ficando com uma colocação bem mais escura, indicando que está passando por um maior estresse.

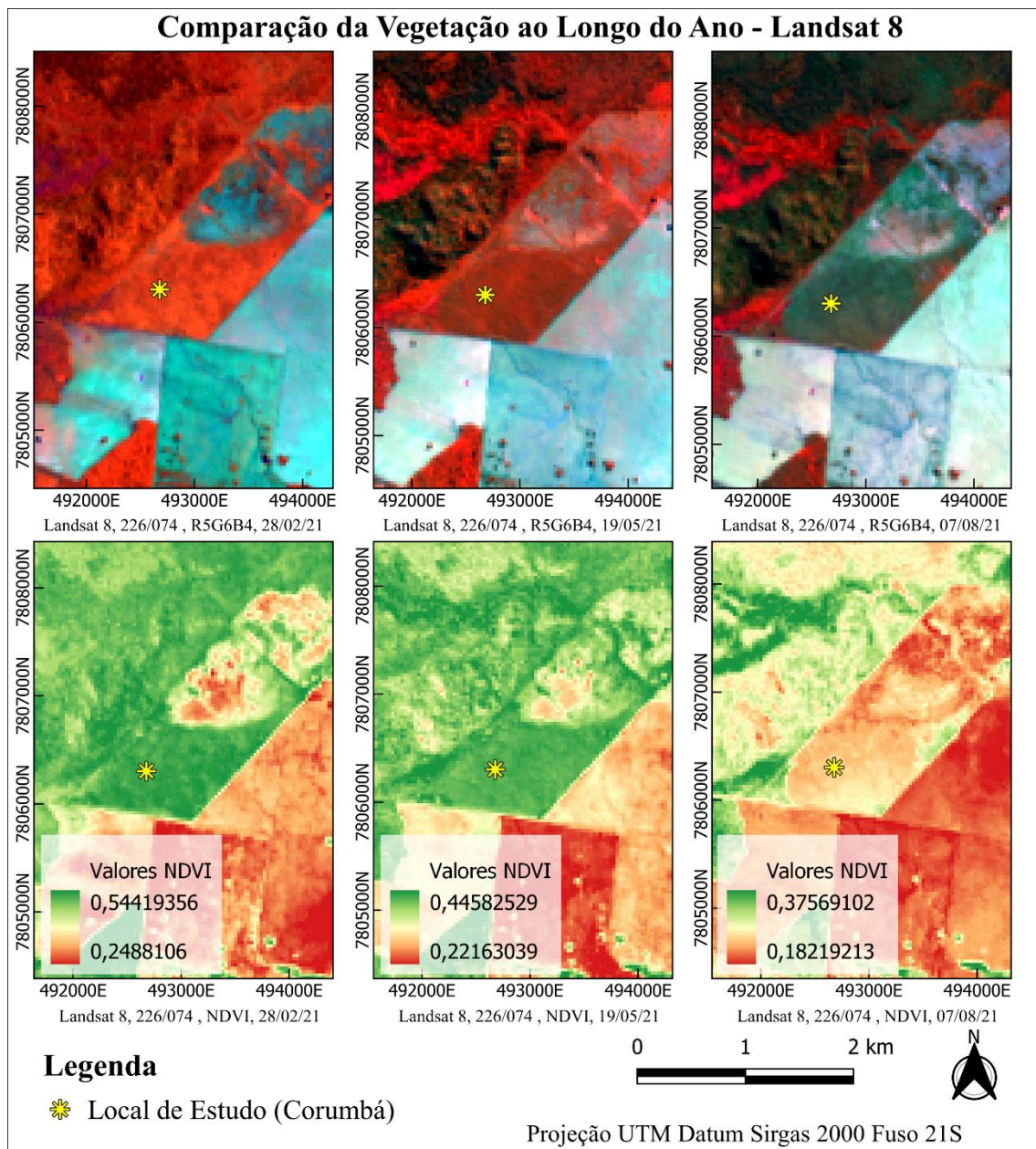


Figura 17: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 28/02/2021, 19/05/2021 e 07/08/2021, sendo possível observar a diferença da aromita (*Vachellia farnesiana*) para a vegetação nativa do entorno ao longo do ano.

