



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE**

ANA MARIA MENESES FERRAZ

**AVALIAÇÃO DAS TEMPERATURAS DE SUPERFÍCIE E DO AR A PARTIR DA
INTENSIFICAÇÃO DO AGRONEGÓCIO NO TERRITÓRIO QUILOMBOLA DE
MORRO DE SÃO JOÃO, TOCANTINS**

**Palmas, TO
2022**

ANA MARIA MENESES FERRAZ

**AVALIAÇÃO DAS TEMPERATURAS DE SUPERFÍCIE E DO AR A PARTIR DA
INTENSIFICAÇÃO DO AGRONEGÓCIO NO TERRITÓRIO QUILOMBOLA DE
MORRO DE SÃO JOÃO, TOCANTINS**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de mestrado em Ciências do Ambiente, da Universidade Federal do Tocantins, na linha de pesquisa Natureza, Cultura e Sociedade.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Barbosa e Souza.
Coorientadora: Prof. Dr.^a Érika Gonçalves Pires.

Palmas, TO
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

F381 a Ferraz, Ana Maria Meneses.

Avaliação das temperaturas de superfície e do ar a partir da intensificação do agronegócio no território quilombola de Morro de São João, Tocantins . / Ana Maria Meneses Ferraz. – Palmas, TO, 2022.

198 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências do Ambiente, 2022.

Orientador: Lucas Barbosa e Souza

Coorientadora : Érika Gonçalves Pires

1. Comunidades tradicionais. . 2. Agronegócio.. 3. Alterações microclimáticas.. 4. Geotecnologias . I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ANA MARIA MENESES FERRAZ

**AVALIAÇÃO DAS TEMPERATURAS DE SUPERFÍCIE E DO AR A PARTIR DA
INTENSIFICAÇÃO DO AGRONEGÓCIO NO TERRITÓRIO QUILOMBOLA DE
MORRO DE SÃO JOÃO, TOCANTINS**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de mestrado em Ciências do Ambiente, da Universidade Federal do Tocantins, na linha de pesquisa Natureza, Cultura e Sociedade.

Data de aprovação: 26/ 09/ 2022.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucas Barbosa e Souza, UFT

Prof. Dr^a. Mariela Cristina A. de Oliveira, UFT

Prof. Dr. Diego Tarley Ferreira Nascimento, UFG

*À minha sobrinha, Valença Asakredi Meneses
Xerente e minha mãe Sandra Fernandes de
Freitas Meneses.*

*Não se pode plantar e colher no mesmo dia.
Povo Xerente.*

AGRADECIMENTOS

À prior, minha eterna gratidão a Deus por ter me concedido o desejo de cursar o mestrado no PPG Ciamb e por ter criado os meios para isso se concretizar.

À minha mãe, Sandra Fernandes de Freitas Meneses, pelas orações e cuidados dispensados todos os dias e por ser minha maior inspiração na vida.

À minha sobrinha Valença Asakredi, sua existência me trouxe alegria, ânimo e transformou minha vida numa experiência de corpo e alma presente.

Ao meu companheiro de vida, Fernando Lourenço Barros, por toda doação nos últimos anos, por cada provisão tomada para que eu pudesse me dedicar à pesquisa, pela compreensão, caminhar por esse caminho não seria tão favorável sem segurar sua mão e me apoiar no teu abraço.

Aos meus irmãos, José Quirino, Hildamara e Fátima Eduarda que sempre contribuíram com minha educação, cada um a seu modo, e na convivência diária me doaram por vezes tempo e esforço, saibam que vocês foram essenciais em momentos que a jornada se tornava exaustiva.

Ao meu orientador Dr. Lucas Barbosa e Souza, por se fazer presente em circunstâncias pouco favoráveis para desenvolver trabalhos acadêmicos, por meio de suas incansáveis contribuições, pelos ensinamentos e providências em visitas junto à comunidade quilombola Morro de São João, sobretudo, pela abordagem compreensiva e disponibilidade constante, que me direcionou em todo o processo de escrita, respeitando meus limites, mas ao mesmo tempo me impulsionando a seguir construindo a dissertação.

À minha coorientadora Dr^a. Érika Gonçalves Pires, por ter aceitado o convite à coorientação e contribuído da melhor maneira possível. Seu tempo e conhecimento doado, suas considerações e instruções, me permitiram trilhar num caminho desconhecido das geotecnologias, que subsidiou uma parte importante desse estudo.

À comunidade quilombola Morro de São João, especialmente ao Sr. Agostinho (*In memoriam*) e seus filhos e ao Sr. Teodorico e sua família, pela receptividade e disponibilidade para conversas durante as visitas em campo, também pelo cuidado e vigia com os aparelhos que usamos para a coleta de dados, e por me conceder conhecer sua história, a cultura e a luta.

Aos colegas, professores, coordenação e secretaria do PPGCiamb/ UFT pelos favores e felizes trocas que tornaram esse caminho mais animoso e sobretudo, por me possibilitar enxergar a vida e suas contradições por outro espectro.

Ao professor Dr. Diego Tarley Ferreira Nascimento, pelo aceite do convite para participar da banca de defesa, pela leitura atenta e pelas boas contribuições sugeridas.

À professora Dr^a Mariela Aires de Oliveira que muito contribuiu em minha jornada acadêmica, desde o início suas orientações e conversas me encorajaram a entrar no Ciamb.

Por fim, à coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 88882.461703/2019-01.

RESUMO

A presente pesquisa busca estudar mudanças ambientais em virtude do avanço do agronegócio sobre o território da Comunidade Quilombola Morro de São João (CQMSJ), no Estado do Tocantins, e suas repercussões sobre as temperaturas de superfície e do ar. Nos últimos 20 anos, a comunidade percebe ter vivenciado diversas consequências ambientais em detrimento da substituição da vegetação nativa, que antes fazia parte de seu território original, por lavouras comerciais de grande escala, aos moldes do agronegócio. Por ser uma pesquisa de caráter interdisciplinar, os procedimentos metodológicos possuem abordagem no campo da climatologia e no uso de geotecnologias para estudos de temáticas relacionadas ao clima. Na parte climatológica, o trabalho possui duas frentes para aquisição e tratamento de dados de temperatura do ar: a primeira a partir de registros armazenados no banco de dados do Laboratório de Análises Geoambientais (LGA/UFT), coletados por meio de transecto móvel entre os anos de 2019/2020 sobre a área de estudo; e a segunda, a partir de coleta de campo em pontos fixos, por meio de datalogger, em episódios no final de cada estação, entre os anos de 2020 e 2021. A utilização de imagens de satélite da série Landsat 5, 7 e 8 serviu para a geração de mapas de Índice de Vegetação (NDVI) e Temperatura de superfície (TST). Os mapas se referem a momentos de período seco (inverno/ outono) e de período chuvoso (primavera/ verão), em cenários de observação referentes a duas épocas distintas, anterior (1999/2000) e posterior (2019/2020/2021) à expansão agrícola na área de estudo. Os resultados indicam que houve uma variação da temperatura de superfície associada principalmente às alterações no uso e ocupação da terra sobre o Território da CQMSJ. Ao longo dos anos, as alterações de TST se mostraram mais expressivas em locais com atividades antrópicas mais intensas, como nas áreas de monocultivo nas partes oeste (próximo à TO- 458) e leste da área de estudo (à direita do Córrego São Felipe). Já em termos de temperatura do ar, observa-se que as variações espaciais no transecto, indicam que as diferenças térmicas entre os pontos não alcançam valores tão elevados quanto aquelas normalmente verificadas em estudos de clima urbano (ilhas de calor), mas sugerem que as mudanças ambientais conduzem à formação de mosaicos microclimáticos que podem se intensificar ao longo do tempo. Em relação ao comportamento temporal das diferenças térmicas observados em análise simultânea em pontos fixos, o padrão é muito semelhante àquele verificado em estudos de clima urbano, ou seja, determinados tipos de tempo, mais ou menos presentes em cada estação do ano, podem elevar ou atenuar as diferenças térmicas. Dessa forma, os resultados sinalizam para prováveis consequências da exploração intensiva desse território tradicional inserido no bioma Cerrado, em especial quanto aos seus aspectos microclimáticos, com possíveis implicações sobre a vida de uma comunidade quilombola.

Palavras-chaves: Comunidades tradicionais. Agronegócio. Alterações microclimáticas. Geotecnologias. Imagens termais.

ABSTRACT

The present research studies environmental changes due to the advance of Agricultural Business in the Quilombola Community Morro de São João (CQMSJ), in the State of Tocantins, and its repercussions on the surface and air temperatures. In the last 20 years, the community notices the consequences of environmental changes as large-scale profit crops fitting the agribusiness model replaces native vegetation, which was part of its authentic territory. Because of its interdisciplinary aspect, the methodology associates climatology and geographical information system to analyze climate issues. Regarding climatology, the collected data about air temperature comes from Laboratório de Análises Geoambientais (LGA/UFT) database, gathered with a mobile transect between the years 2019/2020 on the studied site, and from field data collection at fixed points on the data logger in episodes at the end of each season between the years 2020 and 2021. Composing NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and TST (Land Surface Temperature) maps by satellite images captured from the Landsat 5, 7, and 8 series. The maps refer to periods of the dry season (winter/fall) and a rainy season (spring/summer), in case scenarios referring to two distinct seasons back in (1999/2000) and then (2019/2020/2021), before and after agriculture expansion in the studied area. Results indicate variation in the surface temperature is mostly associated with changes and modifications in land use and occupation over the CQMSJ territory. Over the years, the TST changes were more expressive in places with more intense anthropic activities, such as in the restricted monoculture area in the west (near TO-458) and east of the study area (to the right of the São Felipe stream). Referring to air temperature, the spatial variations on the transect indicate that temperature differences between the points are not as high as those typically measured in studies of urban climate (heat islands), but suggest that the environmental changes lead to the formation of microclimatic mosaics can increase over time. The temporal performance of temperature differences observed in a simultaneous analysis at fixed points, the pattern is very to the documented in studies of urban climate i.e. some types of weather, with variances, in each season of the year can increase or mitigate temperature differences. Results point to the possible consequences of intensive exploration of this traditional territory located in the Cerrado biome, especially when comes to its microclimatic aspects with possible effects on the life of a quilombola community.

Key-words: Traditional communities. Agribusiness. Geotechnologies. Microclimatic changes. Geotechnologies. Thermal imagery.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Mapa de Localização da área de estudo.....	56
Figura 2- Equipamento utilizado na coleta de dados.....	60
Figura 3- Pontos de coleta por transecto móvel ao longo da Rodovia TO- 458.....	61
Figura 4- Entorno do ponto 1.	62
Figura 5- Entorno do ponto 25.	63
Figura 6- Entorno do subtrecho I.....	65
Figura 7- Subtrecho II.	65
Figura 8- Entorno do subtrecho III.	66
Figura 9- Entorno do subtrecho IV.....	67
Figura 10- Entorno do subtrecho V.	67
Figura 11- Entorno do subtrecho VI.....	68
Figura 13- Abrigo de proteção para o datalogger.....	69
Figura 12-Instalações dos abrigos.	69
Figura 14- Vegetação de cerrado.....	70
Figura 15- Área de monocultivo.....	70
Figura 16- Lugar de habitação.....	70
Figura 17- Locais de coleta por pontos fixos sobre a área de estudo.	71
Figura 18- Condições no entorno do Ponto 1 em vegetação de cerrado típico (A. 31/08/2020; B. 31/08/2020; C. 30/11/2020; D. 22/12/2020; E. 26/03/2021; F. 26/03/2021; G. 28/06/2020; H. 28/06/2020).....	75
Figura 19- Condições entorno do Ponto 2 no local de plantio agrícola (A. 31/08/2020; B. 31/08/2020; C. 30/11/2020; D. 22/12/2020; E. 26/03/2021; F. 26/03/2021; G. 28/06/2020; H. 28/06/2020).....	77
Figura 20- Condições entorno do Ponto 3 no povoado (A. 31/08/2020; B. 31/08/2020; C. 30/11/2020; D. 22/12/2020; E. 26/03/2021; F. 26/03/2021; G. 28/06/2020).....	78
Figura 21- Imagem de controle de qualidade da banda termal da série Landsat 07, Coleção 2, Nível 2: 08/09/1999.	82
Figura 22- Exemplo de espalhamento de nuvens sobre a área de estudo.....	82
Figura 23- Organograma da ordem de demonstração dos resultados.....	90
Figura 24-Composição colorida para os anos de 1999/2000.....	91
Figura 25 - NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 1999/2000.	93

Figura 26-Frequência de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 1999/2000.	95
Figura 27-TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 1999/2000.....	97
Figura 28- Frequência de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 1999/2000.	98
Figura 29-Composição colorida para os anos de 2019/2020.....	100
Figura 30- NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 2019/2020.	101
Figura 31- Frequência de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 2019/2020.	104
Figura 32- TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 2019/2020.....	105
Figura 33- Frequência de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 2019/2020.	105
Figura 34- Temperatura do ar às 9h.....	109
Figura 35- Temperatura do ar às 15h.....	113
Figura 36- Temperatura do ar às 21h.....	117
Figura 37- Núcleo habitacional da CQMSJ.....	119
Figura 38- Via principal (TO- 458)	119
Figura 39- Casa de adobe na CQMSJ.....	119
Figura 40- TA e TST em setembro/ 2019.....	122
Figura 41- Ta e TST em dezembro/ 2019.....	123
Figura 42- Ta e TST em junho/ 2020.	124
Figura 43- Composição colorida para os anos de 2020/2021.....	125
Figura 44- NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de.....	127
Figura 45- Frequência de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 2020/2021.	128
Figura 46- TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 2020/2021.....	129
Figura 47- Frequência de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 2020/2021.	130
Figura 48- Gráfico de análise rítmica, episódio de inverno (01/09/2020-21/09/2020) sobre o Município de Santa Rosa do Tocantins - TO.....	133
Figura 49- Dados horários de temperatura do ar em pontos fixos sobre o território da CQMSJ- TO, em episódio de inverno.....	135
Figura 50- Diferenças térmicas entre Ponto 1 e 2 no inverno.	137

Figura 51- Diferenças térmicas entre Ponto 1 e 3 no inverno.	138
Figura 52- Diferenças térmicas entre Ponto 2 e 3 no inverno.	139
Figura 53- Gráfico de análise rítmica, episódio de primavera (01/12/2020- 21/12/2020) sobre o Município de Santa Rosa do Tocantins - TO.....	143
Figura 54- Dados horários de temperatura do ar em pontos fixos sobre o território da CQMSJ- TO, em episódio de primavera.....	145
Figura 55 - Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 2 na primavera.	148
Figura 56- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 3 na primavera.....	149
Figura 57- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 2 e 3 na primavera.....	150
Figura 58- Gráfico de análise rítmica, episódio de verão (01/03/2021-21/03/2021) sobre o Município de Santa Rosa do Tocantins – TO.....	152
Figura 59-Superfície do solo com massa vegetal seca pós colheita, em março/2021.....	153
Figura 60- Dados horários de temperatura do ar em pontos fixos sobre o território da CQMSJ- TO, em episódio de verão.....	154
Figura 61- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 2 no verão.....	157
Figura 62- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 3 no verão.....	158
Figura 63- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 2 e 3 no verão.....	159
Figura 64- Gráfico de análise rítmica, episódio de outono (01/06/2021-21/06/2021).....	160
Figura 65- Dados horários de temperatura do ar em pontos fixos sobre o território da CQMSJ- TO no episódio de outono.....	162
Figura 66- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 2 no outono.....	165
Figura 67- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 3 no outono.....	166
Figura 68-Diferenças térmicas diárias entre os pontos 2 e 3 no outono.....	167
Figura 69- Diferenças de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para o mês de setembro em 20 anos.....	170
Figura 70- Diferenças de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para o mês de dezembro em 20 anos.....	171
Figura 71- Diferenças de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para o mês de junho em 20 anos.....	172
Figura 72- Diferenças de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para o mês de setembro em 20 anos.....	174
Figura 73- Diferenças de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para o mês de dezembro em 20 anos.....	176

Figura 74-Diferenças de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para o mês de junho em 20 anos.	178
Figura 75- Comparativo entre anos de 1999, 2000, 2019, 2020 e 2021 na parte oeste da área de estudo.	179

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Abertura do dossel nos pontos fixos.	72
Quadro 2- Características das bandas espectrais dos satélites Landsat 5, 7 e 8.	80
Quadro 3- Concentração de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) por classes (1999/2000).	94
Quadro 4- Concentração de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) por classes (1999/2000).	97
Quadro 5- Concentração de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) por classes (2019/2020).	102
Quadro 6- Concentração de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) por área (2019/2020).	106
Quadro 7- Concentração de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) por classes (2020/2021).	128
Quadro 8- Concentração de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) por classes (2020/2021).	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Descrição dos produtos Landsat 5 e 7 para os anos 1999/2000.....	83
Tabela 2- Descrição dos produtos Landsat 8 para os anos 2019/2020.....	83
Tabela 3 - Descrição dos produtos Landsat 8 para os anos de 2020 e 2021.	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADCT	Ato das Disposições Constitucionais Transitórias
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
CAF	Cadastro Nacional da Agricultura Familiar
CQMSJ	Comunidade Quilombola Morro de São João
FCP	Fundação Cultural Palmares
GPU	Gestão de Projetos Universitários
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LGA	Laboratório de Análises Geoambientais
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
NASA	Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (ou Índice de Vegetação por Diferença Normalizada)
OLI	Operacional Land Imager
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PPGCom	Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Sociedade
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
POLOCENTRO	Programa de Desenvolvimento dos Cerrados
PRODECER	Programa de Cooperação Nipo-Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados
SECAD-TO	Secretaria da Administração do Estado do Tocantins
RTID	Relatórios Técnicos de Identificação e Delimitação
SEFAZ	Secretaria da Fazenda- TO
SEPLAN	Secretaria do Planejamento e Orçamento do Tocantins
TA	Temperatura do Ar
TST	Temperatura de Superfície Terrestre
TIRS	Thermal Infrared Sensor
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UTC	Tempo Universal Coordenado

LISTA DE SÍMBOLOS

λ	<i>Micro</i>
ρ	<i>Rô</i>
θ	<i>Teta</i>
ε	<i>Emissividade</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	22
2	OBJETIVOS	27
2.1	Objetivo Geral.....	27
2.2	Objetivos Específicos	27
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	28
3.1	Agronegócio de comunidades tradicionais no Cerrado: questões territoriais e ambientais em debate	28
3.1.1	Panorama sobre a agricultura e o avanço do agronegócio no Cerrado.....	28
3.1.2	Agronegócio e território das comunidades tradicionais no Cerrado.....	37
3.1.3	Implicações ambientais e climáticas do agronegócio sobre o Cerrado	43
3.2	A Comunidade Quilombola Morro de São João (CQMSJ).....	46
3.2.1	Povos quilombolas: lutas, resistências e reconhecimento	46
3.2.2	História, localização, luta pela legalização de territorialidade da CQMSJ.....	49
4	METODOLOGIA.....	55
4.1	Caracterização da área de estudo	56
4.2	Procedimentos Metodológicos	58
4.2.1	Dados de TA coletado a partir de transecto móvel.....	58
4.2.1.1	<i>Caracterização por subtrechos ao longo do transecto dos pontos de coleta de TA</i>	<i>61</i>
4.2.2	Dados de temperatura do ar coletados em pontos fixos	69
4.2.2.1	<i>Caracterização do entorno dos pontos fixos</i>	<i>73</i>
4.2.3	Estimativa de Temperatura de Superfície Terrestre (TST) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)	78
4.2.3.1	<i>Obtenção de imagens de orbitais da composição colorida, estimativa de Temperatura de Superfície (TST) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)</i>	<i>80</i>
4.2.3.2	<i>Cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).....</i>	<i>84</i>
4.2.3.3	<i>Cálculo da Radiância espectral.....</i>	<i>85</i>
4.2.3.4	<i>Cálculo da Emissividade (ϵ).....</i>	<i>85</i>
4.2.3.5	<i>Conversão da Radiância espectral em Temperatura de Superfície Terrestre (TST) sem ajuste.....</i>	<i>86</i>
4.2.3.6	<i>Cálculo da Temperatura de Superfície Terrestre (TST) corrigida.....</i>	<i>87</i>
4.2.3.7	<i>Análise dos dados</i>	<i>87</i>

5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	89
5.1	Descrição da área de estudo nos anos 1999/2000 a partir das composições coloridas	90
5.2	Situação anterior a intensificação do agronegócio na CQMSJ (anos 1999-2000)	93
5.2.1	Índice de Vegetação por diferença Normalizada (NDVI) entre os anos 1999-2000....	93
5.2.2	Temperatura de superfície terrestre (TST) entre os anos 1999/2000.....	96
5.3	Situação posterior a intensificação do agronegócio na CQMSJ (anos 2019-2020)	99
5.3.1	NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) anos 2019-2020.....	100
5.3.2	TST (Temperatura de Superfície Terrestre) anos 2019-2020.....	104
5.3.3	Análise de Temperatura do ar (TA) entre os anos 2019/2020.....	106
5.3.3.1	<i>A Temperatura do ar (TA) ao longo da rodovia TO- 458 às 9h.....</i>	<i>108</i>
5.3.3.2	<i>A coleta de Temperatura do ar (TA) ao longo do trecho na rodovia TO- 458 às 15h.</i>	<i>111</i>
5.3.3.3	<i>A coleta de Temperatura do ar (TA) ao longo do trecho na rodovia TO- 458 às 21h.</i>	<i>115</i>
5.3.4	A diferença entre TA e TST entre os anos 2019/2021	120
5.4	Situação posterior à intensificação do agronegócio na CQMSJ (anos 2020-2021)	125
5.4.1	NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) anos 2020-2021.....	126
5.4.2	TST (Temperatura de Superfície Terrestre) anos 2020-2021	129
5.4.3	Análise de Temperatura do ar (TA) entre os anos de 2020/2021	131
5.4.3.1	<i>Análise Rítmica do episódio de inverno (01/09/2020 a 21/09/2020)</i>	<i>132</i>
5.4.3.2	<i>O comportamento de Temperatura do ar (TA) no episódio de inverno (01/09/2020 a 21/09/2020).....</i>	<i>134</i>
5.4.3.3	<i>Análise Rítmica do episódio de primavera (01/12/2020 a 21/12/2020).....</i>	<i>142</i>
5.4.3.4	<i>O comportamento de Temperatura do ar (TA) no episódio de primavera (01/12/2020 a 21/12/2020).....</i>	<i>144</i>
5.4.3.5	<i>Análise Rítmica do episódio de verão (01/03/2021 a 21/03/2021)</i>	<i>151</i>
5.4.3.6	<i>O comportamento de Temperatura do ar (TA) no episódio de verão (01/03/2021 a 21/03/2021).....</i>	<i>153</i>
5.4.3.7	<i>Análise Rítmica do episódio de outono (01/06/2021 a 21/06/2021)</i>	<i>160</i>

5.4.3.8	<i>O comportamento de Temperatura do ar (TA) no episódio de outono (01/06/2021 a 21/06/2021)</i>	161
5.4.4	Comparativos entre a situação anterior de 1999/2000 e situação posterior (2019-2021)	168
5.4.4.1	<i>NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) na situação anterior de 1999/2000 e situação posterior (2019-2021)</i>	169
5.4.4.2	<i>TST (Temperatura de Superfície Terrestre) na situação anterior (1999/2000) e situação posterior (2019-2021)</i>	173
5.4.4.3	<i>Comparativos entre recortes espaciais da situação anterior de 1999/2000 e situação posterior (2019-2021)</i>	179
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	181
6.1	Contribuições da dissertação	183
6.2	Trabalhos futuros	183
	REFERÊNCIAS	185

1 INTRODUÇÃO

A Comunidade Quilombola Morro de São João (CQMSJ), está integrada territorialmente ao município de Santa Rosa do Tocantins, localizado na região centro-sul do Estado de Tocantins, é a protagonista do presente estudo. À medida em que tem ocorrido a perda de seu território original, ao longo do processo espoliativo promovido pela expansão do agronegócio, o núcleo da CQMSJ foi cercado pela instalação e dinâmica de atividades deste setor e passou a conviver gradualmente com problemas ambientais iniciados pela substituição da vegetação nativa por lavouras comerciais.

Após a certificação que reconheceu sua identidade cultural enquanto povo quilombola junto à Fundação Cultural Palmares, no ano de 2006, resta ainda a regularização territorial confinante ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, INCRA. A primeira certificação concedeu ao grupo, no entendimento de Cleto (2015), o sentimento de pertencimento e possibilitou melhor organização política para reivindicar direitos e a luta pela regularização fundiária. Atualmente apenas uma parte reduzida de moradores detém parcelas de terra.

A área reivindicada por esse grupo se limita às fronteiras que coincidem na confluência de rios e córregos no entorno da comunidade, sendo essa área muito aquém do território traçado inicialmente a partir de suas características ancestrais. Na busca de identificar as bases territoriais do Quilombo Morro de São João, Abentroth (2020) descreve que, embora até o presente momento não se tenha o dimensionamento real do território e haja a necessidade de ser regulamentado pelo órgão fiscalizado, é possível o reconhecimento da constituição do território originário, bem como mensurar as perdas do mesmo. Após pesquisa documental em dados fornecidos por cartórios de registro de imóvel, registros paroquiais, análise do conteúdo de processos junto ao INCRA e depoimentos dos indivíduos pertencentes à CQMSJ, Abentroth (2020) chega a verificação de um recorte de 7.857 alqueires que compunham o território originário, reunindo no início as fazendas Roma, Morro São João, Pedregulho ou Gorgulho, São Felipe, Barreira das Catas e a Fazenda Santa Rosa.

A perda e o parcelamento do território original se deram por meio da venda por parte de herdeiros e por vias ilegais como a grilagem, venda possibilitada pela falsificação de documentos em órgãos oficiais. Quase em sua totalidade, as terras da comunidade se transfiguraram em propriedades privadas de grandes latifúndios, atualmente destinados à cultura de soja, milho e criação de gado (ABENTROTH, 2020).

A cooperação entre a comunidade e pesquisadores em busca da produção de conhecimento tem contribuído de algum modo no resgate do protagonismo dos quilombolas para o enfrentamento em face da realidade de controvérsias e injustiça ambiental que experimentam. Carneiro *et al.* (2015) destaca a importância da integração entre conhecimento local das comunidades e as outras formas de conhecimento, como o conhecimento técnico, no sentido de que o protagonismo das comunidades e a cooperação de profissionais, cientistas e instituições, permitam compreender e validar argumentos e contextos de problemas e controvérsias em pauta. Ao passo em que esses agentes se dispõem a trabalhar juntos, em prol de uma causa comum, produzem conhecimentos que servem como base para uma ciência cidadã que “[...] potencializa o desenvolvimento de práticas mais democráticas e de justiça distributiva, por reduzir assimetrias de poder e acesso a recursos que conformam contextos de vulnerabilidade socioambiental” (CARNEIRO *et al.*, 2015, p. 248), além de ampliar as formas de sugerir intervenções e soluções mais efetivas.