A Figura 18 representa a área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 20/02/2021, 25/06/2021 e 19/08/2021, trazendo destaque para o período seco, onde fica muito evidente a diferença entre a aromita (*Vachellia farnesiana*)

e a vegetação do entorno, tendo seus resultados confirmados pelo NDVI, evidenciando o nível de estresse da espécie nos períodos de seca.

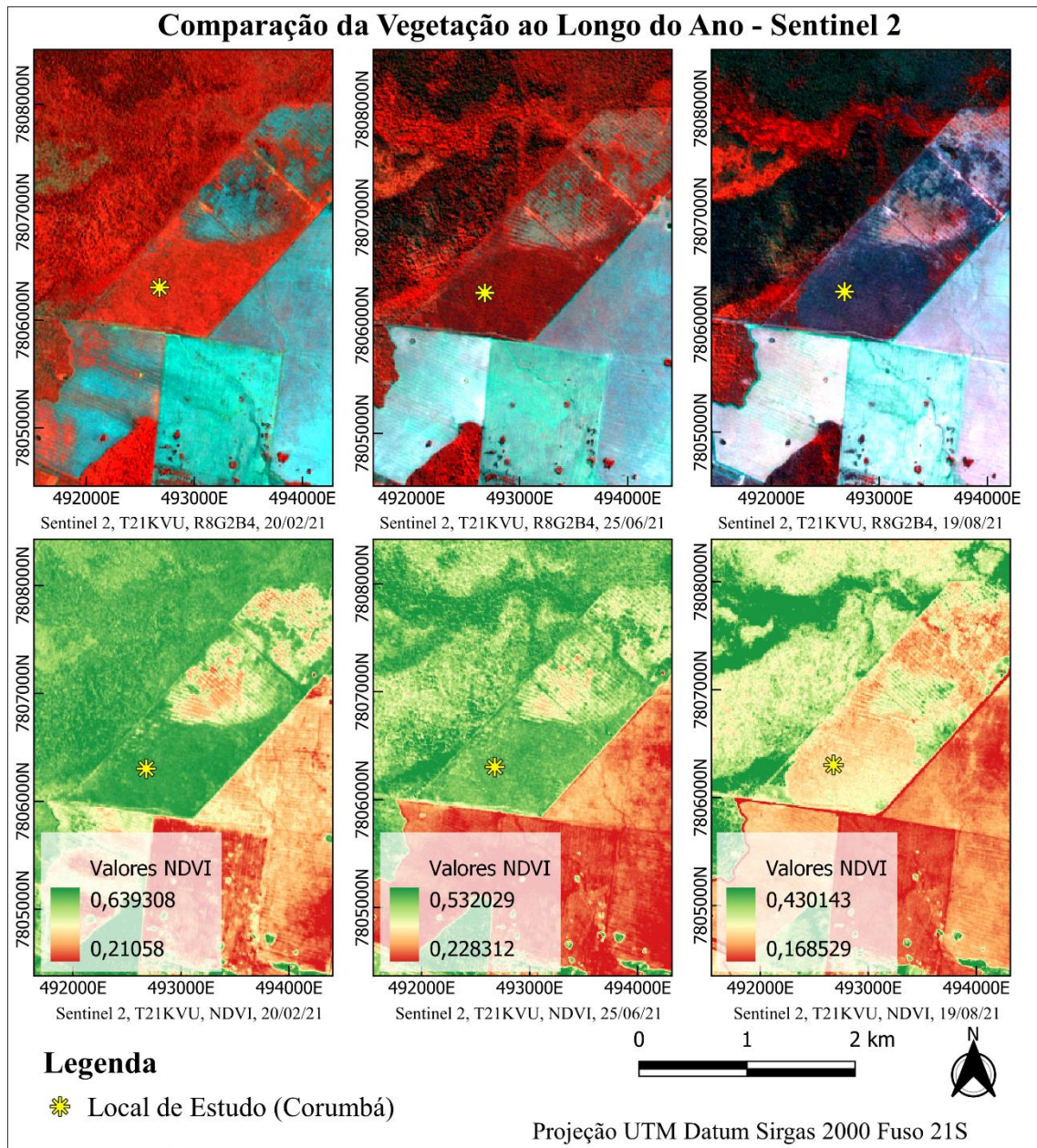


Figura 18: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 20/02/2021, 25/06/2021 e 19/08/2021, destacando o período de seca com a vegetação apresentando um alto nível de estresse se comparado com a vegetação do entorno.

A Figura 19, representa a área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 06/03/2023, 26/06/2023 e 29/08/2023, destacando o elevado estresse da aromita (*Vachellia farnesiana*), em comparação a vegetação do entorno no período de estiagem, sendo confirmado pelo resultado do do índice NDVI.

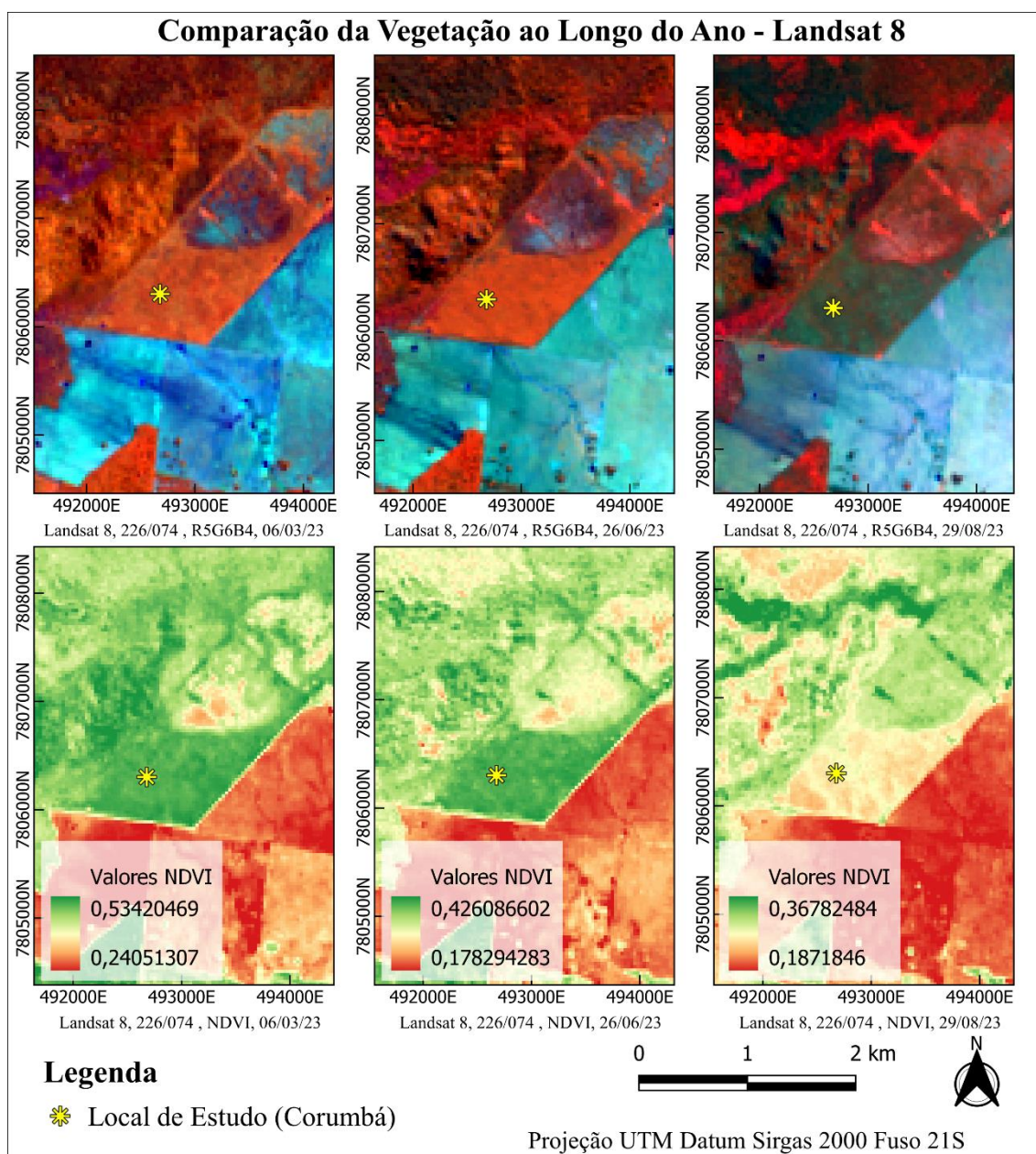


Figura 19: Representação da área por meio do satélite Landsat 8 (OLI/TIRS), imagens datadas de 06/03/2023, 26/06/2023 e 29/08/2023, evidenciando o período de estiagem, onde é possível observar o grande estresse da vegetação.

A Figura 20 representa a área por meio do satélite Landsat 9 (OLI-2/TIRS-2), com imagens datadas de 09/01/2023, 05/06/2023 e 22/09/2023, é possível observar que os resultados obtidos por meio da análise utilizando o Landsat 9 (OLI-2/TIRS-2), se assemelham aos obtidos utilizando o Landsat 8 (OLI/TIRS) no mesmo período, porém é possível observar uma maior riqueza de detalhes por meio do sensor (OLI/TIRS) do

Landsat 9, favorecendo para diferenciação entre aromita (*Vachellia farnesiana*) e vegetação nativa.