Do protagonismo da CQMSJ e união cooperativa com a academia é que surgiu o problema que serviu como premissa para a presente pesquisa, tendo como base a percepção dos moradores locais sobre as alterações ambientais e microclimáticas em decorrência do avanço do agronegócio. Logo, pretendeu-se verificar tais alterações e suas repercussões sobre os microclimas, uma vez que não se dispõe de estudos técnicos a esse respeito. Os moradores locais, ao se manifestarem sobre as alterações ambientais sobre a qual a comunidade passa e ao estabelecerem relação entre as mudanças em seu ambiente e as condições microclimáticas em seu território, possuem a compreensão de que tais alterações extrapolam as fronteiras das propriedades rurais e influenciam o seu modo de ser e de se resignificar como quilombo.

Baseando-se no pressuposto de que as mudanças no uso e cobertura da terra ao longo do território da CQMSJ, intensificadas pelo agronegócio, contribuíram para alterar parâmetros microclimáticos, entre os anos de 1999 a 2021, o estudo procura estabelecer a relação entre as transformações da superfície num recorte rural e suas interferências nos microclimas, no que tange ao comportamento de TST e TA.

Dessa forma, o estudo busca explorar a ideia de que a intensificação do agronegócio na área de estudo esteja contribuindo para a elevação das temperaturas de superfície e do ar, tanto se considerarmos os elementos técnico-científicos da Climatologia, quanto a percepção dos próprios quilombolas.

Os estudos desenvolvidos junto à CQMSJ contextualizam problemas vivenciados por seus sujeitos. O esboço da problemática provém de pesquisas recentemente desenvolvidas junto à comunidade e que envolve direta ou indiretamente o tema, como Cleto (2015), Souza e

Chaveiro (2019) e Abentroth (2020), que exploram a forma como a comunidade percebe, se organiza e enfrenta essas transformações ambientais experienciadas especialmente nos últimos 22 anos. Durante esse tempo, tem se intensificado a exploração de recursos naturais mediante a implantação de lavouras comerciais numa área que, de modo ancestral, é considerada o território original da CQMSJ.

Cleto (2015, p.9), em estudo qualitativo, considerou a resiliência da CQMSJ e aspectos de promoção dessa condição no que tange ao enfrentamento de “[...] novos condicionamentos que atingem diretamente o comportamento social, tanto individualmente quanto coletivamente, afetando o desenvolvimento, a interação com o meio e a manutenção de identidade”. Conforme essa autora, trata-se de uma configuração que deriva de processos transnacionais de reestruturação produtiva, internacionalização da economia e globalização, condições nas quais o agronegócio está inserido.

Novamente recorrendo a Abentroth (2020), a pesquisadora contribui na abordagem da problemática territorial da CQMSJ, ao questioná-la em seus pormenores, por meio de documentos fundiários e marcadores geográficos ainda vivos na memória dos pertencentes ao quilombo. Sua pesquisa trouxe uma contribuição significativa para o direcionamento do que virá a ser a nova abrangência territorial da comunidade com a regularização fundiária, solicitada junto ao INCRA no mesmo ano em que a comunidade foi reconhecida como quilombola, 2006, mas até o momento não obtida.

Hoje, a situação fundiária desse território é complexa, havendo diferentes propriedades, de tamanhos variados, divididas entre famílias quilombolas e outros proprietários que praticam a agricultura comercial, a silvicultura e a pecuária bovina. Cleto (2015) descreve que a comunidade subsiste há mais de 200 anos, sendo constituída pelos descendentes de Victor de Sena Ferreira, filho do Padre José Bernardino de Sena Ferreira e da escrava conhecida como Pelônia ou Pelonha. Portanto, Victor foi o herdeiro das terras que formariam a comunidade. De acordo com Souza e Chaveiro (2019), o pequeno núcleo habitacional da comunidade reunia, em 2018, um total de 113 habitantes, situados na parte oeste do município de Santa Rosa do Tocantins. Contudo, a considerar os membros da comunidade que passaram a residir em cidades vizinhas, esse número pode se ampliar significativamente (cerca de três centenas ou mais).

Souza e Chaveiro (2019) discutem os conflitos ambientais, territoriais e suas consequências sobre os modos de vida da população, frente ao avanço do agronegócio sobre a comunidade. Durante realização de entrevistas semiestruturadas, os moradores pontuam em

suas falas as alterações ambientais sentidas por eles, principalmente ao longo das duas últimas décadas.

Sobre as interferências do agronegócio no que diz respeito aos aspectos climáticos, os moradores locais relataram o “aumento da sensação de calor e a significativa redução de tipos de tempo atmosférico com temperaturas mais amenas que eram comuns em meados do ano [...]” (SOUZA; CHAVEIRO, 2019, p. 14). Nesse mesmo estudo, os pesquisadores observam que a comunidade faz relação direta com o desmatamento e os problemas ambientais a que estão expostos.

Ao elaborar o mapa de uso e cobertura do solo relativos a dois períodos, anos de 2000 e 2017, abrangendo o território e o povoado quilombola, Souza e Chaveiro (2019) notaram o aumento de áreas de plantio a partir da sede do município de Santa Rosa do Tocantins. Assim, no extremo oeste do município, o território quilombola, delimitado por diferentes cursos d'água, se vê encurralado pela expansão das áreas agrícolas, intensificada a partir de 2012.

A partir desses resultados, Souza e Chaveiro (2019) supõem que as mudanças locais e microclimáticas observadas pelos moradores sob forma de desconforto térmico, podem estar associadas a duas condições: a primeira, a partir da mudança no uso do solo, ao retirar vegetação natural do território quilombola e do seu entorno, para a implantação de lavouras e pastagens; e a segunda, decorrente do abandono de materiais e técnicas construtivas vernaculares por parte dos quilombolas, como o uso de adobe e taipa, substituindo-os por construções convencionais de alvenaria, em parte das moradias.

O recorte temporal empregado nesta dissertação também parte de suas percepções coletivas, englobando uma situação anterior à intensificação do agronegócio na área de estudo, nos anos de 1999 e 2000, e a situação ou cenário atual, em que há presença intensiva de lavouras comerciais no território, nos anos de 2019 a 2021. Trata-se, pois, de um intervalo de 22 anos, iniciado no momento em que houve um maior grau de transferência de terras a agentes privados para fins comerciais, segundo os próprios quilombolas.

Para o recorte espacial, o contorno definido para o estudo tenta enquadrar o território que a comunidade quilombola Morro de São João reivindica e espera a regularização fundiária junto ao INCRA. Essa área está circunscrita entre os rios Tocantins, Manuel Alves, Formiga e córrego São Felipe, na porção oeste/noroeste do município de Santa Rosa do Tocantins. O espaço territorial que o recorte contempla serviu como base para coleta de dados climatológicos e para a elaboração de produtos cartográficos por meio de geotecnologias.

Pela complexidade do tema de pesquisa dentro do campo das ciências ambientais, foi preciso recorrer a uma metodologia que transitasse na relação entre os elementos estudados

sobre o clima e o ambiente, pois estão conectados entre si pela origem de fenômenos e dinâmicas ambientais, considerando a interação entre o social e o natural.

A estimativa da temperatura de superfície, por meio de imagens de satélites, e os dados de temperatura do ar coletados por equipamentos específicos possibilitaram uma melhor compreensão da natureza e da origem dessas alterações ao longo do tempo e do espaço dessa comunidade quilombola, de uma maneira quanti-qualitativa.

Por fim, espera-se contribuir para uma melhor compreensão da problemática sugerida baseada nas indagações da própria comunidade, por meio da produção de material científico capaz de ser um instrumento técnico que subsidie o processo de luta por justiça ambiental e que possa corroborar para a melhoria da qualidade de vida dessa comunidade, bem como para outros benefícios de direito, em paralelo ao processo de regularização fundiária.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar as principais características em termos de temperaturas de superfície e do ar, bem como suas possíveis relações com as mudanças ambientais promovidas pela intensificação do agronegócio no território quilombola Morro de São João - Tocantins.

2.2 Objetivos Específicos

Estimar índice de vegetação (NDVI) e temperatura de superfície (TST) por meio do sensoriamento remoto, em diferentes cenários, considerando a área de estudo, e os limites temporais preestabelecidos, que incluem a análise de intervalos entre 22 anos, de 1999 a 2021.

Relacionar a temperatura do ar (TA) em diferentes tipos de paisagem comuns na área de estudo no território quilombola Morro de São João em anos de análise mais recente (2019-2021)

Analisar as mudanças na cobertura da superfície e relacionar com as alterações campo térmico a partir das leituras de TA em diferentes recortes no território ao longo do tempo;

Avaliar as possíveis influências do agronegócio sobre as alterações de uso e cobertura da terra, TST e sobre o comportamento da TA.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Agronegócio de comunidades tradicionais no Cerrado: questões territoriais e ambientais em debate

3.1.1 Panorama sobre a agricultura e o avanço do agronegócio no Cerrado

A história sobre a agricultura vai além da evolução de instrumentos de trabalhos e do gradativo aumento da produção agrícola. Segundo Mazoyer e Roudart (2010), a história da agricultura conta mais sobre a evolução da sociedade humana que sobre a própria agricultura, pois a primeira não é dissociável da segunda. A adaptação humana ao meio, a acumulação de conhecimento e a consequente aplicação da chamada tecnologia deram-se de modo diferenciado em todas as regiões do mundo, já que cada povo tem a sua própria herança agrícola. Portanto, o que se tem são agriculturas diferenciadas por todo o globo.

Há que se entender que muito do que se tem como forma de produção agrícola e modalidades de agriculturas atualmente, diz respeito não apenas a uma herança, mas a resultados de uma adequação a sistemas socioeconômicos, políticos e estruturas sociais bastante complexas que as sociedades humanas viveram ao longo da história, os ditos modos de produção. Os modos de produção se permutaram continuamente ao longo do tempo em diversas formas, até chegar ao modo que se configura agora, o capitalismo financeiro. Assim como há predominância de um modo de produção, isso ocorre também com a agricultura. A cada modo de produção que existiu, houve também uma agricultura que se sobrepõe às outras formas. Nesses conformes, a agricultura predominante é aquela que se alinha ao modelo vigente para a época (BALSAN, 2006).

Tem-se um exemplo na segunda revolução agrícola dos tempos modernos, reportando a esse recorte histórico de modo bastante genérico, enquanto se chegava ao fim da Idade Média e o capitalismo industrial se consolidava. No campo, o que havia era a adoção de práticas industriais por meio da motorização (motores a explosão e elétricos, tratores e engenhos), da mecanização (máquinas e equipamentos complexos e eficientes), da adoção de produtos químicos (uso de fertilizantes e agrotóxicos) e da seleção de plantas e animais domésticos capazes de se adaptar aos meios de produção agroindustriais, permitindo maiores produtividade e lucros (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Nesse momento, surgem os primeiros complexos agroindustriais, como a mundialmente conhecida Nestlé, que em 1890 já aglutinava 180 aldeias suíças, as quais perderam sua autossuficiência, tendo que prestar serviços à empresa. Outro exemplo, já no

Brasil, a partir dos anos 1890, é o grupo Matarazzo, que atuava nos ramos de alimentos, têxtil e em diversos segmentos agrícolas da época, que divide mercado com a Sanbra (incorporada hoje pela multinacional *Bunge*) e a Anderson Clayton Company. Em 1953, essas empresas exportam, juntas, 9% do total de exportações brasileiras (ALBUQUERQUE, 1983).

Com uma agricultura cada vez mais dependente de arranjos agroindustriais monopolizados, nos moldes de práticas que aumentam a produção agrícola, diminuem custos e majoram lucros, os estabelecimentos agrícolas capazes de adquirir tratores, equipamentos mecânicos e rentabilizar seus plantios passariam a estar incluídos nesse novo sistema. Entretanto, muitas famílias camponesas não conseguiam seguir o ritmo dessas novas formas de se produzir no campo, não era viável a todos os que dependiam da terra para a subsistência alcançar níveis de investimentos altos, e isso propiciou o aumento de desigualdades na agricultura e no campo (BRITO, 2009).

O estudo dos mecanismos da segunda revolução na economia camponesa demonstra, em suma, uma progressão desigual dos estabelecimentos agrícolas, desenvolvimento de uns, e regressão, empobrecimento e até eliminação daqueles que não podiam se incluir nos investimentos rurais. Conforme Mazoyer e Roudart (2010) descrevem:

Esse sistema, que dependia das condições físicas e econômicas da região, era precisamente aquele que tendia a ser adotado pela maioria dos estabelecimentos agrícolas em desenvolvimento da região, o que conduzia a uma especialização regional pronunciada. Mas também existiam regiões nas quais nenhuma especialização era viável, e essas regiões estavam condenadas ao retrocesso agrícola e ao abandono (MAZOYER; ROUDART, 2010, p.422).

A maioria dos produtores agrícolas de países desenvolvidos podiam incorporar essas práticas modernas em seus processos produtivos, em contrapartida, isso era uma realidade distante em países subdesenvolvidos (ou em desenvolvimento), que compreendia modelos de agricultura com maiores deficiências e subequipados. Naturalmente, como a lógica desse sistema moderno dependia de altos investimentos, a revolução agrícola se instaura com diferenças bem expressivas nas diferentes áreas rurais. Para os camponeses pobres, o que se tinha era a baixa produtividade, a defasagem tecnológica e, conseqüentemente, poucas chances de concorrer com a produção de estabelecimentos agrícolas já participantes da agricultura mecanizada (GONÇALVES, 2005).

A incorporação desses novos meios resultou em altos níveis de produtividade, sendo possível que os estabelecimentos rurais abandonassem a variedade de produção animal e vegetal e se dedicassem aos cuidados de produções mais rentáveis de acordo com as condições

ambientais e as demandas de mercado. Isso permitiu a especialização em produtos intencionalmente escolhidos e o aumento exponencial de excedentes agrícolas. Mais tarde, esses subsistemas especializados passaram a depender de uma rede de outros subsistemas, daí a espacialização multirregional, permitindo uma nova modalidade de regionalização e com expressiva influência em lugares cada vez mais distantes, participando de novas regiões agrícolas. As mudanças facilitaram também o escoamento da produção por meio de melhorias nos meios de transporte rodoviários da época, condicionados ao arranjo produtivo (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Em outras palavras, esse movimento começa com o produtor rural que passa a se dedicar à produção de um produto específico, abandona sua autossuficiência e se distancia do consumidor. Segundo Gonçalves, (2005, p. 8) o agente produtivo não se norteia mais a partir da necessidade do consumidor, com quem antes possuía uma relação direta, agora “[...] sua ação produtiva exige mais que terra e trabalho, exige dinheiro (D) para aplicar na atividade produtiva com a compra de máquinas, de insumos e de capacidade de trabalho dos empregados”.

Assim, esse sistema de produção agrícola estava configurado a um arranjo circunscrito, num primeiro momento, a uma dimensão vertical e, num segundo, a uma dimensão horizontal. A dimensão vertical diz respeito aos sistemas industriais que comportam uma somatória de serviços voltados à produção agrícola situados “a montante”, a exemplo das fazendas voltadas para atividades de plantio e aos complexos industriais que incluem as indústrias mecânicas, extrativas e químicas e “a jusante”, a exemplo do conjunto de indústrias responsáveis pela estocagem, transformação, distribuição e comercialização do produto agrícola. A dimensão horizontal parte da nova organização espacial que veio a surgir, um sistema agrário multirregional que se desdobra em um modo de organização e ocupação do espaço geográfico rural diferente do que antes se tinha (GONÇALVES, 2005).

Esta configuração explica como a agricultura, estruturada a partir da segunda revolução, foi moldada aos modos de produção do capitalismo industrial e financeiro, bem como pelas ideologias por detrás deles, passando a designar-se mundialmente pelo termo agronegócio. Ross (2003, p.2) sintetiza a definição do termo ao referir-se como uma estrutura complexa que compreende a integração entre “[...] a agricultura, agropecuária, conhecimentos e comercialização direta da produção, principalmente para a exportação”.

Nesse sentido, explicita-se a presença do crédito como elemento indispensável do processo de desenvolvimento capitalista e a solidez do padrão de financiamento como axioma da alavancagem do investimento para a realização e expansão da produção. Em outros termos,

a reprodução ampliada do capital inseriu de forma plena a agricultura na lógica da financeirização da riqueza num universo globalizado (STEPHANOU, 2014).

A união entre a pecuária e a agricultura com os sistemas industriais e financeiros transforma os insumos provenientes desse setor em mercadorias semelhantes a um produto comercial, e, portanto, gerador de capital, com uma cadeia produtiva própria, ampliada e destinada ao mercado externo. Para Gonçalves (2005), a lógica de transformação de alimentos em capital financeiro se dá pelo abandono do esquema MDM de produção de mercadoria (M) para transformar em dinheiro (D) e permitir a obtenção de mais mercadoria (M) e transforma-se aos estímulos da reprodução ampliada do capital, seguindo a ação tipicamente capitalista DMD, de aplicar dinheiro (D) na produção de mercadoria (M) com o objetivo de obter mais dinheiro (D). Nessa lógica, o capital extrapola suas origens setoriais da economia e se permuta na condição de capital financeiro, assumindo o princípio e o fim para as ações do mercado de um modo geral.

Na segunda metade do século XX, na velocidade em que a modernização se estabelecia, tanto em seus padrões seguidos, quanto em retornos produtivos e rentáveis em escalas cada vez maiores, surge nos Estados Unidos da América a chamada “Revolução Verde”. Esta estava fundamentada em pesquisas agrônomicas voltadas a plantas mais resistentes, acrescentando ao movimento de industrialização da agricultura as pesquisas biotecnológicas voltadas à “[...] seleção genética, fertilização mineral, tratamentos, cultivo puro de populações geneticamente homogêneas, mecanização parcial, estrito controle da água” (MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 501).

A Revolução Verde situa-se na transição entre o capitalismo industrial e financeiro, e se apresenta como um “modelo” de desenvolvimento pronto, remetendo à noção prescritiva de uma soma de práticas eficientes para serem adotadas no campo. O “pacote tecnológico” incentiva a adoção do cultivo de espécies vegetais selecionadas ou modificadas geneticamente e do uso de agrotóxicos.

As empresas químicas ganharam espaço dentro da agricultura, sobretudo subsidiadas por grandes grupos econômicos. A Monsanto, por exemplo, é uma empresa que se ocupa tanto de químicos, fertilizantes e “defensivos”, quanto de melhoramento genético de vegetais. Até o início do séc. XXI, detinha 90% da comercialização dos produtos transgênicos no mercado mundial (BRITO, 2009).

O princípio de equivalência substancial atribuído às sementes transgênicas, tratadas como *plantas* similares às plantas convencionais, e a disseminação de que o uso das plantas geneticamente modificadas diminuiria a quantidade de agrotóxicos e fertilizantes, foram os

principais argumentos para a liberação dos OGMs (Organismos Geneticamente Modificados), permitidos inicialmente pela Agência reguladora do governo americano FDA (*Food and Drugs Administration*), a pedido da Monsanto. Sua concentração monopolista dentro da produção de agrotóxicos e transgênicos revela sua estreita relação e domínio dos mecanismos de concessões governamentais, inclusive restringindo a atuação de agentes públicos que denunciavam os malefícios da substituição de sementes convencionais por sementes transgênicas e sua relação estreita com o uso de agrotóxicos. Sem mencionar as estratégias empresariais a nível global como a fusão, aquisições e associações com empresas do mesmo ramo (ROBIN, 2008).

Em virtude da criação do herbicida Roundup Ready®, foram desenvolvidas variedades de sementes de soja geneticamente modificada, denominada soja RR (Roundup Ready) pela Monsanto. O herbicida, ao ser usado no cultivo de soja transgênica, não atua sobre esta planta, que permanece imune a seus efeitos. Isto porque, por meio da introdução no genoma da planta do gene que codifica a enzima 5-enolpiruvato shiquimato 3-fosfato sintase (EPSPS) isolada da bactéria (*Agrobacterium tumefaciens* estirpe CP4), resistente ao herbicida, também a torna capaz de metabolizar o glifosato. Outras culturas, como fumo, tomate, algodão, linho e batata, também foram obtidas pela introdução de uma enzima insensível ao herbicida, ou da superprodução da enzima EPSPS (FILLATTI *et al.*, 1987; VASLIN, 1993; PADGETTE *et al.*, 1996; MONQUERO, 2005).

No Brasil, como ainda não havia liberação do cultivo de transgênicos, a sua entrada no país se deu de forma irregular, os produtores de soja em sua grande maioria contrabandeavam grandes volumes de soja transgênica do tipo RR (BRITO, 2009; RAMOS, 2013). Robin (2008) avalia que o contrabando dessas sementes impôs ao governo brasileiro e a outros países da América do Sul a necessidade de legalização de sementes transgênicas, permitindo a Monsanto mais tarde cobrar *royalties* por cada tonelada de soja transgênica. Em 1984, o herbicida já era diretamente produzido no país.

O fluxo de empresas externas no país passou a ser perceptível por conta das modificações organizacionais expressivas envolvendo a aquisição de empresas nacionais de pesquisa genética e de produção de sementes, fusões de empresas e contratação de parcerias com órgãos públicos. Sobre o monopólio de empresas transnacionais ligadas às pesquisas de sementes transgênicas, Araújo e Mercadante (1999) citam num relatório destinado à Assembleia Legislativa de Brasília, exemplos de como grandes empresas de pesquisas biotecnológicas atuaram no Brasil no final do séc. XIX.

No Brasil, a Monsanto incorporou, em 1996, a FT-Sementes, empresa paranaense dedicada à pesquisa e melhoramento, principalmente de soja, que possuía expressivo e valioso estoque de material genético. O braço brasileiro da Monsanto denominado Monsoy Ltda. prevê investir, até o ano 2000, US \$15 milhões no Brasil, na montagem de infraestrutura de pesquisa e de beneficiamento de sementes (GM 24/7/98). A mesma Monsanto, em 1997, incorporou a divisão vegetal da Agrocere, a maior empresa brasileira de pesquisa e comercialização de sementes melhoradas. A Monsanto contratou parceria com a EMBRAPA, para o desenvolvimento de tecnologia, em que, provavelmente, vale-se do estoque de material genético que esta possui - o maior do Brasil - e, em contrapartida, aporta sua tecnologia de ponta, no campo da engenharia genética. Esta parceria é tão intensa que levou o Presidente da EMBRAPA e encaminhar, oficialmente, carta à CTNBio, intercedendo pela liberação da soja RR. (ARAUJO e MERCADANTE, 1999, p. 26).

A união por parte do Estado e empresas transnacionais na época era motivada pela necessidade de inserção e solidez de investimentos externos para a expansão e escoamento agrícola a partir do provável potencial que o agronegócio brasileiro possuía. Argumentava-se que o país dispunha de grandes dimensões de terras não ocupadas e possibilidades de se aumentar a produção agrícola, mediante admissão de práticas tecnológicas a níveis mais elevados.

A edição de leis como a Lei de Proteção de Cultivares (nº 9.456, de 25 de abril de 1997) potencializou a atuação dessas empresas e depois de quase uma década de discussões institucionalizou-se a Lei 11.105, de 24 de março de 2005, ou Lei de Biossegurança, amparada pelo princípio da precaução, pactuado no Protocolo de Cartagena. Este estabelecia que, havendo insegurança quanto aos impactos sobre a saúde humana e ao meio ambiente, a comercialização de um determinado OGMs poderia ser bloqueada (GOLDFARB, 2016).

No entanto, sua efetivação é marcada por regressões, ao impossibilitar a atuação interna de órgãos como Ibama e a Anvisa, para exigir padrões ambientais e sanitários nas avaliações de liberação de transgênicos, e pelo comprometimento suspeito da comissão que presta apoio e assistência técnica ao governo federal na formulação de políticas, normas e pareceres nacionais de biossegurança, a CNTBio - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. A Carta aberta dos Cientistas Brasileiros, divulgada em 2003, no qual 8 membros que compõem a comissão da CNTBio fazem parte, traz o empenho destes pesquisadores na persuasão pública, ao emitirem sua visão neoliberal, incentivando o país na adesão de tais práticas, alegando que o caminho oposto seria um retrocesso tecnológico e sobretudo econômico. Outro fato comum é a manutenção de ligações com empresas interessadas nas concessões de OGMs, participando de pesquisas patrocinadas por elas (GLASS, 2009).

O espaço mundial alcançado pelo setor de transgenia se deve, em parte, pelas estratégias adotadas em termos de pressão sobre os agricultores, a manipulação de instrumentos de Estado

e aglutinações empresariais. Desse modo, hoje apenas um pequeno extrato de grandes empresas líderes dos setores agroquímicos transnacionais encabeça este ramo em nível global, a partir de megafusões como a Bayer e Monsanto, Dow e DuPont, e a junção de SinoChem-China e Syngenta) (THUSWOHL, 2013).

No mercado econômico brasileiro, o agronegócio encontrou arranjos institucionais propícios à adoção dessas práticas. Em 2017, segundo as estimativas da Céleres Consultoria, o Brasil já era o segundo maior produtor de transgênicos do mundo, com 17,73 milhões de hectares de milho plantados e na região Sudeste a taxa média tende a atingir 93,7%, com destaque para São Paulo (95,2%) cultivados com milho transgênico (CÉLERES, 2017).

Para Pelaez (2006), o sistema regulatório do Brasil formulado e aprovado pela governança ao longo do tempo, baseou-se sobretudo no poder econômico do agente inovador, sendo tal agente a empresa interessada na comercialização de OGM no país. Assim, se restringe às vantagens de curto prazo, em detrimento das possíveis consequências maléficas de longo prazo, mediante o uso desses produtos.

A modernização do campo brasileiro foi, então, ligada ao incentivo estatal para a expansão do cultivo de transgênicos, casada à liberação de agroquímicos, nas duas primeiras décadas do século XXI. Logo, sendo um país com base econômica na produção de *commodities* agrícolas, que ocupa grande parte de sua estrutura produtora, a aderência aos OGMs influencia o aumento de consumo de agrotóxicos, como o herbicida glifosato usado nas lavouras de soja (GONÇALVES, 2005).

Outra contradição interligada ao uso de produtos transgênicos e agrotóxicos no contexto brasileiro, que marca a modernização da agricultura, diz respeito à questão agrária do país. Tal processo aprofundou ainda mais a concentração de terras, herança desde as doações de terras públicas que se converteram em grandes latifúndios, ainda na monarquia (CARNEIRO, 2015).

Sobre esse período, a Lei de Terras, de 1850, segundo Buainain *et al.* (2007), funcionava como mecanismo de consolidação da grande propriedade rural e empatava o acesso ao trabalhador livre à terra. Além disso, intensificava litígios e contendas entre os que ocupavam pequenos lotes de terras, como os sesmeiros e lavradores sem recursos, e os que tinham maiores extensões de terra, como os posseiros confinantes e senhores de latifúndios. Mesmo com a abolição do trabalho escravo ao final do século XIX, a situação agrária do país não mudou. Furtado (1969) reforça essa visão, observando que houve poucas mudanças na forma de organização produtiva e distribuição de renda.

Passando pela unidade camponesa associada às atividades de autossustento, até chegar à empresa agropecuária capitalista, a estrutura fundiária no Brasil é resultado de um complexo

e longo processo de ocupação de terras traduzido pela supremacia do latifúndio e outras formas de produção agrária, cuja base se afirmou pelo processo de colonização baseado em propriedades familiares formadas por imigrantes europeus, concentrando-se em partes das regiões sudeste e sul do país (LOPES, 2008).

Para Delgado (2012), como forma de contornar a crise cambial de 1999 e a gestão da dívida externa, resultado da estagnação econômica de duas décadas anteriores, o Brasil é inserido na divisão internacional do trabalho e passa a fornecer ao mercado externo bens primários. Com isso, as reservas nacionais foram reabastecidas pelo fluxo contínuo de capital externo, dando sequência à modernização técnica agrícola iniciada nos governos militares, nas décadas de 1960 e de 1970.

Atualmente, o agronegócio enreda o Estado brasileiro em um conjunto de políticas de acumulação de capital pelo setor primário, o qual captura recursos primários e renda fundiária ligada ao setor externo. Consiste em um processo altamente concentrador da propriedade e da renda fundiária para responder a uma pressão externa por ajustamento das transações de mercadorias e serviços (AUGUSTO *et al.*, 2012).

Com isso, a caracterização do setor agrário brasileiro tornou-se um sistema de dominação e controle social, desde as “plantations”, passando pelos demais processos colonizadores. Todos estão relacionados não somente à acumulação de terras nas mãos de poucos, mas também à acumulação de capital. A reprodução do capital também induziu mudanças quanto a divisão social do trabalho e, a partir disso, as múltiplas regiões agrárias brasileiras assumem posições e papéis distintos (LOPES, 2008).

Retomando a fase mais recente, com a constituição dos complexos agroindustriais mencionados no início do capítulo, estes dependem de alto capital aplicado, desde insumos e maquinários, indústrias de processamento de matérias-primas agrícolas, e se estabeleceram em grandes extensões de terras. A agricultura tradicional foi, então, substituída por atividades agropecuárias totalmente dependentes de insumos industriais (FAJARDO, 2008).

Inicialmente, foi nas regiões do sul e sudeste do país que a agricultura se desenvolveu de forma intensiva. Entretanto, devido tanto ao esgotamento de terras disponíveis, quanto à necessidade de aumento da produção agrícola, houve o direcionamento das atividades para novas áreas e a conseqüente expansão agrícola (SILVA, 2000).

A porção centro-sul do país foi, dessa forma, onde se concentraram inicialmente tais processos de modernização, industrialização e de construção de complexos agroindustriais no país (FAJARDO, 2008; FERNANDES; WELCH; GONÇALVES, 2014). Entre os anos 1980 e 1990, à medida em que a seletividade do capital abria espaço para áreas mais afastadas, cadeias

produtivas das culturas como a de soja, milho e cana-de-açúcar foram incorporadas nas porções centrais do país, como as áreas de Cerrado no Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Essas áreas se tornam novas zonas produtivas, agregadas ao modelo produtivo do agronegócio (LOPES, 1981; FAJARDO, 2008).

Dentro desse contexto, o Cerrado tornou-se estratégico na incorporação de novas áreas, tanto pela sua posição geográfica, como por suas características físico-ambientais, que propiciaram a expansão da produção agropecuária nos padrões da nova agricultura moderna, baseada no pacote tecnológico da Revolução Verde. A modernização da agricultura, aliada ao processo de expansão da fronteira agrícola no Cerrado, teve como fator característico a efetiva participação do Estado. Salim (1986) diz que:

[...] especificamente para áreas de cerrado, tem sido dada maior ênfase aos programas especiais, tornando-os o principal veículo de capitalização e tecnificação de sua agricultura. Utilizando-se desses instrumentos de ação, o Estado induz os produtores rurais a realizarem as ações esperadas, através das seguintes medidas: crédito rural orientado, assistência técnica seletiva, seguro contra riscos, incentivos fiscais etc. (SALIM, 1986, p. 308).

Podemos destacar o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba - PADAP; o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados - POLOCENTRO; e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados - PRODECER, como os principais programas que incentivam o desenvolvimento de novos modelos produtivos e de novas tecnologias para os Cerrados (SILVA, 2000; SALIM, 1986).

Baseado na execução de grandes projetos de colonização agrária direcionados às regiões Centro-Oeste e Norte, nos domínios do bioma Cerrado, esse modelo de desenvolvimento trouxe transformações no âmbito social e ambiental, resultando em diversos problemas como a migração de milhares de pequenos proprietários, parceiros, arrendatários e colonos para essas novas áreas de expansão da fronteira agrícola no país.

Pode-se citar o êxodo rural de pequenos posseiros, povos tradicionais e demais comunidades rurais para os centros urbanos mais industrializados, ou o encurralamento dessas comunidades tradicionais, reduzidas a limites territoriais mínimos, como consequência dos diversos conflitos, lutas e a perda de seus territórios de origem (ALVES; SOUZA; MARRA, 2011). Esse processo é ocasionado por um conjunto de práticas que subtrai direitos desses povos, sendo o Estado um aliado favorável aos agentes do agronegócio.

Segundo Alves (2005), a chegada dos sulistas em áreas de Cerrado, como no sul do Piauí e Maranhão, e no oeste da Bahia, estabeleceu novas dinâmicas econômicas e sociais. O

autor descreve que a implementação de políticas que incentivam a agricultura moderna nessas regiões, como a ampliação de linhas de crédito, a disposição de grandes extensões de terras devolutas, a estruturação da infraestrutura viária, de abastecimento de energia elétrica e acesso às telecomunicações, atraiu a instalação de grandes empresas de comercialização e processamento de soja, e desencadeou movimentos migratórios.

Nesse sentido, é o capital que “[...] define as estratégias e aciona os mecanismos necessários para sua mobilização” (ALVES, 2005, p.42). Ao final, esse processo de modernização termina por revelar-se excludente, ou precariamente inclusivo, pois as comunidades locais passam a ser vítimas do desemprego e de difíceis condições de manutenção, ao terem dissolvidos seus meios tradicionais de produção.

As bases do agronegócio no Cerrado se solidificaram com o alinhamento do Estado, atendendo a demandas e pressões políticas deste setor. A justificativa encontra-se na expansão do mercado, devido à estagnação produtiva de outras áreas do Brasil, almejando manter-se como fornecedor de mercadorias primárias. O discurso inclui alavancar o desenvolvimento econômico e social dessa região, porém esse modelo se dissemina espacialmente ignorando as consequências ambientais e sociais no âmbito cerradoeiro, por conta de terras baratas, condições de logística e instalação favorável.

3.1.2 Agronegócio e território das comunidades tradicionais no Cerrado

As mudanças ocorridas no campo brasileiro, particularmente nas últimas cinco décadas, consolidaram o agronegócio como forma de reprodução hegemônica no campo, tanto do ponto de vista técnico, quanto na disputa político-ideológica pelo modelo agrícola brasileiro. Esse modelo, consolidado no falso discurso da produção de alimentos, baseia-se na exploração intensiva dos recursos naturais e na desapropriação violenta de povos indígenas, populações tradicionais e pequenos agricultores

O agronegócio tem se territorializado com maior ou menor resistência em todo o país. No entanto, o Cerrado tem sido historicamente uma das principais áreas de teste para este modelo de cultivo. Desde a elaboração e a implementação do pacote tecnológico da Revolução Verde, até os experimentos com as novas biotecnologias de manipulação genética de sementes, esta área é vista e utilizada como um tabuleiro inerte para a produção de commodities, com a criação de um mercado fortemente monopolizado, controlado por poucas empresas (ALVES, 2015; OLIVEIRA, 2015).

As empresas do agronegócio operam sobre uma ampla gama de atividades direta ou indiretamente relacionadas à agricultura. No entanto, sua base está estruturada no mercado de sementes e agrotóxicos. Enquanto o controle de sementes ameaça as variedades desenvolvidas e o conhecimento histórico das populações tradicionais, os agrotóxicos têm sido uma arma química contra esses povos, envenenando as pessoas e o ambiente natural em que baseiam seu sustento e consolidam seus territórios (AUGUSTO *et al.*, 2012).

Com essas transformações, pode-se observar, a partir dos argumentos de Poletto (2017):

[...] Somando o que fizeram os povos andarilhos da claridade em seus doze mil anos de história, com o que fizeram os colonizadores “brancos” em seus trezentos anos de violência, saque e exploração, a ação humana não chegou nem perto do que foram capazes de fazer os empresários rurais nos últimos trinta anos. É isso mesmo: nos últimos trinta anos. Vejam o que aconteceu: em aproximadamente 11 mil e 970 anos, os seres humanos derrubaram e, às vezes, fizeram queimadas em 12% da cobertura vegetal do Cerrado; com a velocidade da implantação do agronegócio, a ganância humana conseguiu derrubar e queimar, em mais ou menos 30 anos, mais de 70% da vegetação do Cerrado – e, claro, junto com a vegetação, seja pela ação do fogo, seja pelo envenenamento que acompanhou a nova agricultura, também foram mortas e desapareceram muitas espécies de animais, aves, insetos, peixes e micro-organismos típicos do bioma (POLETTI, 2017, p. 64).

Com suas origens na mineração e na pecuária, o processo contemporâneo de ocupação transformou o estado do ambiente natural dos cerrados em um estado dominado por relações controladas por atores hegemônicos visando à reprodução do capital (CASTILHO; CHAVEIRO, 2010). O Cerrado se vê como produto da história social em movimento. Ou seja, está em constante transformação e tem um significado socioespacial que resulta do entrelaçamento de variáveis internas e externas. Estes últimos são economicamente motivados e hegemônicos. As variáveis internas são compostas por elementos locais (movimentos sociais e resistência) motivados por reações políticas que defendem o Cerrado como legado de vida. Tais variáveis configuram e desenharam o cerrado enquanto território.

Para Castilho e Keychain (2010, p. 45), o Cerrado como território “[...] torna-se um produto histórico a ser apropriado e contestado pelos atores sociais que o fazem por sua capacidade econômica, cultural, política, informacional e estratégica [...]”. Nesse sentido, a abordagem territorial permite identificar a lógica hegemônica implementada pelos atores que defendem a modernização, bem como os efeitos que derivam desse processo e as resistências e tradições que se opõem aos ditames dessa lógica.

Vale destacar que cerca da metade da vegetação original do domínio de Cerrado foi convertida em áreas dedicadas a monoculturas (principalmente soja, milho e algodão), plantios florestais homogêneos (pinheiros e eucaliptos) e pastagens, e as demais áreas estão bastante

afetadas, com apenas cerca de 20% da vegetação nativa relativamente intacta (BEUCHLE *et al.*, 2015). Além da alta biodiversidade, o Cerrado se destaca como uma área social e culturalmente diversa, com um longo histórico de ocupação por povos indígenas e tradicionais (NOGUEIRA, 2017).

É relevante destacar o papel do Estado, que, por meio de projetos e políticas públicas, criou oportunidades para a reprodução do capital no Cerrado. No passado recente, grandes áreas do Cerrado passaram por mudanças infraestruturais no curso da modernização (construção de ferrovias, rodovias, usinas hidrelétricas, urbanização). Depois, pela inserção da mecanização e insumos e créditos, também pelo aumento da ciência e da informação, período que Santos (2006) chama de técnico-científico-informacional. Segundo Pires (2000), os programas governamentais combinados com outros incentivos públicos, como políticas de concessão de crédito, preços mínimos e instalação de infraestrutura, contribuíram significativamente para uma nova configuração da área regional do Cerrado, resultando em mudanças sociais, econômicas e ambientais.

Em 2015, foi institucionalizado o MATOPIBA¹, pelo Plano de Desenvolvimento Agropecuário do MATOPIBA – PDA MATOPIBA, que tinha por finalidade promover e coordenar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico “sustentável” fundado nas atividades agrícolas e pecuárias e na “melhoria” da qualidade de vida da população que vivia na área de influência de efetivação desse projeto (BRASIL, 2015). Com a revogação deste plano pelo decreto nº 10.473 de 24 de agosto de 2020, a expressão passa a ser utilizada se referindo a uma parte da região de Cerrado que atualmente concentra as atividades agrícolas de monocultivo e uso intensivo de insumos.

Esses programas desenvolvimentistas possibilitaram a rápida ocupação de terras no Cerrado por parte do modelo exploratório baseado em atividades agropecuárias mercantis mecanizadas, o agronegócio. Para Chaveiro (2021), essas políticas repercutem numa dimensão territorial no espaço no qual elas são implementadas, que condicionaram a expansão do agronegócio à medida em que eram efetivadas e passaram a governar o uso do solo desse domínio, seja na construção de rodovias que permitam o escoamento da produção agrícola, seja na facilidade de acesso a financiamentos de projetos agrícolas.

Assim sendo, Eloy *et al.* (2017) dizem:

¹ Acrônimo formado pelas iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

No contexto da rápida expansão da agricultura industrial, as políticas ambientais e agrícolas no Cerrado têm se concentrado na modernização das práticas agrícolas visando aumentar a produtividade das lavouras e conter o desmatamento ilegal, enquanto muito pouco se sabe sobre o funcionamento dos sistemas agrícolas tradicionais e o manejo da agrobiodiversidade nesse bioma (ELOY *et al.*, 2017, p.131).

Além da compreensão do Cerrado enquanto bioma, é necessário o entendimento do Cerrado enquanto território. Chaveiro (2010) considera que o Cerrado, ao se consolidar como território, tem comprometido o seu caráter de bioma. Neste sentido, ao passo que a agricultura extensiva se territorializa como modelo dominante no campo, seu caráter governado pela lógica do capital passa a afugentar outros modos que destoam de seu escopo, como os modelos tradicionais que são reproduzidos entre os indígenas, os povos tradicionais quilombolas e as comunidades camponesas, que coexistem e resistem antagonicamente às territorialidades do capital no campo.

Enquanto o capitalismo opera para transformar a terra em artigo financeiro, o alimento em *commodities*, as populações tradicionais possuem sistemas produtivos vinculados ao saber local e numa relação particular com a natureza. Os povos cerradeiros alinham saberes socioculturais, modos de vida e as paisagens dos Cerrados, sendo que esse alinhamento se encontra em processo de ressignificação. Apesar das profundas mudanças agrícolas no Cerrado, nas últimas décadas muitas comunidades tradicionais desenvolveram e adaptaram sistemas agrícolas complexos e diversificados, baseados na agricultura migratória, pesca, coleta de produtos da biodiversidade, conhecimento e uso de espécies vegetais e gado de solta (NOGUEIRA, 2009).

Por isso, Little (2010) propõe uma ampla aplicação do conceito de conhecimento tradicional a partir de uma perspectiva étnica, compreendendo-o como todo conhecimento pertencente a povos indígenas, povos agroextrativistas, quilombolas, ribeirinhos e outros grupos sociais, e que são utilizados para suas atividades de produção e reprodução, em suas respectivas sociedades. Esse conhecimento se expressa em diferentes sistemas, cada um com sua coordenação cultural e ritual, que depende das pessoas ou grupos sociais em seus diferentes contextos históricos e biofísicos, construindo determinadas tecnologias e estabelecendo suas próprias tradições. É preciso entender que "o conhecimento local é uma ciência viva e que as comunidades tradicionais do Cerrado contribuem para uma ciência baseada na vida e na exploração dos recursos dentro de um território" (CUNHA, 1999, p. 156-157).

Eloy (2017, p. 159) sugere que:

As ações relacionadas à gestão desses sistemas não devem ser pautadas pela simples manutenção ou resgate de práticas tradicionais pelo simples fato de serem tradicionais; o que se defende é que essas práticas possam ser estudadas à luz da sustentabilidade e aprimoradas e disseminadas, inclusive para comunidades rurais não tradicionais.

Do ponto de vista social, o impacto da expansão da agricultura empresarial tem levado à expropriação territorial de comunidades locais (indígenas, agricultores familiares, quilombolas etc.) por empresas de capital nacional e internacional (SAUER; LEITE, 2012). Logo, fica claro que a expansão do agronegócio no Brasil não se trata apenas da proteção das práticas tradicionais e da diversidade agrícola associada, mas também de formas especiais de aumentar o conhecimento ecológico (agrícola) em determinadas áreas de produção. No entanto, vários fatores podem limitar a dinâmica de conservação da agrobiodiversidade: o acesso restrito à diversidade e às informações relacionadas, o abandono da atividade agrícola devido à perda de terras e ao êxodo rural, ou mesmo por conta de severas restrições ou mudanças ambientais (WOOD; LENNÉ, 1997).

O ritmo sem precedentes da expansão da agricultura industrial está ameaçando a diversidade agrícola e cultural no Brasil, mas o conhecimento agrícola tradicional também molda, em algum sentido, as fronteiras do agronegócio. Eles desenham espaços particularmente heterogêneos, onde os interstícios cultivados por comunidades indígenas, quilombolas e camponesas funcionam como ilhas de agrobiodiversidade e onde sistemas híbridos são constantemente inventados, com adaptações seletivas e experimentações com novidades. Longe de se opor à modernidade ou à economia de mercado, o conhecimento tradicional consiste em processos específicos de inovação. Este conhecimento é tributário das experiências e interações dos agricultores com o seu ambiente e no entorno, sendo o acesso e proteção das áreas onde estes processos ocorrem uma condição fundamental para o seu desenvolvimento (NUNES; SANTOS JÚNIOR; SAVIAN, 2020).

O modo de vida dos diferentes povos indígenas e comunidades tradicionais do cerrado formaram áreas sustentáveis que combinam a conservação do Cerrado com conhecimentos e práticas que transcendem gerações. Este antigo encontro entre culturas e gestão da paisagem resulta em uma diversidade de territórios. Esses diversos territórios persistem e se reinventam nos interstícios da brutal expansão da fronteira agrícola e mineira que já devastou mais da metade da cobertura dos Cerrados, alimentando conflitos por terra, violência e deslocamentos. De um total de 7.353 locais onde ocorreram conflitos fundiários rurais entre 2003 e 2018, 40,5% deles foram nos cerrados e suas zonas de transição. Diante desses conflitos, a luta pela terra tem sido contínua (AGUIAR; LOPES, 2020).

As grandes corporações capitalistas, sejam do agronegócio ou do hidronegócio, disputam partes do território para ampliar seus lucros e privatizar os recursos naturais, e disputam com populações tradicionais, incluindo quilombolas, indígenas e camponeses, sistemas de referências culturais, simbólicas, sociais e econômicas. É, assim, possível compreender que, embora ocupem a mesma parte do espaço, não competem pelo mesmo território porque o compreendem e se apropriam de formas diferentes (FERNANDES, 2008). O autor supracitado explica:

Uma classe não se realiza no território de outra classe. Por essa razão, os territórios do agronegócio e os territórios camponeses e indígenas são distintos. Os territórios do campesinato e os territórios do agronegócio são organizados de formas distintas, a partir de diferentes relações sociais (FERNANDES, 2008, p. 285).

Trata-se de uma compreensão cultural do território, reconhecendo-o como um espaço construído pela sociedade/natureza, e identificando territorialidades enraizadas em relações de poder não institucionalizadas, relações culturais, enfim, a materialidade em que a sociedade, de certa forma, expressa o tempo e espaço (CHAVEIRO, 2010).

Para Silva (2011), a chegada do agronegócio aos Cerrados talvez seja o fenômeno com maior potencial de mudança local e regional nessa área, pois estimula um intenso intercâmbio que desencadeia e sofre desestruturação, redimensionamento das condições de existência e referências simbólicas. Nessa perspectiva, ele observa que as mudanças na organização social da produção são claramente visíveis, pois a dificuldade de emprego impõe às realidades da população a necessidade de se adequar aos padrões de funcionamento do agronegócio. Explica que o processo de dependência do agronegócio gera desequilíbrios imediatos na identidade sociocultural, ou seja, no reconhecimento que os agricultores têm dos componentes do seu modo de vida, dos valores culturais que são identificados.

Achselrad, Mello e Bezerra (2012) referem-se à dinâmica de expansão do agronegócio sobre o território, ao pontuar que as terras tradicionalmente ocupadas pelas comunidades tradicionais são alvo dos interesses econômicos dessa estrutura. Esses povos se tornam objetos de investidas em atos de “deslegitimação”, sendo que, junto vem o esforço destinado a isolá-las das demais forças sociais. Isso resulta em conflitos, como Marques (2008) denomina sendo “processos de despossessão” e se instalam em diferentes níveis (local, regional, nacional, internacional), envolvendo diferentes tipos de agentes, como comunidades locais, grupos étnicos, ambientalistas, proprietários fundiários, grupos imobiliários, empresas do agronegócio e poder público.

Cleto (2015, p.14) alerta que “[...] as comunidades tradicionais brasileiras passaram a enfrentar novas áreas de imprevisibilidade, o que provocou transformações importantes na organização e no modo de vida das mesmas, colocando-as em situação de vulnerabilidade”. Souza e Chaveiro (2019) consideram que a perda do território tradicional para o agronegócio altera profundamente os hábitos e o cotidiano de povos tradicionais vulneráveis às consequências desse modelo produtivo. Os povos indígenas, as comunidades quilombolas e os assentados rurais vivem interferências em aspectos essenciais, inerentes à sua continuidade, como Souza e Barros (2019) exemplificam, na alimentação, na saúde, no sustento, nos saberes e na cultura.

Assim, fica evidente a dualidade entre os povos tradicionais e o agronegócio, a partir das perspectivas e valores que cada um distintamente possui, nas múltiplas formas de apropriação e uso dos recursos naturais. Para os primeiros, a terra representa a qualificação do espaço como lugar de vivência (hábitat), e para o segundo grupo, ela se permuta em lugar de negócio (mercadoria em si e base para a produção de outras mercadorias) como evoca Mazzetto (2005). Souza (2019, p. 183), destaca tal dicotomia para além do que essa questão é reduzida, no sentido de que “[...] as disputas pelo uso do solo não são disputas entre atividades, são contendas entre grupos sociais”.

3.1.3 Implicações ambientais e climáticas do agronegócio sobre o Cerrado

O Cerrado é conhecido por sua diversidade biológica e é considerado a savana mais rica do mundo. É também de grande importância do ponto de vista social e cultural, pois muitas populações tradicionais vivem em seu território e vivem de forma sustentável, com recursos naturais extraídos da terra. São modos de vida baseados num profundo conhecimento sobre essa biodiversidade. Por isso, permitem a perpetuação dessas comunidades sem destruir o meio ambiente e garantindo a conservação de espécies que fazem parte do patrimônio natural do Brasil. O Cerrado abrange cerca de 2 milhões de km², o que corresponde a um quarto do território nacional (BRASIL, 2017).

Esse bioma tem sofrido os efeitos da exploração e (re)ocupação de suas áreas com monoculturas, como no Triângulo Mineiro e no sudoeste goiano, no oeste da Bahia e sul do Maranhão, onde são produzidas *commodities*, principalmente cana-de-açúcar e soja. Existem extensas áreas ocupadas por essas usinas, a maioria das quais exporta matérias-primas e seus produtos para outros países, restando apenas o excedente de produção para o mercado interno brasileiro.

Segundo Delgado (2012), a implementação da modernização da agricultura conservadora no final do século XX, a partir de 2000, colaborou na construção das bases para a consolidação de um projeto hegemônico, o do agronegócio. O contexto político-econômico neoliberal da década de 1990 favoreceu a implantação do agronegócio como estratégia econômica, o que significou um intenso processo de monopolização do mercado de sementes e insumos agrícolas, especialmente agrotóxicos.

Uma das bases de apoio ao agronegócio é o uso intensivo de agrotóxicos. Os agrotóxicos ocupam posições contraditórias e complementares: por um lado, fazem parte da base de um modelo agrícola que visa ao lucro imediato e à criação de riqueza limitada a poucos em prol do “progresso”; por outro, fazem parte da lógica destrutiva moldada pela desigualdade e pela exploração, que desconsidera a diversidade socioecológica e a riqueza de culturas e conhecimentos produzidos historicamente pelas dinâmicas sociais (AUGUSTO *et al.*, 2012).

A construção discursiva-ideológica do agronegócio nos induz a pensar que esse é o modelo agrícola viável para nossa sociedade, no qual os agrotóxicos têm papel fundamental, a partir da narrativa do “mal necessário”. Para Bezerra (2009), esse discurso visa idealizar o agronegócio como um projeto que modernizou e avançou o meio rural brasileiro, enfatizando seu alardeado crescimento, tanto do Produto Interno Bruto (PIB) quanto da geração de empregos e renda. Também se vê como um projeto de fomento ao setor agropecuário que encabeça a economia brasileira.

O problema estrutural (concentração, superexploração, expropriação e exclusão) do agronegócio persiste (CAMACHO, 2012). O viés econômico e a mídia voltada para o aumento da produção, da riqueza e das novas tecnologias não podem esconder os efeitos negativos desse modelo hegemônico. Nesse sentido, destacamos o uso de agrotóxicos que causam sérios impactos socioambientais como intoxicações, doenças crônicas, problemas reprodutivos, redução da biodiversidade de nossos biomas, contaminação do solo, água e alimentos, entre outros (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Assim pode-se entender que a modernização da agricultura por meio da expansão do agronegócio causou e ainda causa inúmeros impactos negativos na sociedade e no meio ambiente. Em termos ambientais, esse processo produz: desmatamento, poluição e assoreamento dos recursos hídricos, poluição do ar e do solo, desertificação, erosão, redução da biodiversidade e mudanças climáticas. Esses impactos ambientais negativos são sentidos e vistos principalmente nos setores produtivos do agronegócio, onde a produtividade e o lucro são priorizados em detrimento de uma legítima sustentabilidade ambiental. A necessidade de sustentabilidade ambiental só surge quando se trata de sustentabilidade econômica. Desse

modo, à medida em que a agricultura moderna se territorializa no Cerrado e suprime seu caráter de bioma, altera seus componentes climáticos, hidrográficos, fitofisionômicos, geomorfológicos e pedológicos (CHAVEIRO, 2010).

As diferentes visões de desenvolvimento sobre o Cerrado, incluindo a reprodução hegemônica do agronegócio sobre o território, de um lado, e a luta em defesa desse bioma pelas comunidades tradicionais, do outro, resultam em uma série de riscos ambientais para as populações do campo que dependem desse lugar. Por conseguinte, surgem conflitos em decorrência de injustiças ambientais.

Diante do cenário futuro de acúmulo de danos ambientais e de suas possíveis consequências para a humanidade, as atividades econômicas, incluindo o agronegócio, precisam introduzir novas formas produtivas, que podem ser adotadas com base nos princípios, entre outros, do legítimo desenvolvimento sustentável e dos princípios do desenvolvimento ecológico. Segundo Montibeller Filho (1993), sua adoção se justifica porque o desenvolvimento sustentável visa à conservação da natureza e a satisfação das necessidades essenciais do homem, proporcionando justiça social, valorizando a diversidade cultural e mantendo a integridade ecológica. Mesmo o desenvolvimento ecológico baseia-se em um desenvolvimento capaz de garantir a melhoria da qualidade de vida da maior parte da população e o cuidado com a proteção ambiental, considerando as responsabilidades em relação às futuras gerações (MONTIBELLER FILHO, 1993).

Souza e Barros (2019) observam que a exploração do ambiente promovida a partir desse modelo hegemônico causa, em primeiro lugar, transformações na superfície terrestre. Em segundo, diz respeito à vulnerabilidade social dos povos tradicionais que são afetados diretamente por essa conjuntura de “[...] consolidação do agronegócio como principal via de exploração capitalista da natureza” (SOUZA, 2016, p. 130).

As transformações na superfície ocorrem por meio da substituição da vegetação nativa por lavouras comerciais, o que cria um rol de problemas ambientais. Essas transformações também podem afetar o clima, especialmente nas escalas inferiores (local, topoclimática e microclimática), pois contribuem para elevar a temperatura do ar, além de agravar disputas pela água e a sua contaminação por produtos agroquímicos, como exemplifica Souza (2016). Essas circunstâncias possibilitam, assim, discussões sobre as influências dessa atividade econômica sobre a ordem climática.