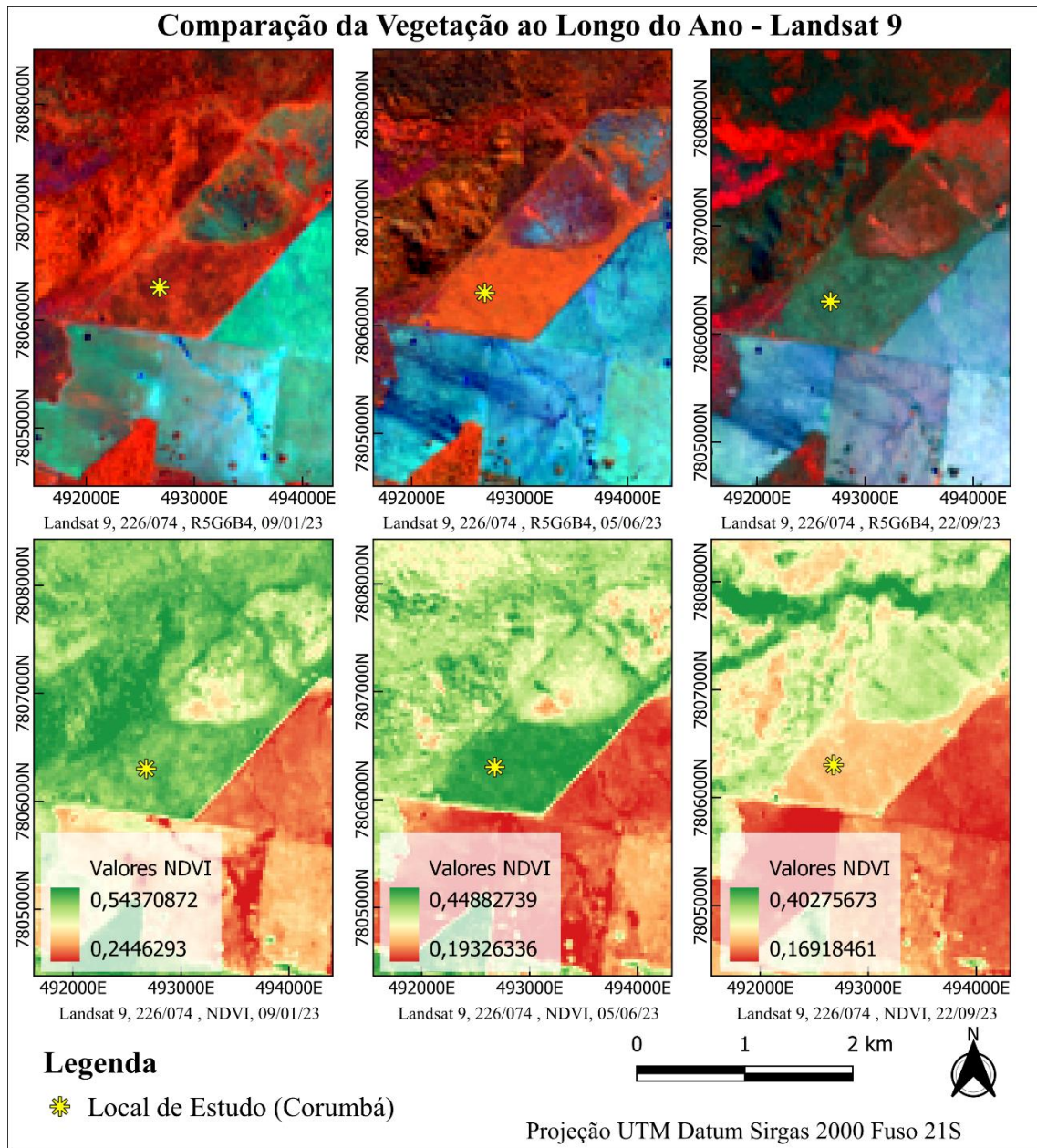


Figura 20: Representação da área por meio do satélite Landsat 9 (OLI-2/TIRS-2), com imagens datadas de 09/01/2023, 05/06/2023 e 22/09/2023, evidenciando a diferença entre a aromita (*Vachellia farnesiana*) e a vegetação nativa, tanto no período de estiagem, quanto no período de transição

A Figura 21 representa a área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 06/01/2023, 26/05/2023 e 23/09/2023, apresentando resultados similares ao obtidos pelo Landsat 9 (OLI-2/TIRS-2), conforme ilustrado pela Figura 20, porém cabe ressaltar que o sensor (OLI-2/TIRS-2) do Landsat 9, conseguiu diferenciar

de forma mais precisa a aromita (*Vachellia farnesiana*) do restante da vegetação, principalmente ao observar a composição falsa cor do período de transição, onde na Figura 20 tem-se cores mais alaranjadas, diferentes da cor da vegetação do entorno, enquanto na Figura 21, o mesmo período a vegetação aparece com tons mais avermelhados, semelhantes ao da vegetação do entorno.