As formas de apropriação do homem sobre a paisagem produzem diversos impactos e são sentidos em maior ou menor proporção nos elementos que constituem a mesma. A TST

como um desses elementos sensíveis à relação entre o meio biofísico e antrópico, responde às mudanças de uso e cobertura da terra (SANTOS; FERREIRA JÚNIOR; FERREIRA, 2011).

Santos, Ferreira Júnior e Ferreira (2011), em análise sazonal da TST em bacias hidrográficas no Cerrado, utilizando dados orbitais com resolução espacial moderada de 1 km, perceberam que os maiores valores de TST nesse domínio coincidem espacialmente junto às bacias hidrográficas onde predominam atividades de pecuária e agricultura intensiva, e em locais com baixa taxa de vegetação remanescente, como o oeste da Bahia, oeste e sudeste de Goiás, oeste do Mato Grosso e região central do Tocantins. As médias termais também apresentaram maiores valores durante o período seco nessas bacias, influenciados pela sazonalidade climática. Já as menores médias termais de superfície foram em bacias mais antropizadas, em regiões urbanizadas e de ocupação consolidada, situadas na porção centro sul do bioma e que possui características climáticas mais amenas.

Desse modo, fica claro que o agronegócio implica uma dinâmica com profundos efeitos culturais e ecológicos, com base em uma ideia de “modernidade” que subjuga o modo de vida tradicional que ainda resiste aos processos de desterritorialização. Por isso, a título de conclusão dessa abordagem, concorda-se com Silva; Monteiro; Silva (2015), que constataram que a “dureza” do agronegócio no Brasil reúne uma forte competitividade de mercado com uma série de elementos negativos, que envolvem: significativa disparidade quanto à posse ou propriedade da terra, relações trabalhistas questionáveis, impactos sobre a manutenção das culturas locais e uso intensivo dos recursos naturais, capaz de gerar desequilíbrio ambiental, inclusive no plano climático.

3.2 A Comunidade Quilombola Morro de São João (CQMSJ)

3.2.1 Povos quilombolas: lutas, resistências e reconhecimento

Os processos de formação dos quilombos no Brasil não estiveram ligados unicamente como fruto da resistência escravizada ou de sua retirada dos domínios do latifúndio. Os denominados quilombos contemporâneos, as comunidades negras atuais, constituem grupos socialmente organizados que lutam em sua grande maioria pela posse de terras herdadas de seus antepassados (FIABANI, 2008).

Segundo a Secretaria da Administração do Estado do Tocantins (SECAD), existem 44 comunidades quilombolas certificadas pela Fundação Cultural Palmares (FCP) neste estado (TOCANTINS, 2018). Embora esse número seja reconhecido pelas associações, deve-se

ressaltar que o número de grupos negros em situações semelhantes de assentamento é ainda maior, pois esses registros podem ter sido atualizados. Além disso, o número de comunidades negras que ainda esperam alcançar seus direitos legais de reconhecimento cultural e territorial é elevado. Genericamente, Guimarães (2012) explica sobre as etapas do processo de regularização das comunidades reconhecidas como quilombola e a presença destas no Estado do Tocantins:

O autorreconhecimento é apenas o primeiro passo que eles devem passar, pois após a certificação do autorreconhecimento, eles ainda precisam passar por um longo processo de luta e aperfeiçoamento para regular seu país e território, uma luta que finalmente passa pelo Território-Quilombola. O processo de delimitação de terras quilombolas, iniciado pelo FCP com certificação e implementado pelo INCRA, segue um conjunto de requisitos para tratar da questão fundiária brasileira, país formado por grandes latifúndios, e continua até hoje, auxiliado por grandes grupos. No Tocantins, em 2011, seis das 29 comunidades quilombolas já haviam iniciado o processo de regularização de suas terras por meio da parceria firmada entre o INCRA e a Universidade Federal do Tocantins - UFT, para elaboração de Relatórios Técnicos de Identificação e Delimitação (RTID), a parceria visa delimitar as áreas quilombolas no Tocantins (GUIMARÃES, 2012, p. 39).

Em vista dos argumentos de Silva (2017, p. 8), o processo de regularização fundiária quilombola é lento, "pois até o final de 2016 apenas 152 territórios haviam sido titulados em favor de 294 comunidades e cerca de 15.910 famílias". Demonstra-se, assim, o marasmo do estado brasileiro para resolver essa questão, pois o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) tem a responsabilidade de regularizar essas terras, mas mostra despreparo para essa função e agrava a lentidão do processo de titulação das terras quilombolas. Até 2017, "[...] 1.692 processos administrativos foram instaurados, dos quais cerca de 85% sequer concluíram e publicaram o Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID) da área reivindicada" (SILVA, 2017, p.8).

Segundo Lifschitz (2011), até a metade do séc. XX no Brasil, cresceram o número de pesquisas voltadas para as comunidades quilombolas, inserindo-as nas discussões, tanto na construção teórica, quanto voltadas para políticas públicas. No entanto, o discurso ideológico nas décadas de 1960 e 1970, voltado ao incentivo à modernização industrial, passou a desprezar as comunidades tradicionais. Alguns estudos passaram a considerar que os padrões de reprodução desses povos eram ultrapassados e dificultavam a implantação de padrões modernos, reforçando a invisibilidade e desvalorizando o conhecimento local. Somente nas últimas décadas do século XX, é que as comunidades tradicionais retornam ao cenário político no que tange ao debate voltado para a criação de políticas públicas de reconstrução de

patrimônios culturais em prol de comunidades indígenas e de afrodescendentes (CLETO, 2015).

Um cuidado necessário é o de trabalhar o conceito de quilombo, com base na sua acepção atual e no sentido das próprias comunidades quilombolas, na tentativa de garantir o acesso à terra, considerando os ajustes de tamanho e as mais diversas conjunturas de apropriação territorial, para além do binômio resistência e fuga (SCHMITT; TURATTI; CARVALHO, 2002).

A identificação e o reconhecimento dos territórios quilombolas representa muito mais do que apenas um vislumbre do passado, que se cristaliza em fatos históricos que precisam ser reinterpretados e assumem uma nova dimensão. Como sugere Leite (2005, p.2), “inicia uma espécie de demanda ou uma nova agenda na política nacional: afrodescendentes, partidos políticos, acadêmicos e ativistas são solicitados a definir o que é o quilombo e quem são os quilombolas”.

Um relatório foi elaborado na 2ª Conferência Nacional da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), abordando a necessidade de reconhecimento da posse e regularização do território dos povos e comunidades tradicionais. Foi pontuado, conforme o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) (2015), que:

É necessário um olhar diferenciado para Povos e Comunidades Tradicionais, pois, de modo geral, estão localizados em áreas com infraestrutura precária. Existe parcela representativa desses grupos que ainda não possuem o registro. Sem a DAP², eles ficam alijados de políticas públicas importantes. Outra questão diz respeito à necessidade de adequar as políticas públicas às especificidades desses grupos. Os serviços de ATER também podem auxiliar na questão fundiária. Atualmente, a regularização dos territórios tradicionalmente ocupados é a principal bandeira dos Povos e Comunidades Tradicionais (MDA 2015, p. 35).

Fiabani (2008) explica que a dificuldade de muitos desses grupos étnico raciais em obter documentos que validariam a titulação de suas terras possibilitou inúmeras ações expropriatórias. A questão agrária se agrava mais ao passo que uma série de ações arbitrárias são executadas, como é o caso da grilagem e de outras formas irregulares de apropriação da terra. Essas são práticas têm marcado a história de perdas territoriais de comunidades quilombolas ao longo de todo o país.

² DAP - Declaração de Aptidão ao PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), que atualmente vem sendo substituído pelo Cadastro Nacional da Agricultura Familiar (CAF).

3.2.2 História, localização, luta pela legalização de territorialidade da CQMSJ

No grupo familiar do Quilombo Morro São João que ainda resiste ao tempo, a memória dos Quilombolas passada de forma oral é a principal evidência da existência de ancestrais Quilombolas nas áreas por eles mencionadas em suas histórias, vividas ou contadas por seus ancestrais foram narradas, fatos narrados, histórias, nomes de lugares, canções, danças, objetos e costumes foram demarcados.

A comunidade QMSJ situa-se na porção oeste do município de Santa Rosa do Tocantins e possui 113 habitantes em seu núcleo habitacional (Souza; Chaveiro, 2019). Segundo Cleto (2015, p. 24), pelos relatos dos moradores do Morro São João, o povoado "[...] existe há mais de 200 anos e foi fundado pelos descendentes do Sr. filho da escravizada Pelonha e o padre Bernardino de Sena Ferreira, então pároco da Diocese de Goiás Velho, distrito de Natividade, na época". O distrito de Morro São João, possui uma população predominantemente idosa (acima de 60 anos) cujo rendimento médio gira entorno das pensões rurais.

Antes de se tornar Quilombo, Morro São João era uma vila fundada por familiares de Victor Sena Ferreira. O nome de batismo da vila deveu-se à devoção do então progenitor Sena Ferreira a um santo e à presença de um morro próximo à vila que servia de referência para o local e esconderijo de negros fugidos da escravidão. Abentrot (2020) às origens das terras que compõe o território da CQMSJ são oriundas a partir de doação de terras de escravistas para trabalhadores escravizados para que cultivassem e naturalmente torna-se um lugar que reunissem afrodescendentes.

Tecnicamente, Ferreira e Andrade (2013) descrevem as origens do nome do bairro Quilombo de Santa Rosa:

O significado do nome Morro São João, classificado considerando tanto a motivação para o termo genérico quanto para o termo específico, como geomorfotopônimo (topônimos relacionados à forma topográfica, morro) e hagiopônimo (relacionado ao santo, São João) (FERREIRA; ANDRADE, 2013, p. 341).

Além disso, evidencia-se que a Associação Quilombola do Quilombo Morro São João foi criada oficialmente em 2007, um ano após a certificação do Quilombo permanece, conforme ata da reunião, registrada na República Federativa do Brasil sob o número 09.019.698/0001-61, com o título da entidade (nome fantasia) a sigla QUILOMBO/MSJ, com sede no próprio município. A associação tem um status de registro ativo, com indivíduos da comunidade sendo membros associados voluntários.

A partir de uma visão mais recente do estatuto municipal, foi feita uma classificação sobre quem realmente seria caracterizado como quilombola e, portanto, teria o direito de federar. Para se sócio, o integrante deve ter laços familiares com o fundador Victor de Sena Ferreira e estender essa ligação aos seus descendentes.

Dessa forma, o processo de territorialização da Comunidade de Morro São João foi baseado em fatos históricos marcantes que compõem a essência do lugar. Segundo Moreira (2009):

No que se refere a Comunidade de Morro São João, ao longo do tempo, quando o local se tornou residência de ex-escravos, o processo de reconstrução identitária se instalou e se desenvolveu até os dias atuais. Permanecer no mesmo lugar e estar conectado a um determinado país é uma das características da forma como os afrodescendentes falam sobre a região e sobre suas próprias vidas. Os atuais proprietários são, em sua maioria, descendentes da ex-escrava Dona Pelonha, fundadora da mesma aldeia e antiga proprietária da mesma terra. O tradicional (os costumes e tradições do Morro São João) é parte importante do que explica a transição da antiguidade para o presente, quando os afros falam sobre as perdas irreversíveis que ocorreram neste local, sobre as pessoas (MOREIRA, 2009, p. 20).

A questão de regularização fundiária da CQMSJ segundo Abentroth (2020) é complexa, em análise documental a autora que o território original da CQMSJ foi fracionado de forma arbitrária, a partir de transferências de títulos de posse pelo então Cartório de Natividade. Segundo o que relata, o filho mais velho de Victor Sena Ferreira herdou a sede da fazenda, que atualmente é o núcleo da comunidade, e o restante da terra foram fracionados entre os demais irmãos, por inventário ao todo reuni 10 herdeiros. A partir daí sua descendência passa a povoar todo o território original por meio da agricultura de subsistência e seus simbolismos culturais que remetem a sua ancestralidade africana, como a dança e a capoeira.

Após pesquisa documental em dados fornecidos por cartórios de registro de imóvel, registros paroquiais, análise do conteúdo em processos junto ao INCRA e depoimentos dos indivíduos pertencentes a CQMSJ, Abentroth (2020) chega a verificação de um recorte que compunham o território originário, compostos pelas fazendas Roma, Morro São João, Pedregulho ou Gorgulho, São Felipe, Barreira das Catas e a Fazenda Santa Rosa.

Ao passar o tempo, as perdas das terras originárias se deram por transferência de posse e vendas arbitrárias. Em decorrência disso, ocorre o afastamento de remanescentes de suas origens e grau de parentesco, causando evasão e esvaziamento dessas terras. As consequências atuais que a comunidade enfrenta juntamente com a dificuldade em legalizar seu território, são da ordem de direitos básicos, como acesso a serviços públicos como educação, saúde e infraestrutura, no qual são incluídos precariamente.

As pesquisadoras Abentroth (2020) e Cleto (2015) destacam que antes de pertencer a escrava Pelonha e Victor de Sena Ferreira, já havia no território onde era a fazenda Roma era moldado pelo viés econômico, considerada uma sesmaria, havia uma economia que explorava o território a partir da produção de cana, criação de gado, exploração de minério e da mão de obra escrava. Depois as gerações que se seguem, passam a relacionar-se com o ambiente reformulando a propriedade à práticas quilombolas. Assim, o “[...] vínculo dos moradores com a terra onde moram compõe sua identidade e traduz a trajetória assinalada por marcos, limites, percursos dos antepassados, divergências internas e relações entre si e com os outros” (ABENTROTH, 2020, p. 50).

O sentido de território para as comunidades tradicionais, ultrapassa os limites de “[...] espacialidade humana na materialidade do território com a interação sociedade-natureza para sua dimensão simbólica, principalmente no estudo das sociedades ditas tradicionais” (COSTA, 2020, p.36-37). Dessa forma, o conceito de território passa a ser qualificado como lugar de vivência e reprodução de saberes para os povos tradicionais, como Abentroth, (2020, p. 14) bem descreve, “[...] a terra, na dimensão do território, é bem mais que um simples ‘pedaço de chão’, mas é reconhecida como pertencimento, ancestralidade, objeto de clã familiar, capaz de despertar lembranças, memórias e sentimentos de afetividade”.

O olhar lançado acima das disputas por território, entre os diferentes grupos sociais no campo, permite o acesso a grandezas de problemas maiores. Souza e Chaveiro (2019, p. 3) observam que há apoio estabelecido entre Estado e agentes vinculados ao agronegócio, mediante financiamento e desregulação, “[...] ao dispor da terra pela via da estratégia economicista – e gerar problemas ambientais face ao modo pelo qual a terra é usada – desdobra-se na injustiça ambiental consoante a injustiça social “.

Considerando as inferências desse modelo de dominação do espaço, no estado do Tocantins, a expansão do agronegócio se faz a partir “[...] do preço barato das terras; do incentivo das esferas federal e estadual; e do discurso ideológico de que a expansão do setor será a alavanca do desenvolvimento econômico e social das áreas em que se instala” (LIMA, 2015, p.4).

À luz deste estudo, percebe-se que, diante da complexidade das informações que estão sendo processadas, é difícil chegar a uma conclusão mais efetiva da história sobre a legalização da formação do território Quilombo Morro São João. Segundo Carvalho (2018):

Com muita dificuldade começamos a vislumbrar historicamente alguns sinais, ainda cartograficamente e juridicamente a confirmar, das terras que formarão o território/real a ser demarcado por reivindicação dos quilombolas do Morro São João,

possivelmente formado por quatro grandes propriedades conhecidas nominalmente por fazenda Roma, fazenda São Felipe, fazenda Barreiro das Catas e fazenda Santa Rosa (CARVALHO, 2018, p. 13).

Vale dizer que o distrito representa um sistema habitacional aparentemente conservador, mas integrado ao processo de mudança do sistema de desenvolvimento urbano, interposto por interesses sociais de melhoria da qualidade de vida, em contraste com referências culturais, mas em parte necessário para a continuidade da existência da comunidade no local, território de sua origem. Desse modo a comunidade QMSJ corresponde ao que o autor Lifschitz (p. 155, 2011) compreende como uma neocomunidade, por envolver “[...] processos de reconstrução simbólica que colocam em pauta a delimitação de suas fronteiras, através da ressignificação e da seleção de símbolos do passado” vinculados a um contexto de transformações efetuadas por grupos hegemônicos dentro do modo de produção vigente.

Conforme Lira e Ribeiro Neto (2016, p. 40), esses quilombolas são sujeitos sociais ainda considerados camponeses na medida em que se reproduzem por meio de valores definidos pelo trinômio: terra, trabalho e família, ou seja, são áreas de terra. e assim a reprodução social da família é alcançada.

Segundo Fiabani (2011) mostra:

[...] na maioria das comunidades há problemas de terra, particularmente apropriação de terras griladas, terras invadidas etc. Os problemas de terra surgiram quando agricultores, grileiros e outros meios ilegais usaram para expropriar terras das comunidades. Havia uma cultura em que a terra era usada para produzir alimentos, criar alguns animais, colher lenha, frutas silvestres etc. No início, os agricultores negros dependiam muito da terra para sobreviver sem se importar com a documentação. Algum tempo depois, as comunidades muitas vezes enfrentaram atos de expropriação. Atualmente, eles exigem que o Estado cumpra a lei. A terra das comunidades negras também é reconhecida como patrimônio cultural e étnico (FIABANI, 2011, p. 161).

Desde a promulgação da Constituição de 1988, mais especificamente o artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT) descrito por Tavares e Almeida (2013, p. 216), foi estabelecido: "para os remanescentes das comunidades quilombolas ocupando sua Terra final a propriedade é reconhecida e o estado deve emitir os títulos apropriados", na época foram elaboradas diretrizes públicas para a regularização das áreas quilombolas.

A despeito de tantas dificuldades na retórica e aspereza da história fundadora da Comunidade Quilombola Morro São João, ano após ano ela persiste com uma resistência renovada para manter seus costumes, festividades religiosas, originalidade cultural e

permanência no país e na paisagem, o que torna esta comunidade tão especial e fascinante pelo estudo e conhecimento da sua história.

Fica evidente, portanto, que a questão da delimitação de terras no Brasil, seja para populações tradicionais ou para fins de proteção ambiental e a reforma agrária, embora entre os argumentos díspares, uma questão contenciosa, sujeita a disputas e vacilações, subordinada ao jogo de forças políticas e representações, os interesses contingentes dos grupos que controlam o Estado, e ainda o apetite por recursos naturais da nação e grupos privados internacionais e nacionais.

Conforme as elucidações de Treccanni (2006):

A formação de territórios étnicos, disseminados por todo o Brasil, se inicialmente um fator de segregação social, possibilitou o fortalecimento dos mecanismos de defesa da identidade cultural. Portanto, o reconhecimento do domínio desses territórios é muito mais do que a implementação de uma política fundiária, uma vez que se tornou um elemento de salvação da cultura afro-brasileira e levou a uma nova cartografia social da matriz étnica, baseada na ascendência negra em conexão com a resistência à opressão histórica sofrida. A pesquisa histórica mostrou que, enquanto os escravos eram libertados lenta e gradualmente, a legislação lhes negava o acesso à terra, pois a ocupação era considerada crime. Infelizmente, para os negros e para o Brasil, o sonho da princesa Isabel de dar terras aos escravos não se concretizou no momento de sua libertação. Hoje, ao emitir o título de reconhecimento de domínio, o Estado brasileiro não apenas resolve uma dívida histórica, mas também resgata elementos fundamentais de um dos grupos sociais que construíram a identidade nacional. Devido a esta, luta das comunidades remanescentes de quilombo por seus territórios pode ser apontada como o maior fato jurídico dos últimos quinze anos no campo brasileiro, pois esta mobilização política emerge num contexto no qual os negros resistem às medidas administrativas e políticas de negação de seus direitos (TRECCANNI, 2006, p.1-2).

Este trecho de Treccanni (2006), torna lucido o quão importante é o reconhecimento para todo um povo que precisa conhecer (novamente) os motivos óbvios pelos quais eles têm que lutar para alcançar seus objetivos, motivos pelos quais eles buscavam. Há muito para seus ancestrais: o sonho da liberdade. Ao falar de liberdade, refere-se ao direito inato de ir e vir, fazer o que for considerado viável para sua comunidade, respeitar sua cultura e, claro, com as terras herdadas por direito, sem que isso seja considerado crime. para o Federal/Estadual/Municipal.

A composição da territorialidade quilombola como fator fundador de uma identidade coletiva autônoma é coerente com a mudança de paradigma referida pelo autor, uma vez que a luta pelo direito ao território manifesta a primordialidade de atestar a comunidade, seus próprios parâmetros de sociabilidade para determinar, de acordo com as normas de produção e reprodução dos grupos ditadas por suas referências étnicas.

É incontestável que as progressões registradas se devem aos movimentos da sociedade civil organizada e sua capacidade de pressionar o Estado para que defenda suas reivindicações. No entanto, pode-se observar que várias etapas foram alcançadas, principalmente na área de reconhecimento dos direitos das populações quilombolas, mas ainda há um longo caminho a percorrer para traduzir esse reconhecimento em direitos efetivos.

4 METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico, conforme observado no capítulo anterior, filiou-se às temáticas da modernização da agricultura, do agronegócio, de suas implicações ambientais e climáticas e também sobre a questão quilombola no Brasil. Tal fundamentação teórica é um passo que antecede o enfoque empírico sobre os objetivos da pesquisa, pois emoldura e ampara toda a discussão da dissertação, estabelecendo o viés pelo qual o tema foi abordado e os resultados interpretados. Buscou-se, ao realizar essa leitura teórica, focalizar de modo conjunto os aspectos territoriais e ambientais no âmbito das relações sociedade-natureza, campo de estudo da presente pesquisa. Especificamente sobre trabalhos precursores a este estudo junto à CQMSJ e à problemática que a envolve e tangencia, teve-se como base as pesquisas de Carvalho (2011), Oliveira (2015), Cleto (2015), Souza (2016), Souza e Chaveiro (2019), e mais recentemente Abentroth (2020) e Pires (2017).

Os procedimentos metodológicos desenvolvidos para atingir os objetivos que contemplam o estudo de caso, basearam-se em abordagens provenientes do campo de conhecimento em Climatologia e em Geotecnologias. Em linhas gerais, se dividiram na definição do local e período de análise do estudo, para estabelecer o recorte espacial e temporal. Em seguida, na obtenção de dados meteorológicos oficiais e por coletas em campo de temperatura do ar (TA), destinados à análise climatológica, momento que busca relacionar o tipo de cobertura da terra e sua relação nos resultados de TA. Por último, na obtenção de imagens de satélite com finalidade de estimar a temperatura de superfície (TST) e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) da área estudada, para representação de dados climáticos e a situação da vegetação presente, o intuito de estabelecer correlações em microescala das condições ambientais que repercutem no clima entorno da CQMSJ e seu território.

A análise quantitativa dos dados se deu por meio de sua representação gráfica e cartográfica e parâmetros da estatística descritiva para geração de tabelas e gráficos, demonstrativos que serviram como base para a análise qualitativa dos resultados ao considerar possíveis relações entre a intensificação do agronegócio e as mudanças ambientais no território quilombola, com ênfase nas alterações no uso da terra, das temperaturas de superfície e nos aspectos microclimáticos.

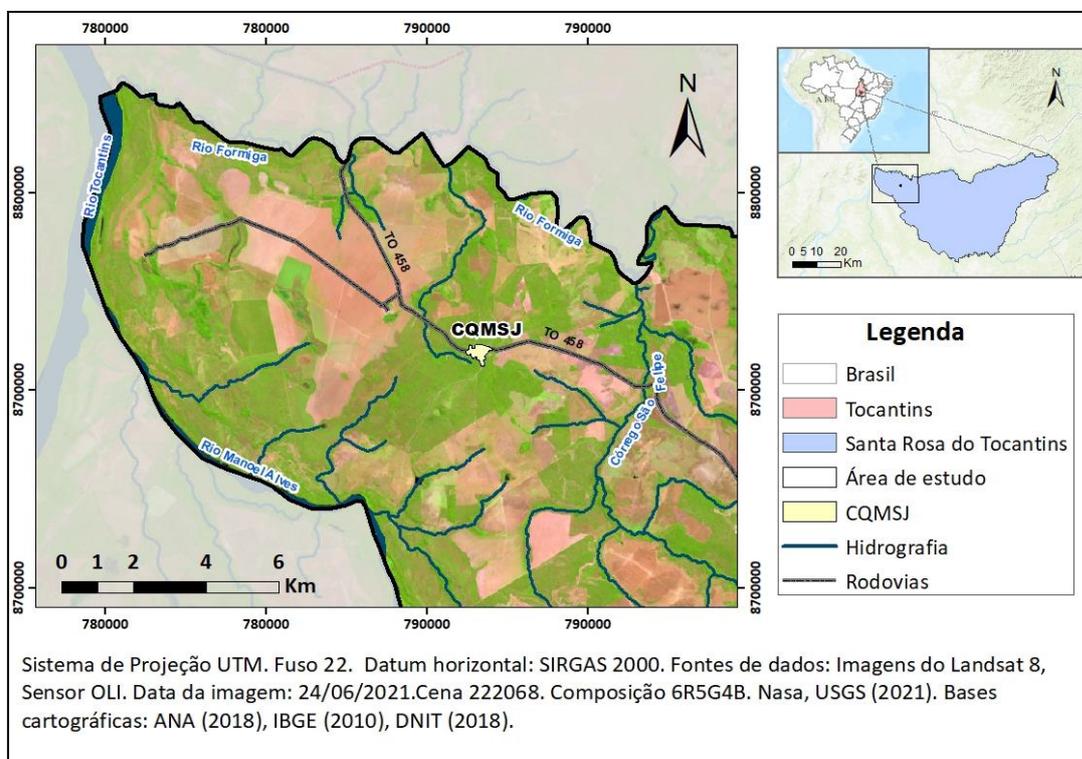
4.1 Caracterização da área de estudo

O território da CQMSJ faz parte do município de Santa Rosa do Tocantins, cuja a sede se encontra a 310 metros de altitude, na latitude 11°26'56" sul e longitude 48°07'14" oeste. Embora sua abrangência ainda esteja em processo de demarcação, conforme a vontade dos moradores da CQMSJ o território reivindicado para regularização fundiária está situado na parte oeste do município, entre os limiares dos rios Tocantins, Manuel Alves e Formiga, além do córrego São Felipe. Deste modo, a conformação de fatores ambientais no entorno da CQMSJ faz com que essa região condicione a junção da bacia hidrográfica do rio Tocantins e de sub-bacias como o rio Manuel Alves e seus afluentes.

O rio Formiga, afluente do rio Tocantins, possui uma bacia com extensão de 96,5 km, e abrange uma área territorial de 1.801,93 Km², cuja maior parte se encontra dentro do município de Santa Rosa do Tocantins (995,45 Km²), e inclui o córrego São Felipe (LEITE; ROSA, 2013).

Ao centro dessa área se encontra o pequeno núcleo habitacional do povoado, em que vive a maior parte dos componentes que formam a comunidade, como o demonstrado no Mapa de localização da área de estudo (Figura 1).

Figura 1- Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

A área do território e arredores do Quilombo Morro de São João, em termos de vegetação, está inserida no domínio Cerrado. Quando se considera o uso e cobertura da terra no ano de 2017, a parte oeste do município Santa Rosa do Tocantins possui algo em torno de 50,11% de áreas compostas por vegetação nativa de cerrado, enquanto que 47,73% equivale às áreas antrópicas agrícolas, conforme dados obtidos por Souza e Chaveiro (2019).

O município ainda não possui histórico de dados meteorológicos consistentes para se permitir a caracterização do clima local de forma direta. A instalação da primeira estação oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para coletas automáticas de dados foi em agosto de 2015.

Assim, preliminarmente, recorre-se aos estudos de clima tocantinense a partir da Climatologia tradicional com perspectiva analítico-separativa, como exemplo pesquisas feitas por Tocantins (1997) e Tocantins (2020) e contempla também a abordagem genética e dinâmica do clima local que trazem uma compreensão dos tipos de tempo e ritmos climático atuantes no estado onde está localizado o município, por meio de autores como Souza (2016), Nascimento e Novaes (2020).

De um modo geral, de acordo com a Secretaria do Planejamento e Orçamento do Tocantins (SEPLAN- TO), a classificação climática de Köppen- Geiger para o clima do Tocantins é o tipo Aw – Tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno, sendo o mês mais chuvoso janeiro e o mais seco agosto (TOCANTINS, 1997).

Segundo os levantamentos observados por Souza (2016), devido à centralidade do Tocantins no território nacional, o clima do estado sofre influências de variados sistemas atmosféricos. Na parte central e sul do estado, onde se localiza a área de estudo, o principal sistema atuante sob influência é da Massa Tropical Atlântica (mTa). À medida que se aproxima para o norte do estado, há uma transição gradual, passando a predominar a Massa Equatorial Atlântica (mEa).

O regime sazonal das chuvas, concentradas entre outubro e março, corresponde às estações primavera-verão. Na porção sul do estado, a média acumulada de chuvas anuais são de 1300 a 1500mm. O sistema de massas de ar que mais atua para a gênese de chuvas no TO é a Massa Tropical Atlântica (mTa). A Massa Equatorial Continental (mEc) e a Massa Equatorial Atlântica (mEa) também contribuem para formá-las, atuando especialmente no período de primavera-verão. (PINTO, 2013).

Conforme a definição de escalas do clima proposta por Ribeiro (1993), a escala microclimática foi a que melhor se adequou à pesquisa, levando em consideração sua abrangência espacial e temporal. Nessa escala, as condições da superfície terrestre influenciam no balanço de radiação e de energia local, pois a depender do tipo de cobertura da terra, funcionam como barreiras que impedem a chegada de radiação solar no solo e, portanto, haverá interferência em processos físicos que estão associados à temperatura do ar e do solo, variáveis que foram analisadas desse estudo a partir do tipo de cobertura sobre o recorte espacial (PEREIRA; SENTELHAS; ANGELOCCI, 2002).

Para o entendimento de como as mudanças na superfície do território quilombola repercutiram sobre o microclima no território nas últimas décadas, a metodologia de pesquisa lançou mão das técnicas de análise que a Climatologia e as geotecnologias disponibilizam, por meio da coleta de dados primários em campo, vinculados ao tratamento de imagens orbitais e aos dados secundários tomados a partir de estações meteorológicas próxima ao local de estudo.

4.2 Procedimentos Metodológicos

Nesse estudo, utiliza-se a estimativa de dois parâmetros importantes para estudos ambientais, a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) e o Índice por Diferença Normalizada (NDVI), utilizando as técnicas de sensoriamento remoto para manipulação de imagens de satélite da série Landsat.

Os dados de temperatura do ar (TA) foram coletados em campo a partir de duas técnicas frequentemente utilizadas na Climatologia Geográfica, principalmente em estudos de clima urbano, são elas: a coleta de dados por meio da instalação de leitores (datallogger) em pontos fixos, e por transecto móvel fazendo registros de dados ao longo de um trecho pré-determinado.

4.2.1 Dados de TA coletado a partir de transecto móvel

Uma base de dados importantes coletados em campo e que foi incorporada ao estudo foi formada por dados de temperatura do ar coletados por meio de transecto móvel entre os anos de 2019 e 2020. Esse banco de dados foi obtido pelo desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado “Implicações ambientais do Agronegócio sobre comunidades do Cerrado tocantinense” vinculado ao Laboratório de Análises Geoambientais (LGA/UFT) do Curso de Geografia, Campus de Porto Nacional, cadastrado no GPU/UFT sob o nº2790, em um contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), desenvolvido por Castro

(2020), portanto, recorre-se a esses dados como mais um elemento para compreensão do tema investigado.

Comumente utilizado em estudos de clima urbano, o método do transecto móvel é considerado de simples aplicação e de baixo custo. Pesquisas ambientais a partir dessa ferramenta podem auxiliar no planejamento de estratégias de gestão urbana e também no meio rural.

As medições móveis são executadas em percursos a pé, de bicicleta ou por veículos automotores, coletando dados climáticos como temperatura e umidade do ar. No meio urbano, é sensível às diferenças dos elementos climáticos ao longo das ocupações e da cobertura do solo. Valim Júnior e Santos (2020) observam o empirismo predominante na aplicação desse método e recomendam algumas práticas com o objetivo de padronizar os procedimentos para transectos móveis. São elas:

[...] a velocidade deve variar entre 20 e 30 km/h quando realizada em veículos ou motocicletas, os horários às 00 h, 06 h, 12 h e 18 h GMT (Greenwich Meridian Time); o tempo gasto entre a medida do ponto inicial e do ponto final do itinerário não ultrapasse uma hora; os sensores e abrigos devem estar instalados e ligados aproximadamente 10 minutos antes do horário de início (VALIM JÚNIOR; SANTOS, 2020, p.425).

Os autores supracitados defendem que a ausência de padronização dificulta a reprodução e comparações científicas entre os resultados das pesquisas, por outro lado, o uso dessa técnica padronizada é fundamental para a qualidade de pesquisas com aplicação em diversos campos de estudo em análises do microclima, na agrometeorologia e na micrometeorologia, por exemplo. Assim, o emprego criterioso da metodologia do transecto móvel constitui uma ferramenta extraordinária nas questões de aprofundamento dos estudos da climatologia e criação de estratégias para solução de problemas ligados ao planejamento urbano e ambiental.

O transecto móvel empregado para a coleta dos dados foi realizado com um termohigrômetro da marca Instrutherm, modelo HT-210, protegido por um mini-abrigo de PVC recoberto com folha de alumínio e fixado na lateral de um automóvel por meio de distanciador de 1 metro de comprimento, a uma altura aproximada de 1,5 metros do solo (padrão em estações climatológicas) (Figura 2).

Figura 2- Equipamento utilizado na coleta de dados.



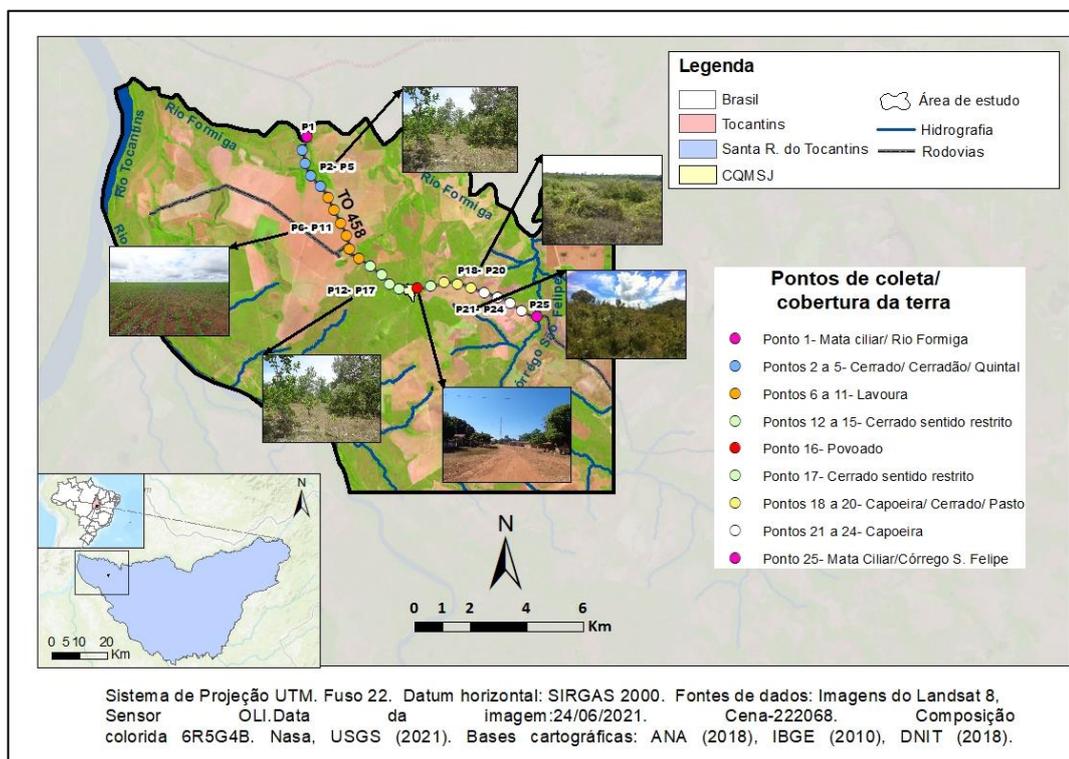
Fonte: CASTRO (2020).

Os períodos das coletas de dados foram no final de cada estação (11/09/2019 - final de inverno, 19/12/2019 - final de primavera, 14/03/2020 - final de verão, e 19/06/2020 - final de outono), seguindo os horários padronizados de observação meteorológica: 9h (12h UTC), 15h (18h UTC) e 21h (00h UTC). A coleta se deu numa extensão espacial de 12 km, em paradas a cada 500 m, totalizando 25 pontos ao longo da estrada TO 458, rodovia estadual que cruza boa parte da área estudada e transpassa a área do povoado, núcleo habitacional da CQMSJ. Pretendeu-se analisar a variação de temperatura do ar existente em função de um trajeto caracterizado por diferentes tipos de uso e cobertura da terra, assim como mostra o mapa de localização dos pontos dentro da área de estudo (Figura 3 3).

A duração do percurso total levava em torno de 40 minutos para ser completado. Esse tempo decorrido depois do horário inicial de partida foi levado em consideração na análise dos valores registrados de temperatura do ar ao longo do traçado.

Conforme o mapa com a localização dos pontos de coleta ao longo desse trajeto (Figura 3), há indicação do uso e ocupação da terra entorno de cada ponto coletado, demonstrado no banco de dados vinculado ao mesmo projeto mencionado anteriormente. Para esse estudo, subdividiu-se o trecho completo em subtrechos, mediante a natureza e as similaridades dos diferentes tipos de vegetação que compõem as diferentes paisagens e fitofisionomias que foram identificadas nos trabalhos de campo. Além do aspecto vegetativo em alguns pontos, foram observadas outras características físicas particulares do entorno como presença de rio, solo exposto, área de plantio, presença de habitações e altitude.

Figura 3- Pontos de coleta por transecto móvel ao longo da Rodovia TO- 458.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Isso buscou facilitar uma melhor relação entre características semelhantes entre as formações de paisagens e os resultados da coleta em campo.

Mediante essas proposições, convencionou-se a existência de seis subtrechos que compõem o trecho total percorrido, explicados seus pormenores a seguir.

4.2.1.1 Caracterização por subtrechos ao longo do transecto dos pontos de coleta de TA

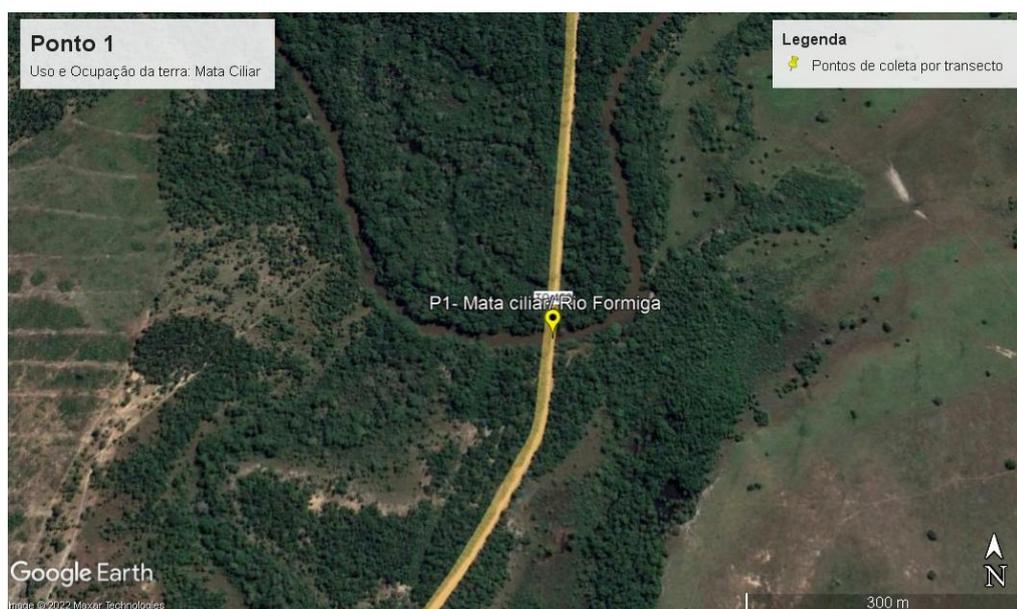
A área de estudo se encontra dentro do domínio de Cerrado. Para Ab'Saber (2003), o Cerrado é um conjunto paisagístico que se dá pela complexa combinação de fatores físicos, ecológicos e bióticos, que na aparência, relativamente homogênea, se estende a grandes espaços, proporcionando uma repetição de paisagens – cerrados, cerradões, campos e demais tipos. Ross (2003), define o domínio de Cerrado como floresta-ecótono-campo, sendo que o conceito de ecótono tem o sentido menos rígido do que as classificações fisionômicas e florísticas, referindo-se ao mosaico cerrado.

Por meio de recortes trecho a trecho de imagens do *Google Earth* demonstradas a seguir, ressalta-se a variabilidade do uso e cobertura da terra verificadas ao longo do traçado de coleta (TO- 458). A cobertura, quando não ocupada por monocultivo, pastagens ou capoeira, se configura em complexos próprios das fitofisionomias savânicas, pertencentes ao mosaico Cerrado.

Na coleta de dados de temperatura do ar foi dada a importância de demonstrar os tipos de vegetação potencial que circundava cada ponto de coleta de temperatura do ar ao longo da rodovia estadual TO 458. A vegetação é um fator primordial a se considerar na análise de paisagens (LEITE, 2011). Ao longo do trecho estão presentes locais com formações florestais como mata ciliar e cerradão, subtrechos de cerrado sentido restrito ou cerrado típico, oriundas, respectivamente de formações savânicas e campestres, também há a presença de quintais em alguns trechos, locais com árvores plantadas. Com isso, a medida em que transita por todo o trecho, há subtrechos que possuem paisagens em que há apenas um tipo de vegetação, e outras que apresentam combinações de diferentes fitofisionomias entre si.

No início do trecho, o 1º ponto da coleta de temperatura do ar, localizado na latitude $11^{\circ}16'44''\text{S}$ e longitude $48^{\circ}23'27''\text{W}$, possui a menor altitude de todo o trajeto, 225 m, seu entorno é caracterizado pela vegetação de mata ciliar (Figura 4) e água. Sua posição coincide sobre a ponte do Rio Formiga, a presença de mata ciliar está às margens desse rio.

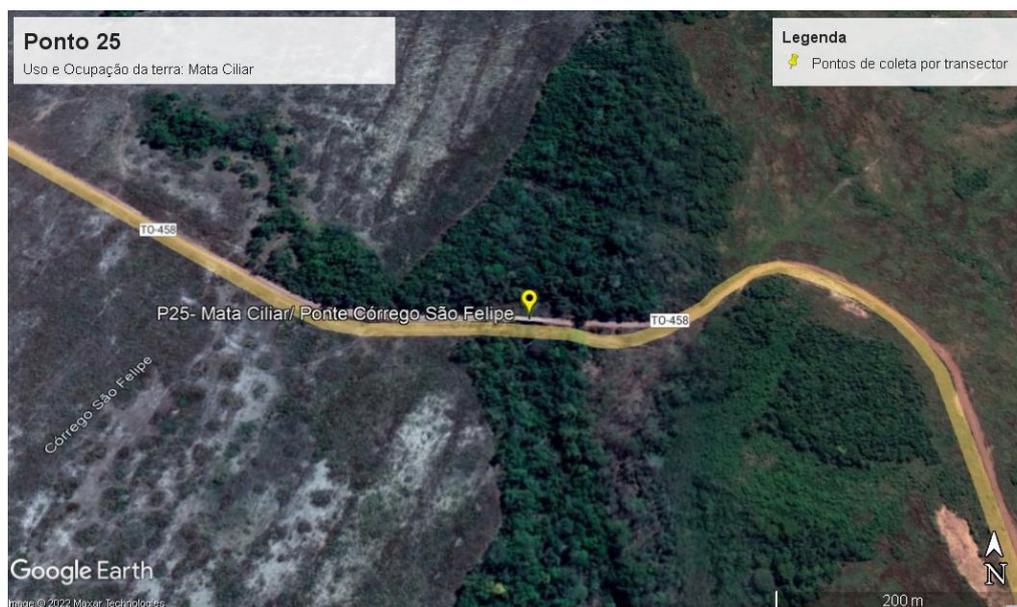
Figura 4- Entorno do ponto 1.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pela autora (2022).

O último ponto do transecto, o 25º ponto, assim como o primeiro, também está inserido numa área cujo em torno representa um extrato de vegetação nativa de mata ciliar (Figura 5), e sobre a ponte de outro curso d'água, neste caso menor, o Córrego São Felipe a uma altitude aproximada de 230 m, situa-se na latitude $11^{\circ}20'11''\text{S}$ e longitude $48^{\circ}18'55''\text{W}$.

Figura 5- Entorno do ponto 25.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pela autora (2022).

Para o 1º e o 25º ponto de coleta, embora estejam situados nas extremidades do trecho principal, os resultados de temperatura do ar podem ser analisados sob perspectivas semelhantes, por ambos estão situados em áreas com a mesma natureza em seus aspectos vegetacionais.

A mata ciliar é um tipo de vegetação própria de formações florestais no domínio de Cerrado, que se identifica pela predominância de espécies arbóreas com dossel contínuo e distintos graus de caducifólias na estação seca, estão presentes nas bordas de cursos d'água (RIBEIRO; WALTER, 1998). Esta formação, apesar de representar pequena porção do cerrado, destaca-se pela sua riqueza, diversidade genética e pelo seu papel na proteção dos recursos hídricos, edáficos, fauna silvestre e aquática. Mesmo com a utilização antrópica, “[...] estas áreas mantêm remanescentes florestais que continuam cumprindo o seu papel estabilizador da paisagem, são áreas não modificadas ou debilmente modificadas” (LEITE, p. 194, 2011).

Para Silva *et al.* (2011), superfícies de cores claras, lisas e secas apresentam maiores taxas de albedos (%), enquanto que superfícies ásperas e escuras taxas menores. Desse modo, a presença de vegetação e sua estrutura, fatores como a composição estratificada das folhas, a presença de sub-bosque e a umidade do solo também contribuem para a diminuição do albedo de superfície (LEITÃO; OLIVEIRA, 2000; BIUDES *et al.*, 2014). Áreas nativas influenciam os elementos climáticos como temperatura e umidade, alterando as condições microclimáticas, a biomassa das matas ciliares tem alta capacidade de absorver a radiação solar, que passa a ser

utilizada na evapotranspiração e diminui os índices de albedo (BIUDES *et al.*, 2014; FAUSTO *et al.*, 2016).

Ao subdividir o transecto em subtrechos, entre o primeiro e último ponto de coleta, mediante suas similaridades paisagísticas de uso e cobertura do solo do entorno, e em conformidade aos demonstrado nos procedimentos metodológicos, tem-se a intenção de facilitar a compreensão e a análise dos dados coletados.

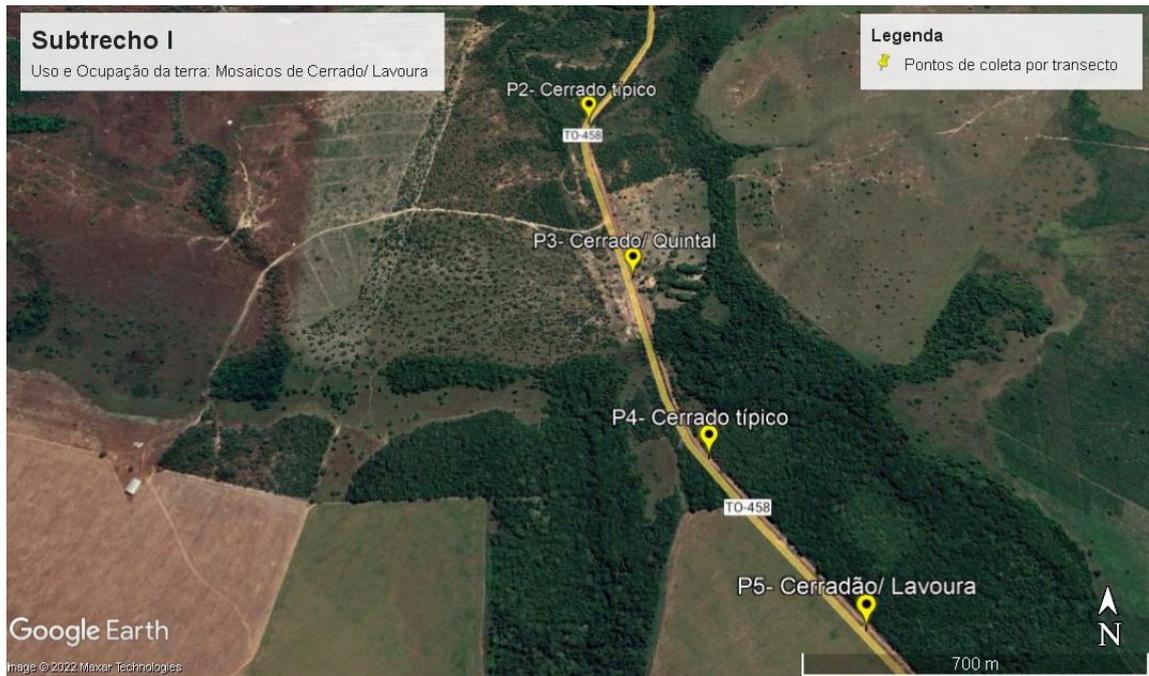
Convencionou-se como *Subtrecho I*, os pontos de coleta 2, 3, 4 e 5, no qual estão inseridos em uma área onde há o predomínio da vegetação de cerrado típico, combinando-se a quintal no ponto 3 e cerradão no ponto 5. O referido quintal, já modificado pela ação humana, apresentou cobertura variada e até mesmo solo exposto, na ocorrência de vegetação ela pode se apresentar rala, em processo de reconstituição, devido ao eventual uso e ocupação do terreno, e até mesmo árvores frutíferas que foram plantadas e cultivadas, além da presença de habitação, neste exemplo.

O cerrado típico origina-se de subdivisões do Cerrado Sentido Restrito, apresenta um conjunto de plantas lenhosas de estrutura semelhantes, raquíticas, com ramificações tortuosas e irregulares, possui estatura baixa, cascas grossas, fendida ou sulcada, possui folhas em geral rígidas e coriáceas que podem perder-se em períodos secos. Algumas espécies encontram-se entre 25 cm a 2 metros sobre a superfície do solo, compostas por gemas subterrâneas perenes (xilopódios) que permitem a rebrota após a queima ou corte por (IBGE, 2012).

Os pontos 2 e 4 apresentam em seu em torno poucos sinais de degradação por uso e ocupação da terra, já o ponto 5, além de vegetação nativa de cerradão, apresenta o início de uma vasta área de cultivo agrícola (Figura 6).

O cerradão é caracterizado por Savana Florestada-Sd (IBGE, 2012), com formação de dossel contínuo em que predominam cobertura arbórea com espécies comuns no cerrado sentido restrito, mas por sua formação florestal também apresentam espécies de floresta própria da Mata Seca e da Mata de Galeria não-inundável, com dossel contínuo. A cobertura arbórea varia entre 50% a 90%, conforme a estação seca ou chuvosa, e cresce entre 8 e 15 metros (RIBEIRO; WALTER, 1998; RIZZINI, 1997).

Figura 6- Entorno do subtrecho I.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pela autora (2022).

O *Subtrecho II* vai do 6º ao 9º ponto (Figura 7), sendo que ao redor é caracterizado numa abrangência maior pela presença de lavouras, uma área desmatada que se destina predominantemente ao plantio de soja nas safras principais e outras culturas como sorgo, gergelim, nas safras secundárias.

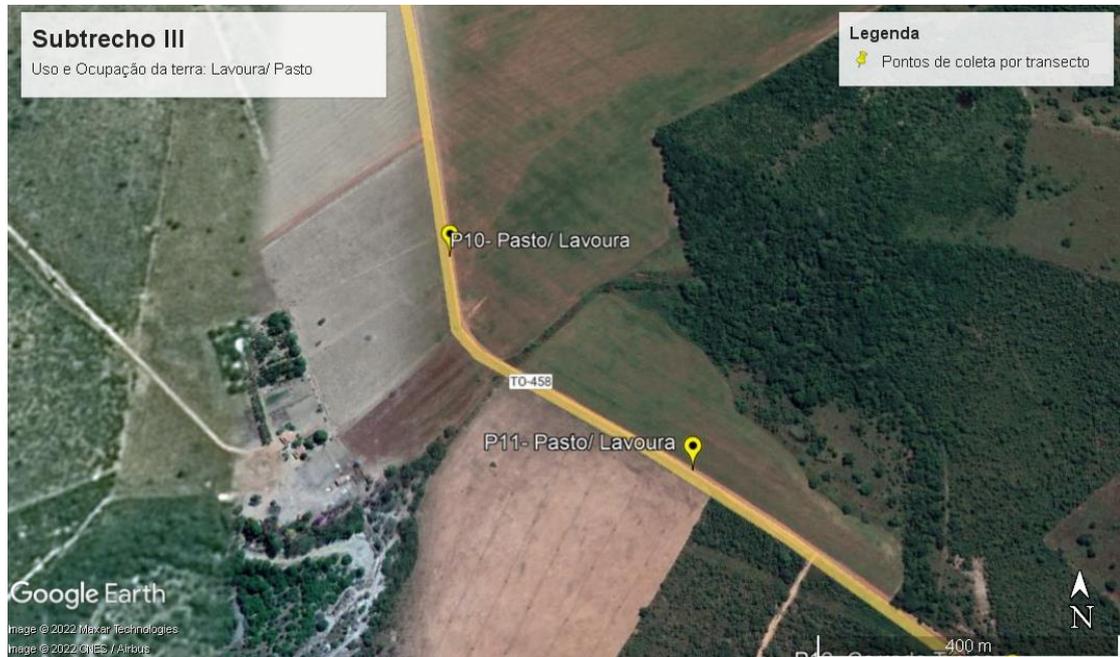
Figura 7- Subtrecho II.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pela autora (2022).

O *Subtrecho III* compreende os pontos 10 e 11 (Figura 8), sendo similar ao *Subtrecho II* (Figura 7), com áreas destinadas à produção agrícola, acrescidas de áreas de pastagem.