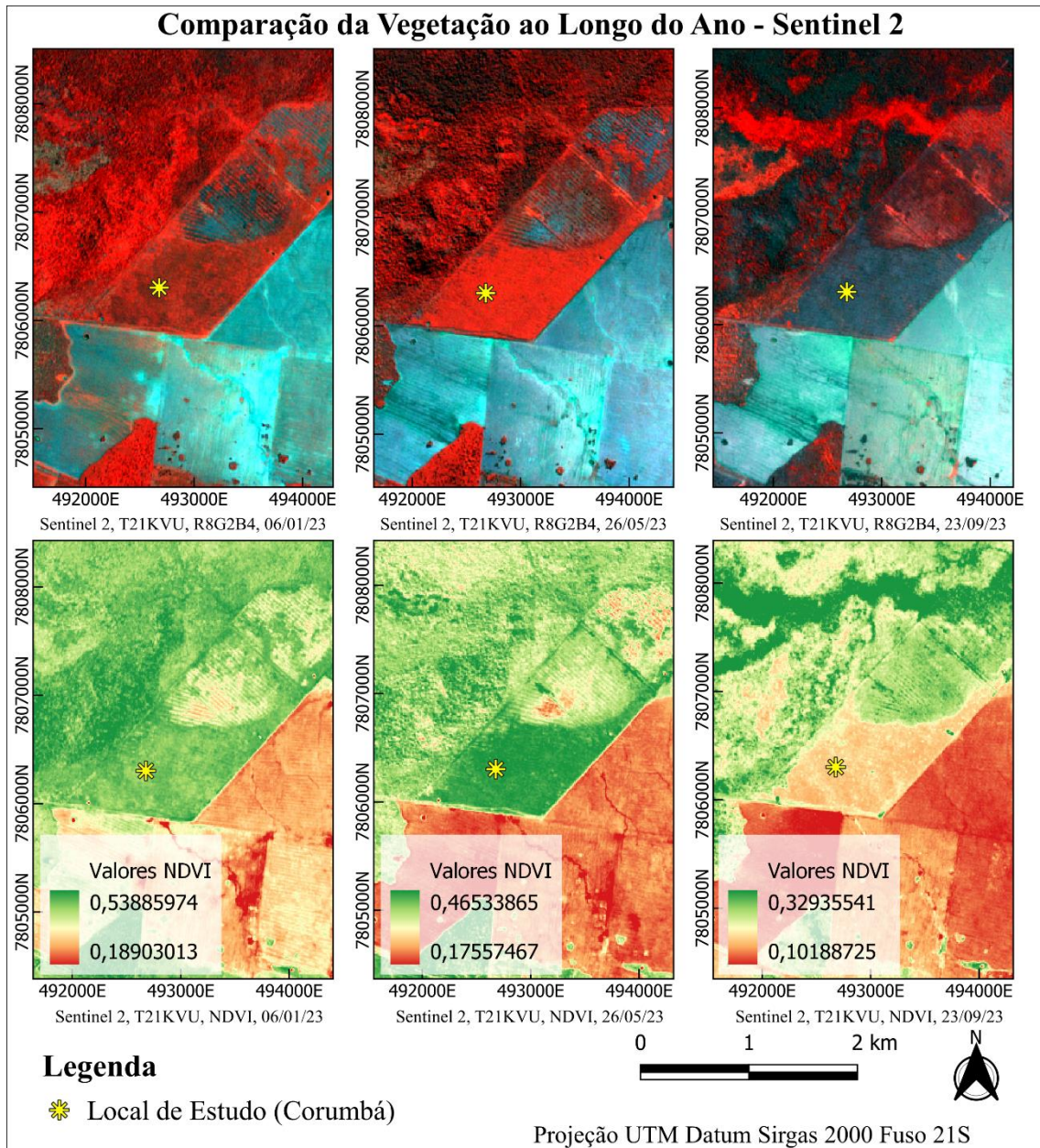


Figura 21: Representação da área por meio do satélite Sentinel-2 (MSI), com imagens datadas de 06/01/2023, 26/05/2023 e 23/09/2023, evidenciando o estresse apresentado pela aromita (*Vachellia farnesiana*) no período de estiagem, favorecendo a possibilidade de identificação da mesma.

6. CONCLUSÃO

Diante das análises realizadas às áreas, foi possível observar que é possível distinguir a aromita (*Vachellia farnesiana*), da vegetação nativa por meio de sensoriamento remoto, haja visto que ela apresenta uma grande diferença de comportamento se comparado com a vegetação do entorno.