Figura 8- Entorno do subtrecho III.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pela autora (2022).

O *Subtrecho IV* inclui do 12º ao 17º ponto (Figura 9), sendo que o ponto 16 equivale ao lugar onde se situa o povoado, pequeno núcleo habitado que concentra a CQMSJ no arranjo territorial atual. No início desse subtrajecto, o ponto 12 ressalta a transição entre áreas de uso antrópico do *Subtrecho III* e áreas de vegetação nativa de cerrado típico, os pontos seguintes demarcam o entorno com nível de conservação relativamente conservado, pela presença de um fragmento de vegetação de cerrado típico que circunda toda comunidade.

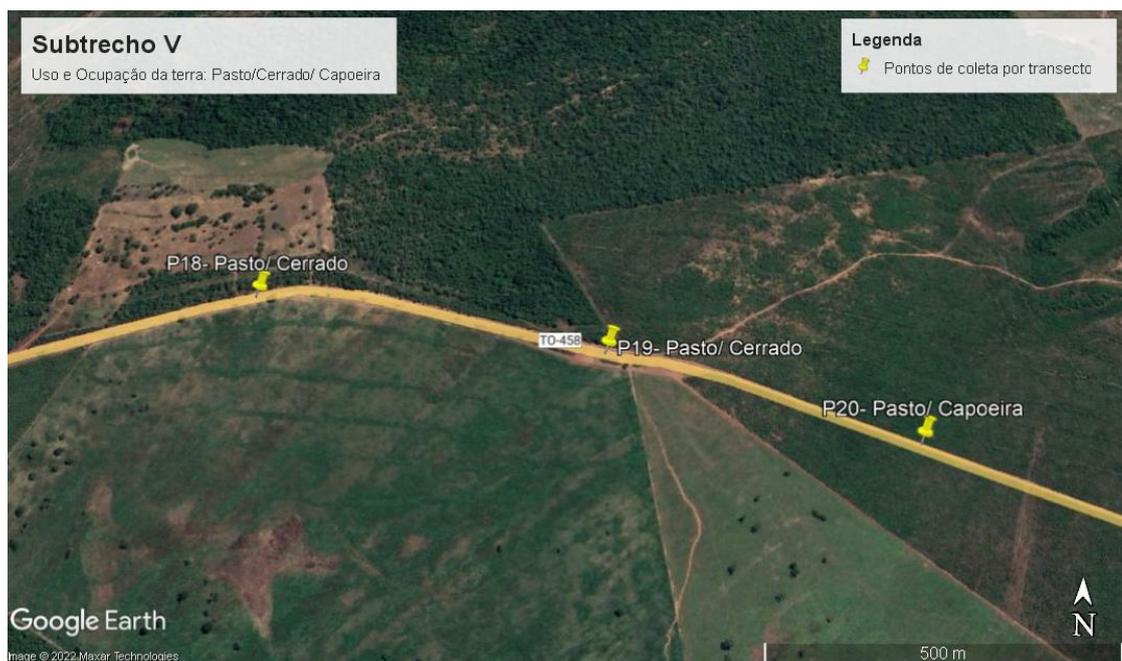
Figura 9- Entorno do subtrecho IV.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pela autora (2022).

O *Subtrecho V* abrange os pontos 18, 19 e 20 (Figura 10), com presença de fragmentos mesclados de cerrado típico, capoeiras e pastos, marcando a transição entre o cerrado típico e uma parcela significativa do trecho de área degradada, com presença majoritária de capoeiras, cobertura que também se faz presente no último subtrecho (*Subtrecho VI*).

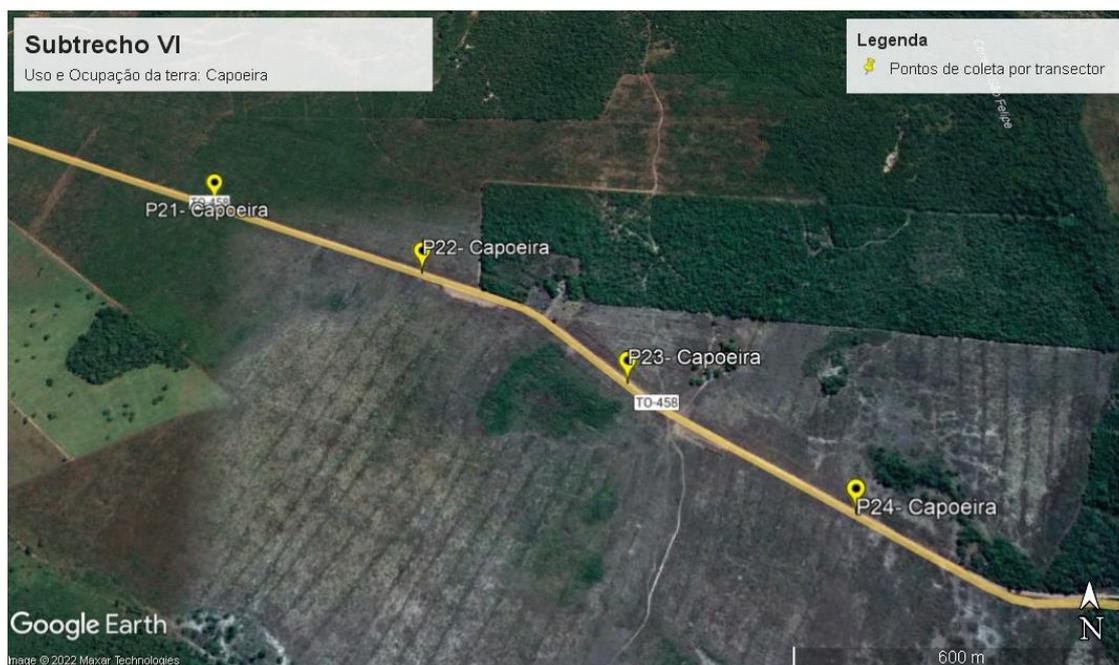
Figura 10- Entorno do subtrecho V.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pela autora (2022).

O *Subtrecho VI* refere-se aos pontos 21, 22, 23 e 24 (Figura 11). Notou-se durante as visitas na área de estudo, que nesse subtrecho mantém-se a predominância do mesmo tipo de cobertura da terra, a vegetação de capoeira, remetendo a noção de que em épocas anteriores essa área foi destinada ao manejo do cultivo agrícola, e em tempos mais distantes, de vegetação natural.

Figura 11- Entorno do subtrecho VI.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pela autora (2022).

A vegetação, de capoeira pode ser entendida por vegetação subsequente à derrubada, caracterizada por Oliveira-Filho (1994). Outros autores a compreende como agrupamentos vegetais que surgem pela intervenção do homem (VELOSO, 1948 citado por WALTER, 2006). Warming (1973) citado por Walter (2006), classifica a capoeira como uma flora arbórea-herbácea de formações vegetativas secundárias a partir de intervenções humanas como a derrubadas e a queima, expressa por termos como “campos sujos, capoeira e mato” empregados para exemplificar essa categoria.

Como denota a um termo coloquial, recorrendo ao dicionário Michaelis online (2020, não paginado) tem-se alguns significados que podem servir como noção para interpretação, são eles: “1 Terreno cujo mato foi roçado e/ou queimado para cultivo da terra ou para outras finalidades [...] 2 Mato ralo, constituído por vegetação de pequeno porte, que nasce em terrenos esgotados e abandonados depois da derrubada de mata primária”.

Essa mesma fonte traz termos que carregam tipologias fisionômicas como “Capoeira brejada”, “Capoeira de machado”, “Capoeira grossa” e “Capoeira rala” explicadas a seguir.

“[...] EXPRESSÕES Capoeira brejada, área de uma capoeira em que há mais umidade. Capoeira de machado, capoeira grossa [...] capoeira cuja vegetação é formada por árvores altas e copadas; capoeira de machado. Capoeira rala, terreno que, por ser roçado anualmente, tem sua vegetação quase toda formada por arbustos e ervas. ETIMOLOGIA tupi *kopuéra*” (MICHAELIS ONLINE, 2019, não paginado).

A presença dessa vegetação remete a sua natureza em ser uma tentativa de recuperar-se e revolver ao estado anterior de preservação, em relação ao albedo de superfície, esse tipo vegetacional pode indicar maiores índices em relação à vegetação primária de cerrado típico ou mata ciliar, que apresentam maior nível de conservação e não possuem exposição do solo como em áreas de capoeira.

4.2.2 Dados de temperatura do ar coletados em pontos fixos

Foram coletados dados de temperatura do ar por meio de aparelhos termohigrômetros digitais da marca Elitech, datalogger modelo RC- 05 (Figura 13), em pontos fixos, conforme as instruções padronizadas e recomendações de exposição desses equipamentos, descritas por Gartland (2010), devidamente protegidos por abrigos (dossel), confeccionados em madeira, pintados na cor branca, com dimensões de 50x50x50 cm, perfurados em suas faces por furos (inclinados a 45°), e posicionados a uma altura em torno de 1,5 m, conforme demonstrado na Figura 12. Os aparelhos datalogger foram calibrados desde fábrica, com a certificação de calibração válida para os períodos das coletas em campo, e foram usados pela primeira vez nessa pesquisa. Esses leitores foram formatados para fazer o registro a cada uma hora de intervalo de tempo, ou seja, armazenaram a temperatura instantânea de hora em hora.

Figura 13- Instalações dos abrigos.



Fotografia: Elitech Brasil (2022).

Figura 12- Abrigo de proteção para o datalogger.



Fotografia: Acervo da autora (2020).

Como um procedimento comumente utilizado no âmbito de estudos de clima urbano, os critérios de posicionamento espacial para estações fixas se adequam conforme Monteiro (1990) preconiza, devendo-se ater em instalar os pontos de coleta em locais seguros, para evitar a perda de instrumentos e aparelhos por eventuais roubos ou depredação. Como o estudo em questão se dá no ambiente rural, neste sentido, teve-se a preocupação de escolher pontos que tivessem sob a tutoria de pessoas responsáveis, a exemplo, dos moradores locais da CQMSJ.

Além dessas instruções já mencionados, as estações fixas foram situadas em pontos estratégicos, seguindo a representação em três paisagens que predominantemente compõem a área estudada. Um ponto fixo que se adequa à vegetação de cerrado sentido restrito (Figura 14), outro ponto em campo de monocultivo agrícola (Figura 15), e um terceiro ponto situado no lugar de habitação (quintal), no povoado quilombola (Figura 16).

Figura 14- Vegetação de cerrado



Fotografia: Acervo da autora, (2020).

Figura 15- Área de monocultivo.



Fotografia: Acervo da autora, (2020).

Figura 16- Lugar de habitação.



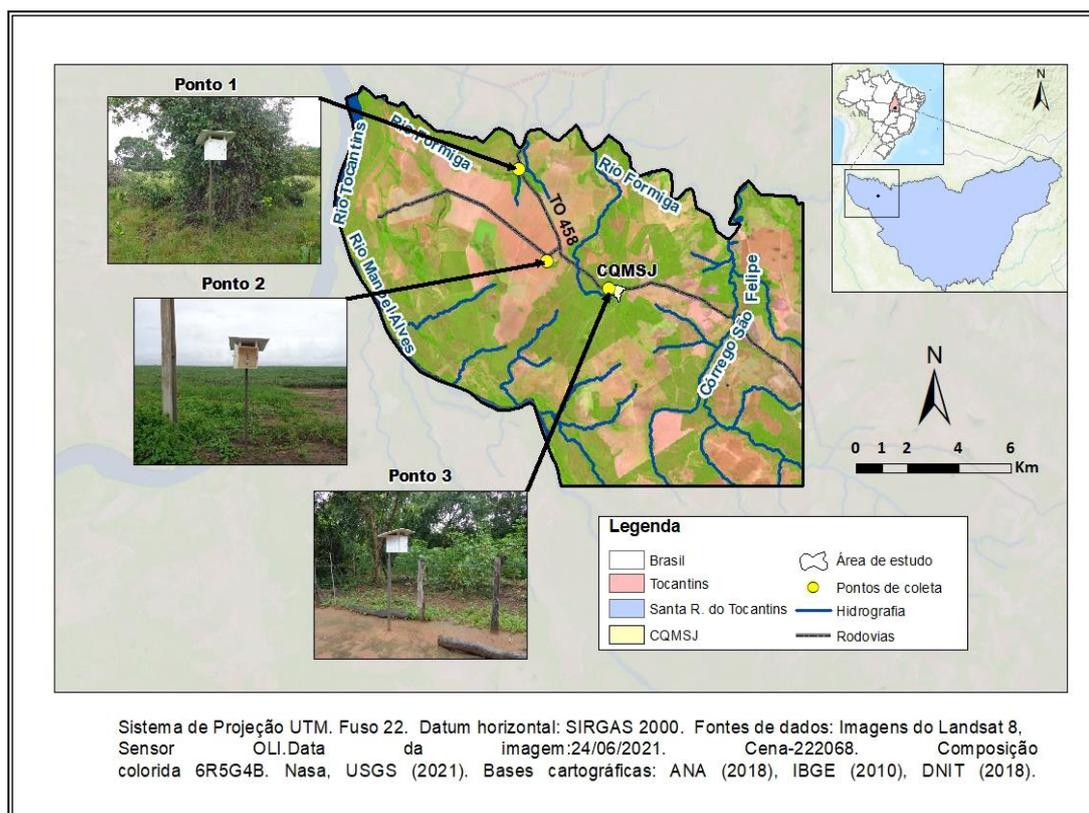
Fotografia: Acervo da autora, (2020).

Convencionalmente, determinou-se como *ponto 1* (Figura 14) o local de instalação do abrigo que representa a vegetação de cerrado, a uma altitude de 227 m, na latitude $11^{\circ}17'15''S$ e longitude $48^{\circ}23'32''W$; o *ponto 2* (Figura 15), no campo de plantação agrícola, situado na

latitude 11°19'06"S, longitude 48°22'54"W e altitude de 251 m; e o *ponto 3* (Figura 16) , no local de habitação do povoado quilombola, fixado na latitude 11°19'38"S e longitude 48°21'35"W, e na altitude de 278m.

O mapa a seguir (Figura 17), mostra a distribuição espacial dos locais em que se situaram os pontos fixos para coleta de temperatura.

Figura 17- Locais de coleta por pontos fixos sobre a área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A temperatura do ar horária, em cada ponto, foi registrada em episódios de 21 dias consecutivos, nos finais de cada estação. Para o inverno o período de coleta foi correspondente ao episódio do dia 1 a dia 21 de setembro/2020; de 1 a 21 de dezembro/2020 diz respeito aos dados de primavera; o verão foi contemplado pela coleta de dados entre os dias 1 e 21 do mês de março/2021; e o outono pelo conjunto episódico de 01 a 21 de junho/2021.

Sobre a caracterização de como se encontrava as proximidades de cada ponto, tomou-se o cuidado de sempre no início de cada episódio registrar fotografias *in loco*. Outra ferramenta que auxiliou na caracterização dos pontos fixos de coleta foi o software GAP LIGHT ANALYZER - GLA 2.0. Todos os pontos fixos foram avaliados em relação à abertura do dossel por meio da obtenção de uma imagem voltada para o que tem acima de cada ponto. As fotografias foram obtidas sem luz solar direta (no início do dia ou com céu nublado). A parte

superior da câmera no Ponto 1 foi voltada para o leste, o Ponto 2 foi para sudoeste, já no Ponto 3 foi novamente para o leste.

No Quadro 1 pode-se verificar a proporção de abertura do dossel para cada ponto. O Ponto 2 apresentou a maior abertura, quase em sua totalidade, com 98,64% da área, desse modo possibilita maior passagem de luz solar, seguido do Ponto 1 e depois do Ponto 3, ambos com a presença de árvores no dossel.

Quadro 1- Abertura do dossel nos pontos fixos.

Ponto1	Ponto 2	Ponto 3
		
Abertura do dossel		
		
76,52%	98,64%	74,52%

Organização: Autora, 2022.

A análise rítmica episódica é uma metodologia comumente aplicada para análise dinâmica do clima, nesse estudo foi explorada como uma ferramenta para identificar os sistemas atmosféricos e os mecanismos de circulação na escala diária atuantes sobre a área de estudo durante 21 dias consecutivos de coleta de Ta em pontos fixos.

Na análise do ritmo episódico, seguiu-se a análise do clima proposta por Monteiro (1971), e os autores Zavattini e Boin (2013), que também explicam e defendem o uso dessa técnica de pesquisa.

Para o estudo do ritmo climático e sua distribuição espacial, Monteiro (1971) propõe o uso de procedimentos de decomposição diária dos estados atmosféricos, representando simultaneamente os elementos climáticos e os sistemas atmosféricos. Assim, passam a ser

adotados gráficos de análise rítmica, como instrumentos importantes para a verificação da dinâmica climática e dos tipos de tempo sobre uma determinada localidade, em períodos-padrão (anuais ou episódicos).

Este enfoque sintético, que alia elementos do clima e suas respostas geográficas ou ambientais, somente foi possível com a introdução da noção de ritmo e, por consequência, com a aplicação da análise rítmica (SANT'ANNA NETO; ZAVATINI, 2000) A análise rítmica, enquanto metodologia, passa a ser usada por muitos pesquisadores. Assim, Monteiro preconiza uma nova perspectiva com princípios e propósitos próprios para uma climatologia aplicada que supera a análise climatológica separativa, estática e quantitativa, como caracteriza Sant'anna Neto (2004).

Esse modelo considera a representação simultânea dos elementos do clima em função da sucessão de tipos de tempo numa escala temporal diária a partir da visão geral dos mecanismos de circulação, com a intenção de perceber a influência de fenômenos atmosféricos advindos de uma dinâmica atmosférica regional sobre as variáveis climáticas locais. Para tanto, foi recorrido ao emprego de imagens de satélite GOES-16 e de cartas sinóticas para a identificação visual dos sistemas atmosféricos atuantes na área de estudo durante os episódios sazonais de coleta de dados. Esses produtos meteorológicos estão disponíveis no site do CPTEC/INPE.

Os dados climáticos utilizados foram retirados da base de dados oficiais da estação automática do INMET do município de Santa Rosa do Tocantins, código A052. Pela ausência de dados de vento da estação automática de Santa Rosa do Tocantins, utilizaram-se dados das estações convencionais (analógicas) de Peixe (Código 83228) e de Porto Nacional (Código 83064) (INMET, 2021).

Com isso, para esta etapa, considerando as finalidades da análise rítmica episódica, sua representação e análise antecede a análise do comportamento de T_a coletada em pontos fixos durante os episódios já descritos.

4.2.2.1 Caracterização do entorno dos pontos fixos

Em escala microclimática, um abrigo adequado para sensores registradores de elementos climáticos, deve ter a capacidade de reduzir os efeitos da radiação, ventilação e sombreamento sobre as leituras, as características do entorno também influenciam no comportamento de T_a .

A depender do local de fixação, as coletas podem ter influência de diversos fatores, a exemplo, numa dada leitura em que o local de coleta se encontra em campo aberto, sem obstáculos próximos ao abrigo ou com altura inferior a ele, o comportamento dos elementos climáticos sofrerá influência do arranjo físico ao redor, que permite uma maior passagem de luminosidade e vento até o abrigo, como locais de plantação agrícola. De modo oposto, se há obstáculos físicos, estes podem atuar no sentido de sombrear e mesmo dificultar a chegada de vento. Assim, as leituras se modificam conforme aspectos intrínsecos ao abrigo, e extrínsecos referentes às características físicas em volta ao abrigo. Tais características, por sua vez, sofrem influência de fenômenos que sobrevivem de escalas climáticas superiores e atribuem determinados padrões climáticos ao longo do ano sobre a superfície terrestre, definindo as particularidades de cada estação.

Em visitas a campo para a instalação dos leitores de Ta, perceberam-se os efeitos da sazonalidade climática sobre as fisionomias mais comuns de vegetação nativa presentes na área de estudo. A Figura 18 demonstra as condições físicas do entorno no Ponto 1, a partir das fotografias registradas *in loco*. Nesse ponto, cujo o entorno é predominantemente de cerrado típico, percebem-se as mudanças naturais na vegetação ao longo das visitas em cada estação do ano contemplada pelos episódios em que houve a coleta de TA em pontos fixos.

A condição fitofisionômica da vegetação nativa se modifica influenciada pelos padrões climáticos de cada estação do ano. Na visita realizada no dia 31/08/2020, no que tange à reposição ou carência de biomassa, as fotografias A e B demonstram que a vegetação se encontrava visualmente mais seca e rala (Figura 18), principalmente a vegetação rasteira, resultado do período de estiagem próprio da estação de inverno. Assim, foi observada a transformação das espécies de árvores semicaducifólia, que perdem parte de suas folhas ocasionalmente. O déficit hídrico e as altas temperaturas estão entre os fatores ambientais mais estressantes para as plantas (DICKISON, 2000).

Condição física semelhante a essa também foi verificada ao final da estação de outono, no dia 29/05/2021, nesse mesmo ponto (Figura 18. G e F). As estações de inverno e de outono para a área de estudo, dizem respeito a um período habitualmente quente e seco.

Nas visitas realizadas no início do período chuvoso, como a realizada em 30/11/2020, representada na Figura 18. C a vegetação ainda não se encontrava ainda com toda sua composição de biomassa reconstituída, devido aos baixos teores pluviais acumulados. A partir da permanência de chuvas, logo no início de Dezenbro, a biomassa se mostrou mais recomposta, como o visualizado na Figura 18. D.

Figura 18- Condições no entorno do Ponto 1 em vegetação de cerrado típico (A. 31/08/2020; B. 31/08/2020; C. 30/11/2020; D. 22/12/2020; E. 26/03/2021; F. 26/03/2021; G. 28/06/2020; H. 28/06/2020).



Fonte: Autora, 2022.

Na Figura 19 é representado o Ponto 2, circunscrito em área de plantio agrícola. As mudanças na paisagem em áreas voltadas para uso antrópico, como este, se dão em virtude dos períodos anuais destinados ao plantio e colheita de safras principais e secundárias. Tais períodos, por sua vez, são definidos mediante condições climáticas ideais, preparo do solo,

plantio e colheita. Os agricultores baseiam-se no comportamento do clima local, principalmente esperando por teores pluviais adequados para abrir a temporada de plantio da safra principal, ou seja, norteiam-se na quantidade de chuva acumulada que é responsável pela disponibilidade de água do solo, e determina-se a melhor época para preparo do solo e semeadura das culturas anuais, assim como a colheita. Nesse contexto, ao longo das visitas a campo, foram observadas mudanças na cobertura do solo em volta do Ponto 2, que varia conforme a sazonalidade de plantio das culturas temporárias que ali são cultivadas.

Localizado na extremidade sudoeste da maior área destinada ao plantio agrícola dentro da área de estudo, em visita no dia 31/08/2020, o Ponto 2 apresentava uma paisagem que denota o estado típico de estiagem, própria para os meses de agosto e setembro na região, com o solo coberto de matéria seca advinda da colheita da safra secundária. Essa cobertura é utilizada como um aporte para o plantio direto, denota as condições do solo em estágio pós-colheita a espera de condições climáticas favoráveis para o plantio da próxima safra. Na área adjacente ao local de plantio, logo no plano ao lado do Ponto 2 (Figura 19 A e B) o terreno encontrava-se com solo exposto. Esta área havia sido subsolada recentemente, o subsolamento é um implemento agrícola de preparação do solo para plantio, que mobiliza a camada mais superficial do mesmo com a finalidade de desagregar camadas compactadas ou adensadas.

As fotografias C e D da Figura 19, demonstram a visita feita em 30/11/2020 no lugar de plantação agrícola ao redor do Ponto 2, antes da coleta de Ta no episódio ao final da primavera, com teores pluviais ainda insuficientes para o plantio da safra principal de soja. Logo, esperava-se apenas o momento adequado para a semeadura do plantio direto sobre o solo, ainda com resquícios da forragem seca que se mantinha desde a safra secundária. As imagens E e F (Figura 19), registradas ao final do episódio de primavera, em visita dia 22/12/2020, já certificavam o plantio da soja em estágio inicial, possibilitado pela chegada do período chuvoso sobre a área de estudo.

Em 26/02/2021, antes do episódio de verão, a paisagem nesse mesmo local, expressada na Figura 19. fotografias G e H, evidenciava a plantação de soja em estágio final de desenvolvimento. Em alguns locais de plantio agrícola visitados, era possível verificar que a colheita dessa safra já estava em andamento.

Na visita que antecedeu a coleta ao final do episódio de outono, no dia 29/05/2021, o que estava por toda a área de plantio agrícola era a safra secundária de gergelim (Figura 19. I e J) além dessa cultura secundária, no local adjacente ao Ponto 2, ainda havia uma pequena plantação de abóbora.

Figura 19- Condições entorno do Ponto 2 no local de plantio agrícola (A. 31/08/2020; B. 31/08/2020; C. 30/11/2020; D. 22/12/2020; E. 26/03/2021; F. 26/03/2021; G. 28/06/2020; H. 28/06/2020).



Fonte: Autora, 2022.

Nas condições que circunda o Ponto 3, situado no povoado da CQMSJ, são observadas menores alterações sazonais à medida em que acontecem as coletas de Ta ao longo do ano. Em seu entorno, há a presença de diversos elementos, vivos e não vivos, tanto de vegetação que se combina entre espécies típicas do Cerrado e outras exóticas, quanto a presença de construções por variados materiais e até solo exposto (Figura 20). Tal composição pode influenciar na quantidade de luz, sombreamento e ventilação que alcança o abrigo e, conseqüentemente, pode

refletir nos valores de Ta coletada pelo datalogger.

Figura 20- Condições entorno do Ponto 3 no povoado (A. 31/08/2020; B. 31/08/2020; C. 30/11/2020; D. 22/12/2020; E. 26/03/2021; F. 26/03/2021; G. 28/06/2020).



Fonte: Autora, 2022.

4.2.3 Estimativa de Temperatura de Superfície Terrestre (TST) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Esta etapa demonstra os parâmetros utilizados para a obtenção da composição colorida, a estimativa de Temperatura de Superfície Terrestre (TST) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) sobre a área de estudo, a partir das imagens de satélite.

Uma ferramenta que vem sendo muito utilizada atualmente para análises de mudança na superfície terrestre é o sensoriamento remoto, o qual torna possível a utilização de imagens de satélites para diagnóstico da existência de ilhas de calor, por exemplo, além de possibilitar a análise de características térmicas, ambientais e de superfícies. No ambiente rural, essas ferramentas auxiliam no monitoramento de mudanças de uso e ocupação da superfície.

A TST é um importante parâmetro físico inserida nos processos de troca de calor e massa que acontece na superfície, em função do balanço de radiação. Na vida vegetal ela influencia na regulação do crescimento, manutenção e desenvolvimento vegetal (PAUL *et al.*, 2004). Além de sua utilidade no monitoramento agrícola, pode ser útil para detectar queimadas, em estudos oceânicos e análises voltadas para a mudanças climáticas (FERREIRA, 2004).

Em climas locais, essa variável contribui em representar a relação dependente entre o solo e a atmosfera. A depender da natureza e estado em que se encontra a superfície, ocorrerá variações térmicas que favorecerá a contenção ou aceleração de processos evaporativos. A natureza da superfície determina o albedo e a porcentagem de radiação solar absorvida, usada para aquecimento por calor sensível e por calor latente (RICKLEFS, 1996; CHEDE, 1974; COSTA FILHO, 2005). Primavesi (1987) entende que alguns tipos de cobertura do solo podem influenciar na redução da temperatura, protegendo e diminuindo a perda de água do solo por evaporação.

O sensoriamento remoto permite o tratamento das imagens de satélite em função da calibração radiométrica, reflectância monocromática, determinação dos índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF), da emissividade e ao fim a temperatura de superfície terrestre (MELO *et al.*, 2010).

A análise da vegetação pelo NDVI, permite o mapeamento da vegetação e verificar o vigor vegetativo. A partir de como a vegetação processa a radiação eletromagnética, sua condição geral auxilia na correlação entre o estado vegetativo e atributos do solo, a diferenciação entre os tipos de vegetação e estágio de desenvolvimento da planta, bem como locais com solo exposto, então se torna uma ferramenta útil para avaliar recursos naturais relacionados à superfície.

As folhas de uma planta, em vigor vegetativo, produzem uma resposta eletromagnética característica. Os índices espectrais da vegetação são um parâmetro utilizado em estudos desse tipo, cujos métodos são definidos pelo sensoriamento remoto, a exemplo Benedetti *et al.* (2011) e, mais recentemente, Aires e Bezerra (2021). O índice de vegetação mais utilizado é o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) (COHEN *et al.*, 2003; DORIGO, *et al.*, 2007).

Proposto por Rouse *et al.* (1974), o NDVI é determinado pela combinação dos dados espectrais de duas ou mais bandas, tomadas das imagens disponibilizadas por sensores de satélites. As bandas utilizadas para avaliar a condição geral da vegetação por esse índice são as bandas vermelha, de comprimento de onda entre 0,6 e 0,7 μm , e a banda do infravermelho, entre 0,7 e 1,1 μm . A banda vermelha é bem absorvida por uma planta saudável e a banda do infravermelho refletida (ROJAS, 2007). Os valores de NDVI variam de -1 a 1, sendo que os valores positivos representam áreas com vegetação e os valores negativos representam áreas sem vegetação.

4.2.3.1 Obtenção de imagens de orbitais da composição colorida, estimativa de Temperatura de Superfície (TST) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

As imagens escolhidas para o recorte espacial, se deram pelos produtos disponíveis da Série Landsat 5 (Sensor TM), 7 (Sensor ETM+) e 8, em formato GeoTIFF, disponíveis na plataforma do Explorer do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Para os anos 1999 e 2000, a composição colorida falsa-cor foi obtida pela junção entre as bandas 5-Red, 4-Green 3-Blue das imagens do satélite Landsat 5 e 7. O Quadro 2 sintetiza os tipos de satélites e seus sensores, bandas e resoluções espectrais e espaciais dos produtos utilizados no estudo.

A TST foi estimada pela banda termal 6, com resolução de 120 m para a imagem tomada do Landsat 5) e de 60 m para a imagem do Landsat 7, ambas reamostradas para 30m. Já a estimativa do NDVI se deu pela imagem visível do vermelho (banda 3) e imagem do infravermelho próximo (banda 4).

Para a análise entre os anos 2019 e 2021, utilizou-se produtos da série Landsat 8, a composição colorida falsa-cor foi obtida pela combinação entre as imagens visíveis bandas 6R(6Red)- 5G (5Green)- 4B (4Blue) do sensor OLI (Operacional Land Imager), e a estimativa de TST pela imagem termal (banda 10) do sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor) e NDVI pelas imagens das bandas 4R (4-Red) e 5NIR (5- Ned Infrared NIR).

Quadro 2- Características das bandas espectrais dos satélites Landsat 5, 7 e 8.

Satélite	Sensor	Bandas espectrais	Resolução espectral	Resolução espacial	Resolução temporal
Landsat 5	TM (Thematic Mapper)	B3 (VERMELHO)	0,63- 0,69 μm	30 m	16 dias
		B4 (INFRA VERMELHO PRÓXIMO)	0,76- 0,90 μm		
		(B5) INFRA VERMELHO MÉDIO	1,55 - 1,75 μm		
		B6 (INFRA VERMELHO TERMAL)	10,4- 12,5 μm	120 m	
Landsat 7	ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)	B3 (VERMELHO)	0,63- 0,69 μm	30 m	
		B4 (INFRA VERMELHO PRÓXIMO)	0,76- 0,90 μm		
		(B5) INFRA VERMELHO MÉDIO	1,55 - 1,75 μm		
		B6 (INFRA VERMELHO TERMAL)	10,4- 12,5 μm	60 m	
Landsat 8	OLI (Operational Land Imager)	B4 (VERMELHO)	0,64- 0,67 μm	30 m	
		B5 (INFRA VERMELHO PRÓXIMO)	0,85- 0,88 μm		
		(B6) INFRA VERMELHO MÉDIO	1,56 - 1,66 μm		
	TIRS (Thermal Infrared Sensor)	B10 (INFRA VERMELHO TERMAL)	10,6 -11,19 μm	100 m	

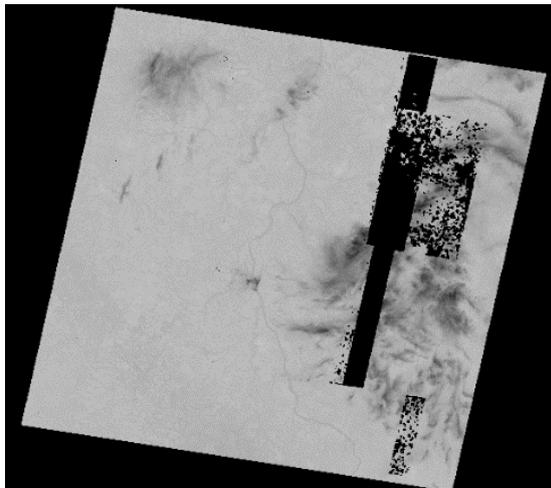
Fonte: Adaptado de USGS (2021).

As composições coloridas ajudaram na caracterização das paisagens, este recurso possibilitou ter uma noção de como se encontrava a área anteriormente, como nos anos de 1999 e 2000. Além das imagens coloridas, para caracterizar as paisagens em anos mais recentes, tomaram-se fotografias retiradas em visitas feitas no campo de estudo.

As imagens escolhidas para composição coloridas e estimativa de TST e NDVI sobre a área de estudo, seguiram alguns critérios para aquisição, atentando à presença de ruídos, como erros digitais, nebulosidade e áreas queimadas sobre a área de estudo. Também houve a preocupação na escolha da data de seleção para ser compatível aos períodos de coleta de dados climáticos em campo por transecto e estações fixas, possibilitando a análise posterior de condições meteorológicas semelhantes.

Um exemplo de erro digital foi encontrado na série Landsat 07 como expõe a imagem do produto *LE07_L2SP_222068_19990908_20200918_02_T1_ST_B6*, de controle de qualidade em formato JPEG (Figura 21), disponíveis na plataforma web USGS Earth Explorer (2021).

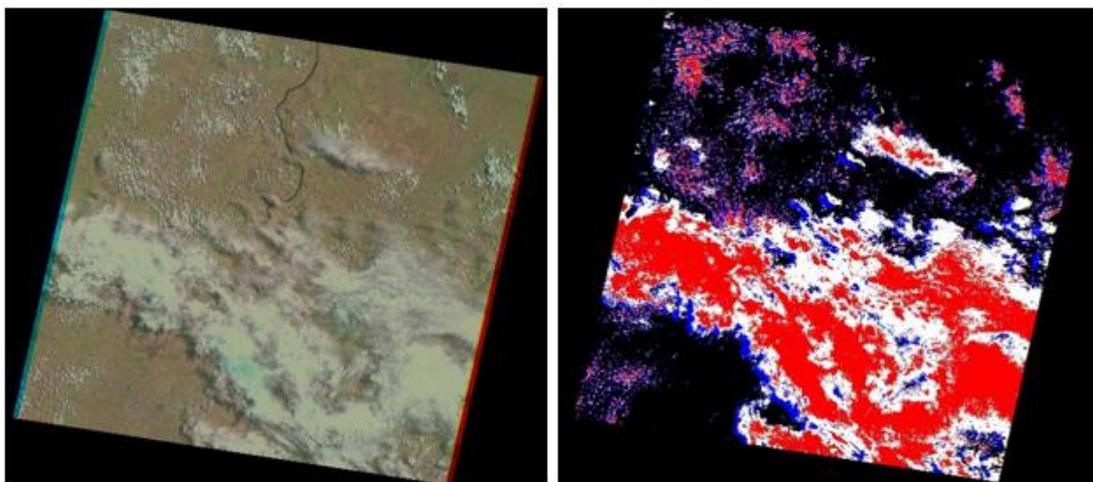
Figura 21- Imagem de controle de qualidade da banda termal da série Landsat 07, Coleção 2, Nível 2: 08/09/1999.



Fonte: USGS, (2021).

Outro exemplo de possíveis obstáculos para escolha de imagens de satélite é a presença de nuvens sobre a área de estudo. A Figura 22 mostra um exemplo de espalhamento de nuvens sobre a região de interesse na imagem da série Landsat 07, Coleção 1, Nível 2, 24/09/1999, produto *LE07_L1TP_222068_19990924_20200918_02_T1*.

Figura 22- Exemplo de espalhamento de nuvens sobre a área de estudo.



Fonte: USGS, 2021.

Desse modo, as imagens escolhidas para os anos 1999/2000, cenário de análise anterior, foram adquiridas pelos produtos da série Landsat 5 e 7, ambos da coleção 1 e nível 2 descritos na tabela 1 a seguir. As imagens para os anos de 1999/2000 correspondem assim às datas de 08 de setembro de 1999, 14 de dezembro de 1999 e 30 de junho de 2000.

Tabela 1- Descrição dos produtos Landsat 5 e 7 para os anos 1999/2000.

Produto	Cena	Ano	Mês	Dia	Cobertura de nuvens (%):
LE07_L1TP	222/068	1999	Setembro	08	15%
LE07_L1TP	222/068	1999	Dezembro	14	28%
LT05_L1GS	222/068	2000	Junho	30	0%

Fonte: Adaptado de USGS (2021).

As imagens escolhidas para os anos 2019/2020, foram adquiridas dos produtos do Landsat 8 Coleção 1 Nível 2 e correspondem às imagens de 07 de setembro de 2019, 12 de dezembro de 2019 e 21 de junho de 2020, conforme dispõe a Tabela 2. Como já citado, tais meses correspondem a primeira representação da situação de análise mais recente, conforme o recorte temporal definido para o estudo.

Tabela 2- Descrição dos produtos Landsat 8 para os anos 2019/2020.

Produto	Cena	Ano	Mês	Dia	Cobertura de nuvens (%):
LC08_L1TP	222/068	2019	Setembro	07	0%
LC08_L1TP	222/068	2019	Dezembro	12	11,32%
LC08_L1TP	222/068	2020	Junho	21	0,04%

Fonte: Adaptado de USGS (2021).

Para a segunda representação da situação de análise mais recente, entre os anos 2020/2021 as imagens escolhidas correspondem as datas de 09 de setembro de 2020, 14 de dezembro de 2020 e 24 de junho de 2021. Todos obtidos da série Landsat 8, Coleção 1, Nível 2. A Tabela 3 apresenta melhor detalhamento dos produtos adquiridos para análise desse período.

Tabela 3 - Descrição dos produtos Landsat 8 para os anos de 2020 e 2021.

Produto	Cena	Ano	Mês	Dia	Cobertura de nuvens (%):
LC08_L1TP	222/068	2020	Setembro	09	0,01%
LC08_L1TP	222/068	2020	Dezembro	14	1,39%
LC08_L1TP	222/068	2021	Junho	24	0,76%

Fonte: Adaptado de USGS (2021).

As imagens escolhidas em setembro de 2020 e 2021 apresentaram ainda a presença de algumas áreas de queimadas. Os dados de pixels dessas zonas foram excluídos no momento de fazer as análises estatísticas, assim como a cobertura de nuvens que se concentrara nas imagens coletadas em dezembro 1999 e 2019. Estas últimas houveram a necessidade de representá-las na legenda de seus respectivos mapas como nuvens.

4.2.3.2 Cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

No sentido de averiguar os valores de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) optou-se pelo modelo matemático proposto por Rouse *et al.* (1974). O NDVI avalia não somente o vigor vegetativo de uma vegetação ou cultura, também identifica as áreas com diferentes estágios de vegetação ou áreas sem cobertura vegetal, assim é possível caracterizar sua distribuição espacial, assim como seu estado ao longo do tempo, no qual variam de acordo com as condições climáticas e ciclos fenológicos, como descreve Folhes (2007). O NDVI foi calculado para os anos de 2000, 2019, 2020 e 2021.

Para tanto, em primeiro lugar, calculou-se a reflectância monocromática para as bandas tanto para a banda do vermelho quanto a banda do infravermelho próximo correspondente a cada sensor. Desse modo, os números digitais de cada pixel e banda, Q_{cal} , foram convertidas para reflectância planetária a partir do coeficiente de reescalonamento de reflectância informado no arquivo metadados da imagem (MTL file), (USGS, 2021). O cálculo da reflectância (Equação 1) se deu pela Equação 1.

$$\rho_{\lambda} = \frac{M_{\rho} Q_{cal} + A_{\rho}}{\sin(\theta_{SE})} \quad (1).$$

Em que:

ρ_{λ} = Reflectância Planetária Corrigida;

M_{ρ} = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda (Reflectance_Mult_Band_x; x: n° da banda), onde x é número da banda;

Q_{cal} = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN);

A_{ρ} = Fator aditivo de redimensionamento da banda (Reflectance_Add_Band_x; x: n° da banda), onde x é número da banda.;

θ_{SE} = Ângulo de elevação do sol.

Em seguida, o NDVI é dado pela razão entre a diferença das reflectâncias das bandas do infravermelho próximo (ρ_{IVP}) e do vermelho (ρ_{VER}), e a soma entre elas, como demonstra a Equação 2.

$$\rho_{\lambda} = \frac{\rho_{IVP} - \rho_{VER}}{\rho_{IVP} + \rho_{VER}} \quad (2).$$

Em que:

$NDVI$ = Índice de Vegetação da Diferença Normalizada;

ρ_{IVP} = Reflectância da banda do infravermelho;

ρ_{VER} = Reflectância da banda do vermelho.

4.2.3.3 Cálculo da Radiância espectral

Inicialmente para a obtenção da Temperatura da Superfície Terrestre (TST) foi calculada a radiância espectral da banda termal (L_{λ}) que posteriormente, em função de outros parâmetros como a emissividade, foi convertida em TST. O cálculo da radiância espectral (L_{λ}) (Equação 3), permite a calibração radiométrica das imagens Landsat.

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (3).$$

Em que:

L_{λ} = Radiância espectral no topo da atmosfera ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

M_L = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda (RADIANCE_MULT_BAND_x), onde x é número da banda.

Q_{cal} = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN);

A_L = Fator aditivo de redimensionamento da banda (RADIANCE_ADD_BAND_x), onde x é número da banda.

4.2.3.4 Cálculo da Emissividade (ϵ)

Posteriormente, antes do cálculo da TST, foi preciso calcular a emissividade (ϵ). Os estudos de Van de Griend; Owen (1993) evidenciaram que existe correlação entre o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a Emissividade da superfície. Essa correlação é dada pelo cálculo de PV (Proporção de Vegetação) pela Equação 4.

$$PV = \left(\frac{NDVI - NDVI_{Mín}}{NDVI_{Máx} - NDVI_{Mín}} \right)^2 \quad (4).$$

Em que:

PV = Proporção de vegetação;

$NDVI$ = Índice de Vegetação da Diferença Normalizada;

$NDVI_{Mín}$ = Índice de Vegetação da Diferença Normalizada mínimo calculado para área de estudo;

$NDVI_{Máx}$ = Índice de Vegetação da Diferença Normalizada máximo calculado para área de estudo.

O cálculo da emissividade se dá em virtude de os pixels não emitirem radiação eletromagnética assim como um corpo negro. Em virtude dessas proposições, optou-se em seguir a Equação 5 proposta por Sobrino, Munoz e Paulini (2004).

$$\mathcal{E} = n \cdot PV + m \quad (5).$$

Em que:

\mathcal{E} = emissividade;

n = Desvio padrão no valor de 0,004;

m = Relação entre a emissividade da vegetação e do solo, valor médio de 0,986;

PV = Proporção de vegetação resultante da Equação 4.

4.2.3.5 Conversão da Radiância espectral em Temperatura de Superfície Terrestre (TST) sem ajuste.

A Temperatura de Superfície sem ajuste (TST) foi estimada pela Lei de Planck, segundo recomenda Markham e Barker (1986), a partir da Equação 6.

$$BT = \left(\frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \right) - 273,15 \quad (6).$$

Em que:

BT = Temperatura de superfície sem ajuste (Celsius);

K₁ = Constante de conversão térmica da banda específica (K2_CONSTANT_BAND_x);

K₂ = Constante de conversão térmica da banda específica (K1_CONSTANT_BAND_x);

L_λ = Radiância espectral da banda (W/m² sr μm);

4.2.3.6 Cálculo da Temperatura de Superfície Terrestre (TST) corrigida

Por fim, com os demais cálculos feitos, foi possível calcular a temperatura de superfície corrigida (TST) empregada em estudos como o de Ranagalage, Estoque e Muravama (2017), Aires e Bezerra (2021).

$$TST = \frac{BT}{1 + \left(\frac{\lambda \cdot BT}{C_2}\right) \cdot \ln(\varepsilon)} \quad (7).$$

Onde:

TST = Temperatura de superfície corrigida;

BT = Temperatura de brilho (Celsius);

λ = Comprimento de onda (μm) da banda termal;

ε = Emissividade;

C₂ = Constante equivalente ao valor de 1,4388 · 10² m/k³.

4.2.3.7 Análise dos dados

Para abranger os anos analisados e a área de estudo, a aquisição de dados se deram por diferentes abordagens metodológicas advindas da climatologia, a demonstração de resultados é baseada na mesma sequência proposta nos procedimentos metodológicos da pesquisa, seguindo os critérios de recortes temporais delimitados, dentro do intervalo aproximado de 20 anos, e os períodos de aquisição direta, coleta em campo, de dados climáticos.

A escolha do intervalo de 20 anos delimitou entre o período inicial os anos de 1999 e 2000 e o período posterior e atual, os anos de 2019/2020 e 2021. Para esses cenários os produtos

³ O valor de C₂ é dado pela expressão: $\left(\frac{h \cdot c}{\sigma}\right)$, em que, **h** é determinado pela constante de Planck (6,626 · 10⁻³⁴ Js), **c** corresponde a velocidade da Luz (2,998 · $\frac{10^8 m}{s}$), **σ** é a constante de Boltzmann 1,38 · $\frac{10^{-23} j}{K}$ e ε: Emissividade.

a partir das imagens, demonstram uma ideia geral das condições climáticas e uso da terra para cada período analisado.

Inicialmente foi tomado dados de temperatura do ar coletados por transecto por meio do acervo base do projeto de pesquisa “Implicações ambientais do agronegócio sobre as comunidades do campo no Cerrado tocantinense”, vinculado ao Laboratório de Análises Geoambientais (LGA/UFT), cadastrado no GPU/UFT sob o nº2790 campos de Porto Nacional-TO. Esses dados contempla um dia para cada estação, nos meses de setembro e dezembro de 2019, março e junho de 2020, nos horários de 9h, 15h e 21h, coletados em 25 pontos ao longo da rodovia estadual TO 458 que transpassa o território quilombola.

O segundo método aplicado para a aquisição de dados ainda de temperatura do ar, se deu pela coleta direta de dados por meio da leitura por datalogger situados em 3 pontos fixos, optou-se por coincidir ao período os mesmos meses de coleta por transecto no entanto abrangendo anos diferentes, setembro e dezembro, do ano de 2020, e março e junho do ano de 2021, em episódios de 20 dias consecutivos para cada estação.

Por último, foi feito a geração de mapas temais e de índice de vegetação, por meio do processamento das imagens de satélite tanto para o período anterior, anos de 1999/2000, quanto para período de análise posterior, os anos de 2019/2020/2021.

Em busca de verificar a relação entre variáveis microclimáticas de um cenário anterior e outro posterior, a análise qualitativa do conjunto de resultados obtidos na pesquisa, considera as possíveis intervenções do agronegócio no que diz respeito às mudanças ambientais no território quilombola, com ênfase nas alterações da cobertura vegetal, no uso da terra, na temperatura de superfície e nos aspectos microclimáticos.

A análise quantitativa dos dados se deu por meio de modelos matemáticos na produção de mapas, e parâmetros da estatística descritiva para geração tabelas e gráficos, demonstrativos que serviram como base para a análise qualitativa dos resultados ao considerar possíveis relações entre a intensificação do agronegócio e as mudanças ambientais no território quilombola, com ênfase nas alterações no uso da terra, das temperaturas de superfície e nos aspectos microclimáticos.

Então, pretendeu-se relacionar as diferentes coberturas da superfície e os resultados de temperatura do ar, percebidos no estudo de campo e nas estimativas de temperatura de superfície.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram apresentados segundo a fragmentação do recorte temporal e espacial da pesquisa, abordando uma “situação anterior” correspondente ao início da intensificação do agronegócio no território da CQMSJ, anos de 1999 e 2000, e outra “situação posterior”, momento mais recente entre os anos 2019 a 2021, em que há a tomada intensiva de lavouras comerciais em volta do núcleo da comunidade quilombola, portanto são análise de cenários pontuais num intervalo de 22 anos.

Respeitando os recortes temporais e espaciais conforme a sequência cronológica, os próximos subcapítulos tratam da caracterização de paisagens e discussões a partir da geração de mapas de composição colorida, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Temperatura de Superfície Terrestre (TST).

No primeiro período referente à situação anterior, os resultados se desenvolvem a partir da composição colorida que denota as paisagens típicas que se tinha no território da comunidade durante os anos 1999 e 2000 e a estimativa de NDVI e TST também desses anos.

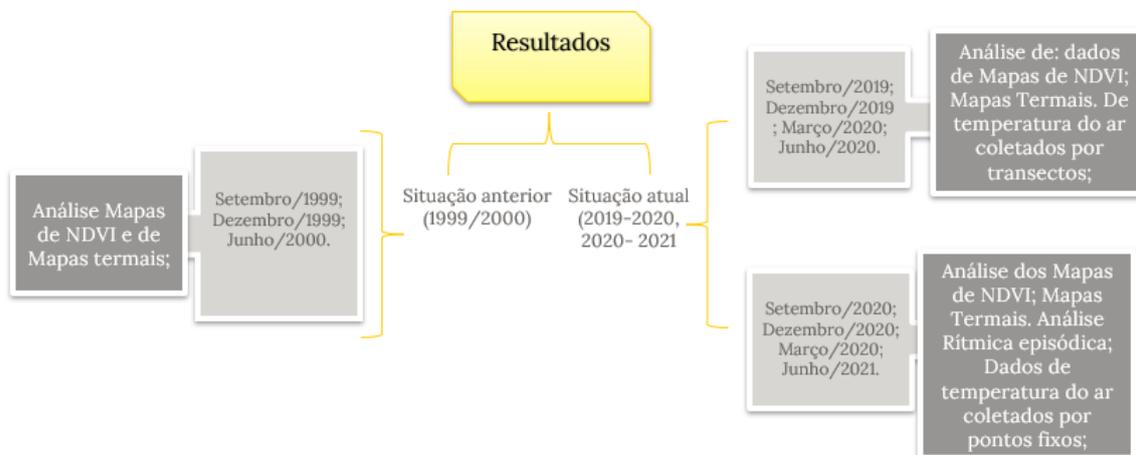
Para o período mais recente de análise, parte-se também do entendimento geoespacial a partir da composição colorida do recorte, e depois da estimativa de TST e NDVI sobre a área de estudo.

Além disso, para o cenário mais recente, apresenta-se análises de temperatura do ar (TA) tomados pela coleta de dados a partir de dois métodos de coleta de dados climáticos, o primeiro por transecto móveis, para os anos de 2019 e 2020, e o segundo por pontos fixos, que contemplam os anos de 2020 e 2021.

Ainda para os anos de 2020 e 2021, verifica-se as condições de atuação de massas de ar para a área de estudo, bem como o Ritmo Climático entre os episódios coletados para depois analisar o comportamento de TA.

Com a apresentação dos resultados de TA por transecto móvel e datalogger, a última etapa se atentou em correlacionar as variáveis de TA, TST, NDVI, verificando as condições de mudança de TST e NDVI na “situação anterior” e “posterior” a intensificação do agronegócio, por intermédio da projeção e verificação dos valores dessas variáveis em pontos que coincidem com os mesmos locais de coleta de TA por transector e contemplando esses cenários. Tal projeção facilita a análise da variação de TST ao longo do tempo, dando suporte à discussão chave sobre como essas variáveis mudaram ao longo do tempo e influenciam nos valores da temperatura do ar.

Figura 23- Organograma da ordem de demonstração dos resultados.



Organização: Autora, 2022.

5.1 Descrição da área de estudo nos anos 1999/2000 a partir das composições coloridas

A composição colorida para os anos de 1999 e 2000 (Figura 24), denota a influência da sazonalidade climática bem definida sobre a área de estudo, localizada na região central do Estado do Tocantins. Tal área possui os parâmetros climáticos para lugares de clima tipo AW – Tropical, descritos por Tocantins (2020) e Nascimento (*et al.*, 2020), cuja as características desse tipo climático são definidas por um período de cinco a seis meses chuvosos e úmido, de outubro a março, que juntos compõem as estações de primavera e verão, os demais meses fazem parte do período de estiagem, de abril a setembro, por serem quente e seco marcam a estação inverno e outono.

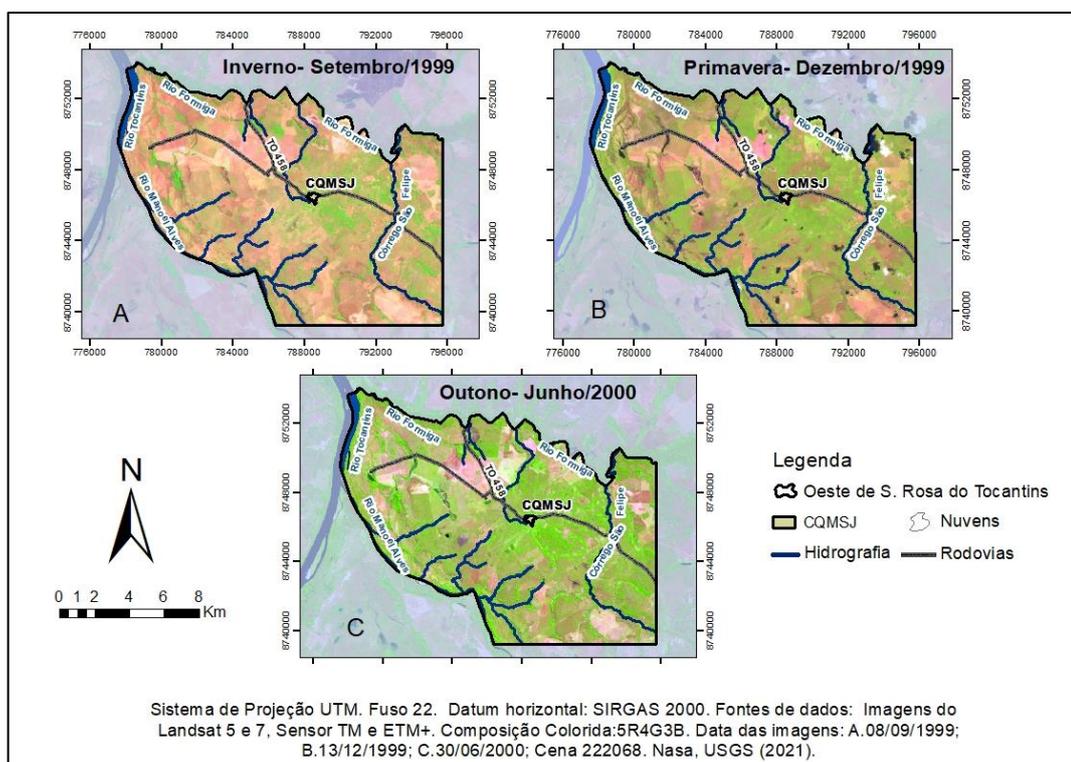
Pela composição colorida desse período, se podem tomar notas sobre os aspectos vegetacionais e uso do solo. As composições para os meses de setembro/1999 e junho/2000 remete a estiagem própria do período seco e quente, já para o mês de dezembro/1999 a vegetação se manifesta de forma mais expressiva por se tratar de um mês dentro do período chuvoso e úmido no Cerrado.