Um fator que vale destaque é que apesar do Sentinel-2 (MSI) possuir uma resolução espacial de 10 metros, e uma resolução radiométrica de 12 bits, ele se mostrou menos eficaz que o Landsat 8 (OLI/TIRS), com uma resolução espacial de 30 metros, e também com uma resolução radiométrica de 12 bits. Por sua vez o Landsat 9 (OLI-2/TIRS-2) foi o que apresentou a maior eficácia na diferenciação das espécies nativas e exóticas, isso se deve ao fato dele apresentar uma resolução radiométrica de 14 bits, possuindo assim uma maior riqueza de detalhes quando comparado aos outros.

As imagens foram captadas, com intuito de conseguir o menor lapso temporal entre os diferentes satélites, porém, nem todas as imagens respeitam esse fator, haja visto que, em algumas das imagens captadas nuvens impossibilitaram as análises.

Por fim, o sensoriamento remoto se mostrou uma importante ferramenta na diferenciação da aromita (*Vachellia farnesiana*) na vegetação nativa do entorno.

7. REFERÊNCIAS

CARMONA, R., ARAUJO NETO, B. S. C., & PEREIRA, R. C.. (2001). Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa pteridofita* em pastagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(10), 1301–1307. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001001000013>>, Acesso em: 23 de mai. 2024;

DAMASCENO-JUNIOR, GA; ODELAND J; AMADOR, GA; CASAGRANDE, JC; TWERSKI, A. (2021a) Environmental drivers of three neighboring monodominant stands in Pantanal wetland. *J Veg Sci* 32:1-12. doi: 10.1111/jvs.13023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/350797775_Environmental_drivers_of_three_neighbouring_monodominant_stands_in_Pantanal_wetland>. Acesso em: 31 de mai de 2024;

Landsat (2018). Imagem OLI/TIRS, Canais: 4, 5, 6, Órbita 226 ponto 074. Earth Explorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 25 mar. 2024;

Landsat (2020). Imagem OLI/TIRS, Canais: 4, 5, 6, Órbita 226 ponto 074. Earth Explorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 25 mar. 2024;

Landsat (2021). Imagem OLI/TIRS, Canais: 4, 5, 6, Órbita 226 ponto 074. Earth Explorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 25 mar. 2024;

Landsat (2023). Imagem OLI/TIRS, Canais: 4, 5, 6, Órbita 226 ponto 074. Earth Explorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 25 mar. 2024;

SANTOS, S. A.; SILVA, E. R.; OLIVEIRA, G. F.; CRISPIM, S. M. A.; SILVA, L. C. F.; SILVA, G. A. Controle de aromita em pastagens exóticas em uma fazenda do Pantanal, Miranda, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2014. 3 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 97). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1009303/1/COT97.pdf>> Acesso em: 23 mai. 2024;

TERRA, V. *Vachellia in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114576>>. Acesso em: 23 mai. 2024;

Sentinel-2 (2018). Imagem MSI, Canais: 2, 4, 8, Órbita T21 ponto KVU/KWU. Copernicus Browser. Disponível em: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/> . Acesso em 25 mar. 2024;

Sentinel-2 (2020). Imagem MSI, Canais: 2, 4, 8, Órbita T21 ponto KVU/KWU. Copernicus Browser. Disponível em: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/> . Acesso em 25 mar. 2024;

Sentinel-2 (2021). Imagem MSI, Canais: 2, 4, 8, Órbita T21 ponto KVU/KWU. Copernicus Browser. Disponível em: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/> . Acesso em 25 mar. 2024;

Sentinel-2 (2023). Imagem MSI, Canais: 2, 4, 8, Órbita T21 ponto KVU/KWU. Copernicus Browser. Disponível em: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/> . Acesso em 25 mar. 2024;

STEFANELLO, D., IVANAUSKAS, N. M., MARTINS, S. V., SILVA, E., & KUNZ, S. H. (2010). Síndromes de dispersão de diásporos das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência - MT. *Acta Amazonica*, 40(1), 141–150. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000100018>> . Acesso em: 23 de mai de 2024;

QGIS Development Team. (2024). QGIS versão 3.28. Firenze. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/ . Acesso: 25 de mai. de 2024.