A correlação entre a composição colorida para a época em dezembro/1999 (Figura 24 .B), estação de primavera, além da presença de poucas nuvens, exhibe também que boa parte da área estava ocupada por áreas de vegetação natural, incluindo fitofisionomias do domínio de cerrado, e com domínio maior, a presença de pastagens de origem nativa, conforme traz os relatos de Souza e Chaveiro (2019).

A imagem de setembro/1999 (Figura 24. A) correspondente à estação de inverno, possui recortes em tons terrosos que indicam áreas com solo exposto, esses locais se concentram ao noroeste da CQMSJ e no extremo nordeste e sudeste do mapa. Podem se configurar em lugares

voltados para o uso antrópico, como campos em que eram desenvolvidos a agricultura de pousio por moradores locais, ou recortes mais degradados no qual em sua cobertura já eram estruturadas atividades mais intensivas para a época.

Figura 24-Composição colorida para os anos de 1999/2000.



Organização: Autora, 2022.

É possível também visualizar em boa parte do mapa, outros locais em tons que remetem a textura de vegetação seca, possivelmente em setembro/ 1999 eram áreas de pastagem nativa adjacentes à locais com vegetação mais densa. Esse cenário salienta uma noção dos efeitos da longa estiagem do período quente e seco sobre o substrato vivo, normalmente restrito a seis meses, marcado pelo baixo índice pluviométrico, baixa umidade do ar e altas temperaturas sobre a vegetação local, sendo que tais variáveis climáticas influenciam nas características morfológicas, anatômicas e fisiológicas da vegetação (PASINI, 2014). Por ser uma vegetação rala e em grande parte nativa, a pastagem toma nessa época o aspecto de forragem seca. Igualmente se percebe a permanência de locais em tons verdes mais intensos, que indicam supostamente a presença de vegetação com aspecto mais denso equivalente a copas de árvores que subsistem melhor no período seco, mantendo sua fitomassa um pouco mais abundante. Esses recortes se concentram próximo ao local de habitação da CQMSJ na parte central da área e ao redor dos cursos d'água.

Para o mês de dezembro/1999, os poucos tons esverdeados que restaram no período de estiagem ganham maior proporção sobre a área, do mesmo modo para locais com vegetação mais densa, como as matas ciliares entorno dos rios, provavelmente causada pelo retorno e estabilidade dos teores pluviais, comuns a esse mês. Esse contexto resulta em maior disponibilidade de água no solo para absorção das raízes das plantas, permitindo a rebrota e maior vigor vegetal, principalmente da vegetação rala (pastagem natural), tornando-a mais densa em termos de biomassa e aumentando seu grau de influência sobre a área de estudo. Estas se fazem presente para além da concentração entorno da CQMSJ ou nas margens dos rios, como se evidenciou em período de estiagem. Ainda se observa áreas expostas em menor quantidade, que continuou se restringindo na região do extremo sul e na porção oeste no mapa, locais que apresentam desde então atividades antrópicas mais intensas.

Em geral, no mapa de dezembro se permite visualizar melhor onde se há a concentração de solo exposto dentro da área de estudo. Esses locais ainda se encontram a oeste do mapa, se estendendo em direção a noroeste, se faz presente também no extremo sul da área de estudo, acrescidos de outra parte ao lado nordeste da margem do Córrego São Felipe. Além disso é possível perceber em alguns pontos do mapa, como no extremo noroeste, normalmente áreas de transição entre solo exposto e pastagem nativa, a substituição desses locais sem vegetação por algum tipo de vegetação conforme a cobertura de transfiguração no período chuvoso.

No mapa da Figura 24. C, representando o mês de junho/1999, embora os tons esverdeados aparentam ter uma vegetação em estado de maior nível de vigor vegetativo que nos demais períodos, esse mês se insere ao final da estação de outono, portanto faz parte de um período quente e seco. Desse modo, possui maiores índices de vegetação que o mês de setembro/1999 e menor índice que o mês de dezembro/1999, como se comprova a partir da proporção de valores de NDVI, demonstrados no Quadro 3. Essa noção ocorre muito provavelmente devido as distinções entre as datas das imagens tomadas e a equalização dos histogramas entre elas para padronização de classes, diminuíram a diferença entre as cores.

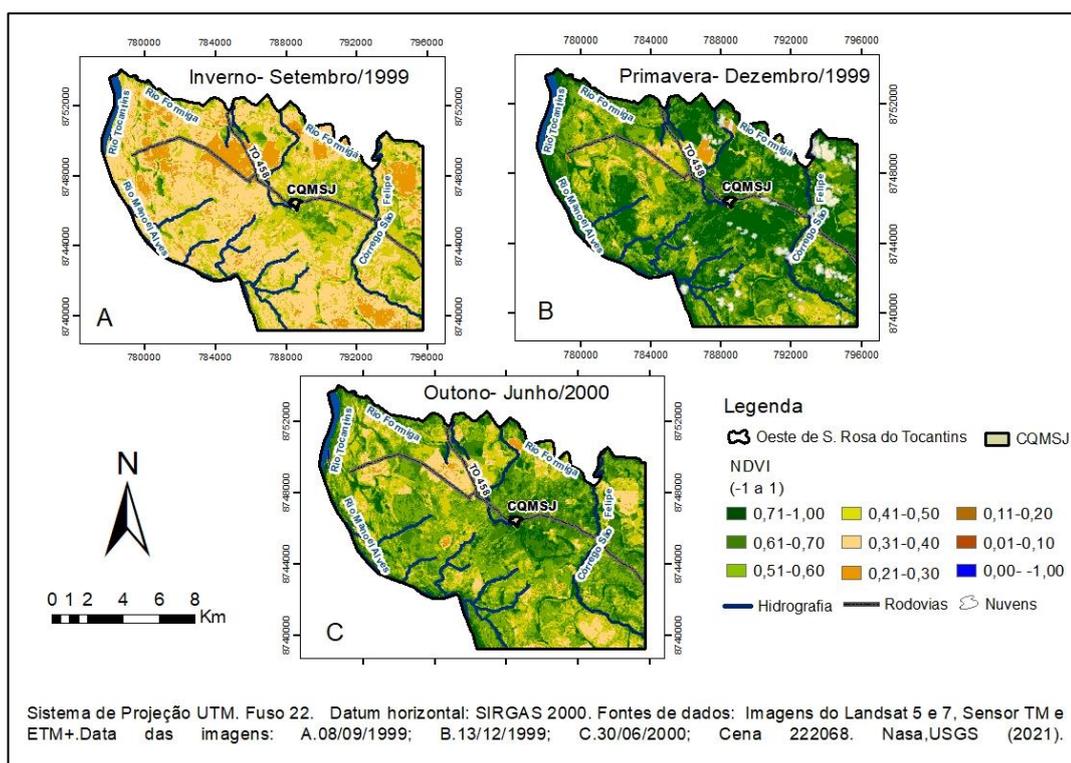
Outro fator é a influência da sazonalidade climática para o fim de outono. Nesse período a vegetação ainda carrega resquícios do período chuvoso, embora seja um mês considerado seco, com baixos teores pluviais, encontra-se num período de transição em relação à umidade como pontua Nascimento e Novais (2020), com isso apresenta valores intermediários, esboçando temperaturas mais amenas, além de maior nebulosidade e ocorrência de ventos se comparado com o mês de setembro.

5.2 Situação anterior a intensificação do agronegócio na CQMSJ (anos 1999-2000)

5.2.1 Índice de Vegetação por diferença Normalizada (NDVI) entre os anos 1999-2000

Nos mapas com a estimativa de NDVI entre os anos 1999 e 2000, demonstrados na Figura 25, as tonalidades de verde correspondem às áreas de vegetação, nas quais os tons mais escuros representam valores maiores de NDVI (áreas com vegetação mais densa). Tal figura esboça a distribuição espacial das classes de NDVI para os meses de setembro/1999, dezembro/1999 e junho/2000. Esses períodos seguem os critérios dos procedimentos metodológicos pré-estabelecidos, buscando analisar períodos semelhantes ao das coletas em campo.

Figura 25 - NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 1999/2000.



Organização: Autora, 2022.

De acordo com Chouhan & Rao (2011), valores negativos entre -1 a 0 associam-se a cursos d'água ou elementos não vivos como rocha e areia. Valores moderados representam arbustos e pastagens (0,2 a 0,4), enquanto valores altos indicam florestas ou vegetação mais densa (0,6 a 0,8).

Segundo Liu & Ming (2000), outras classes com valores menores, entre -1 e 0,2, podem ser de pastagens, vegetação rasteira, solo exposto. Tais autores sugerem que valores de NDVI entre 0,3 a 0,6 correspondem a cobertura vegetal pouco densa ou área disposta de forma anexa às áreas verdes, e maiores de 0,6 se incluem em vegetação mais densa.

Em domínio de Cerrado, entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Luís Eduardo Magalhães – TO, próximo a área de estudo, Pires (2017) constatou padrões de classes de NDVI em função de dados coletados em campo e do mapa de uso e cobertura da terra. Segundo a autora, valores de NDVI entre 0,41 a 0,60 podem corresponder a áreas de formações campestres e formações savânicas como o cerrado ralo, classes entre 0,61 a 0,70 indicam áreas de cerrado denso, e de 0,71 a 1,00 áreas de formações florestais.

Entre os períodos analisados, a média obtida na estimativa de NDVI para o mês de setembro (Figura 25.A), foi de 0,304, com desvio padrão de 0,102 e valores desse parâmetro variando entre -0,302 e 0,671. Seguindo da média de NDVI para o mês de junho/2000 (Figura 25. B) de 0,455 e desvio padrão de 0,138, com os respectivos valores de NDVI mínimo e máximo de -0,704 e 0,787. Já para dezembro/1999, o NDVI foi de 0,535 e seu desvio padrão de 0,147, as mínimas e máximas variando entre -0,398 e 0,806.

Outro parâmetro que foi considerado é a proporção de classes dos valores de NDVI entre os anos 1999 e 2000, para verificar a sua ocupação de classes em relação à área de estudo, dispostos no Quadro 3.

Quadro 3- Concentração de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) por classes (1999/2000).

Classes NDVI	%set	%dez	%jun
-1- 0	1,03	1,15	1,11
0,01- 0,10	0,15	0,10	0,07
0,11- 0,20	8,70	0,93	0,56
0,21- 0,30	42,95	1,82	7,46
0,31- 0,40	31,59	9,79	19,02
0,41- 0,50	11,69	22,11	33,90
0,51- 0,60	3,62	26,07	26,83
0,61- 0,70	0,28	30,77	10,71
0,71- 1,00	0,00	7,27	0,35

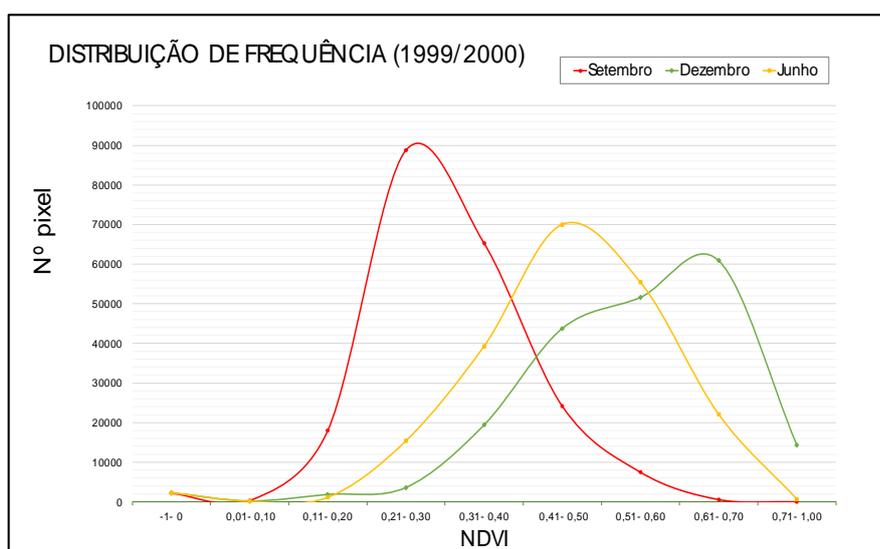
Organização: Autora, 2022.

A divisão das classes para setembro/1999 destacaram que a maior parte dos valores de NDVI nesse mês centralizaram- se entre a classe de 0,21 a 0,30, totalizando 42,95% da área de

estudo, seguido do intervalo superior entre 0,31 e 0,40, que concentra 31,59% da área, ambos correspondem a 74,34% da área total, apenas 15,59% da área indicam atividade fotossintética com maior intensidade pela estimativa, acima de 0,41 . Essas classes apontam que no período quente e seco de setembro a cobertura vegetal passa por estresse hídrico e tende a absorver menos radiação solar, aumentando sua reflectância no espectro visível e absorvendo-a mais no infravermelho próximo. Nesse sentido, as médias de NDVI para setembro correspondem às estimativas mais baixas, indicando o momento com menor presença de fitomassa na área de estudo, quando comparado a outras situações consideradas.

Em contrapartida, a estimativa de média para o mês de dezembro representou o mês com maior proporção de vegetação na área de estudo. Na distribuição, 78,95% da área possui valores de NDVI entre 0,41 e 0,70, desses, 30,77% da área concentra-se valores entre 0,61 e 0,70 com maior abrangência, 26,07% entre 0,51 e 0,60 e 22,11% entre os valores de 0,41 e 0,50 (Figura 26). Próximo a esta área de estudo, Pires (2017) observou valores de NDVI mais elevados para o mês de abril, um mês que também se encontra no período chuvoso e úmido para a localidade, e nessas condições a autora atribui o bom desenvolvimento da vegetação nativa e de áreas de pastagens à boa disponibilidade hídrica no perfil do solo.

Figura 26-Frequência de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 1999/2000.



Organização: Autora, 2022.

Para o mês de junho/2000 a classe com maior proporção da área de estudo foi entre os valores 0,41 e 0,50 ocupando 33,90% da área total, seguido da concentração de 26,83% entre a classe de 0,51 e 0,60, ambas indicam a presença de vegetação que juntas dominam 60,73% da área (Figura 26), sugerindo que mesmo no final de outono e metade do período quente e seco,

a vegetação ainda se conservava, resultantes dos teores intermediários de umidade que permanecem no solo. A terceira classe de maior proporção dos valores de NDVI para junho foi a de 0,31 e 0,40, ocupando 19,02% da área, indicando que a vegetação se encontrava em processo de perda de fitomassa. Ao recorrer ao seu respectivo mapa (Figura 25), percebe-se que esta área fazia parte de locais que já se encontravam antropizados e atualmente são destinados ao plantio agrícola intensivo. Souza e Chaveiro (2019) ao gerarem mapas das principais classes de uso e cobertura da terra para o mês de maio/2000, identificaram estas mesmas áreas como “áreas antrópicas agrícolas”.

As proporções para junho/2000 possuem valores de NDVI concentrados em classes inferiores aos demonstrados em dezembro/1999 e indicam proximidade à proporção de valores para o mês de setembro. Junho e setembro são meses que fazem parte do período quente e seco que permanecem entre 5 a 6 meses (maio a outubro) na parte centro – norte do domínio de Cerrado. Estes meses têm algumas características de transição que os distinguem, junho com valores intermediários para a média mensal de umidade relativa do ar, variando entre 60,1 a 70% e em setembro o céu claro, a ausência de precipitação e a baixa umidade do ar faz com que este mês apresente temperaturas mínimas entre 18,1 a 20°C (NASCIMENTO; NOVAIS, 2020).

5.2.2 Temperatura de superfície terrestre (TST) entre os anos 1999/2000

A Figura 27 exibe a distribuição espacial das classes Temperatura de Superfície (TST) na área de estudo também para os meses de setembro/1999, dezembro/1999 e junho/2000.

A média de TST para setembro/1999 foi de 34,01°C, com desvio padrão de temperatura de 1,98. A TST mínima foi de 25,33°C, e máxima de 41,56°C. Esses valores de TST mínima e máxima para setembro/1999 são mais elevados em comparação com as estimativas para os meses de dezembro/1999 e junho/2000.

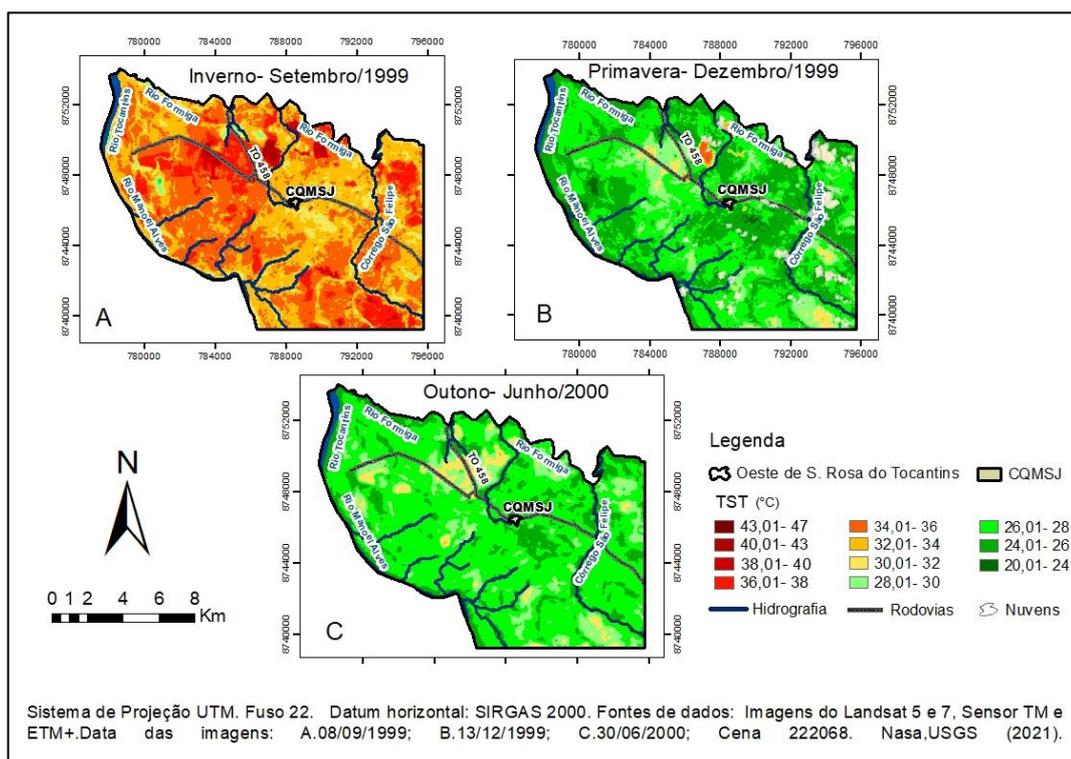
Para dezembro/1999 a TST média foi de 26,47°C, com desvio padrão de 1,59 e valores limitando-se entre a mínima de 21,53°C e máxima de 36,10°C. Junho/2000 apresentou uma TST média de 27°C e desvio padrão de 1,38, sobre a área a TST variou entre a mínima de 23,47°C e a máxima de 32,59°C.

As mínimas foram encontradas em local cujo solo está coberto por vegetação natural e as máximas em local com solo exposto e que se destinam ao uso agrícola. Nos três meses se concentram ao norte da CQMSJ, próximo à rodovia estadual TO – 458.

As maiores TST para setembro se concentram nos mesmos locais em que se tinha também os baixos valores de NDVI, em áreas antrópicas voltadas para atividades agrícolas,

demonstrando assim uma correlação entre a ausência de cobertura vegetal e aumento da temperatura das camadas superficiais do solo. Neste mês, as TST mais expressivas sobre a área se concentraram em intervalos que variam de 32,01 a 36°C (Figura 28). A classe de 32,01 a 34°C se apresenta em 37,69% da área e a classe de 34,01 e 36°C, reúnem 36,67% da área, somando juntas 74,36% de toda a área de estudo (Quadro 4).

Figura 27-TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 1999/2000.



Organização: Autora, 2021.

Quadro 4- Concentração de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) por classes (1999/2000).

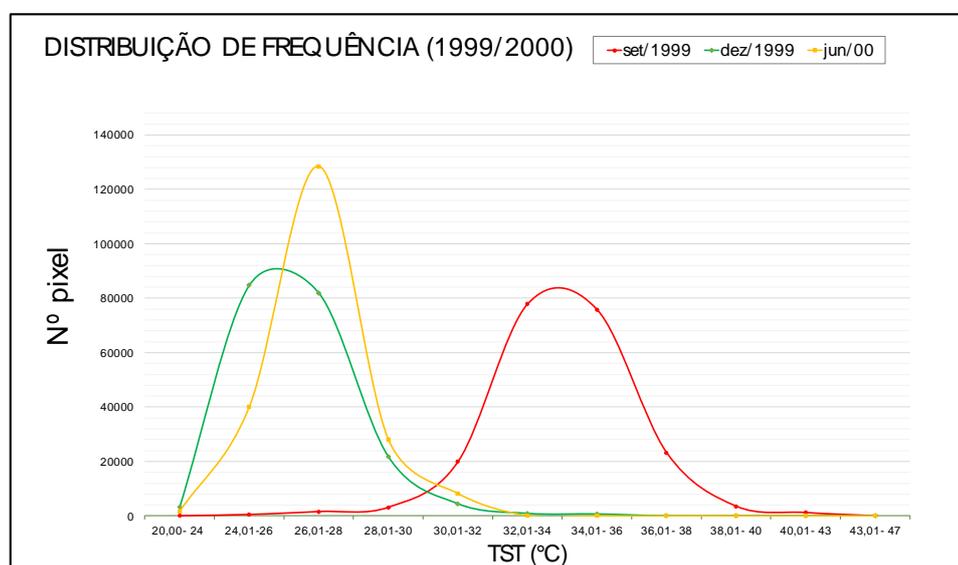
Classes TST	%set	%dez	%jun
20,00- 24	0,00	1,69	0,82
24,01- 26	0,24	42,85	19,41
26,01- 28	0,75	41,40	62,19
28,01- 30	1,52	10,98	13,55
30,01- 32	9,63	2,25	3,98
32,01- 34	37,69	0,47	0,04
34,01- 36	36,67	0,36	0,00
36,01- 38	11,22	0,01	0,00
38,01- 40	1,70	0,00	0,00
40,01- 43	0,58	0,00	0,00
43,01- 47	0,00	0,00	0,00

Organização: Autora, 2022.

Na proporção de TST em função da área de estudo (Quadro 4) pode-se verificar a concentração de classes entre os meses de dezembro e junho em proporções similares entre 24,01 e 30°C.

Dezembro/1999 se mantém com proporções semelhantes entre as classes, com 42,85% da área apresentando classes entre 24,01 a 26°C, e outros 41,40% da área correspondem em TST entre 26,01 a 28°C. Em junho/2000 a maior parte da área, cerca de 62,19% possui TST entre 26,01 a 28°C. Em ambos os meses tais classes de TST correspondem a mais de 80% do total da área analisada.

Figura 28- Frequência de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 1999/2000.



Organização: Autora, 2022.

Percebe-se então que o mês de setembro como o mês que possui maiores valores de TST, facilitado por fatores externos como a sazonalidade climática local e fatores intrínsecos ao solo, como o estado em que se encontra o terreno e sua cobertura. Neste mês, em primeiro lugar, infere-se características climáticas próprias ao período quente e seco, notadamente a maior incidência de radiação solar sob a área, devido a configuração da atmosfera com baixa umidade, céu limpo e ausência de precipitação (NASCIMENTO, *et al.*, 2021), tal configuração favorece a disponibilidade maior absorção de energia solar pelo solo, sendo mais elevada no inverno, que no verão (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). Em segundo, sendo um momento com déficit hídrico na situação em questão, é possível que na área houve o aumento de exposição do solo, e devido à escassez de água no solo o que contribui a perda de biomassa no dossel das árvores e a condição de palha seca das pastagens. Desse modo a

passagem livre de radiação solar até a superfície, favorece maior armazenamento calorífico pela condução de calor sensível nas primeiras camadas do solo.

Em dezembro/1999, percebe-se menores TST, resultante de um arranjo espacial que se distingue de setembro/1999, devido o retorno das chuvas, a cobertura da terra sobre a área de estudo demonstrava-se elevado grau de vegetação no auge do seu vigor, isso dificultava a chegada da energia radiativa ao terreno, pois ela tendia ser interceptada e absorvida pelas folhas, evitando que parte do calor sensível fosse direcionado para o interior do solo. Este fato acrescido ao maior teor de vapor d'água, tanto no ar quanto no solo, que absorvem melhor a radiação terrestre na faixa do infravermelho, exercendo papel importante no aquecimento da atmosfera, assim como a maior presença de nuvens no céu refletem e irradiam a energia emitida da terra (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

O mês de junho/2000 mesmo pertencendo à estação de outono, com características quente e seca, apresentou intervalos de TST semelhantes a análise feita para o mês de dezembro/1999, provavelmente devido à permanência maior do período chuvoso e úmido que o antecedeu, conservando bem a vegetação que se manteve bem conservada até esse momento.

Os resultados demonstram uma relação entre a ausência de cobertura vegetal e o aumento da temperatura das camadas superficiais do solo, notadamente em porções onde a vegetação de Cerrado foi suprimida para o desenvolvimento de pastagens, sejam estas nativas ou cultivadas. Por outro lado, nos arredores do povoado da CQMSJ, a vegetação nativa foi melhor conservada, permaneciam com TST menores, em ambos os meses examinados, ainda conforme a Figura 27.

5.3 Situação posterior a intensificação do agronegócio na CQMSJ (anos 2019-2020)

Em duas décadas após os anos 2000 a configuração espacial sugere o aumento de locais que anteriormente já aparentavam ter o solo exposto, e destinavam-se ao uso agrícola, conforme descrevem Souza e Chaveiro (2019). De forma expressiva e mapeada avançaram sobre a parte oeste da área de estudo, sendo melhor definidas principalmente no período quente e seco (Figura 29. A). As áreas verdes ainda se mantêm concentradas entorno das áreas de monocultivo, nas áreas de preservação permanentes (APP's) fluviais e da CQMSJ.

Nesse sentido, foi percebido que ao longo do tempo houve a redução da vegetação nativa em locais de pastagens por exemplo, e substituição dessas áreas por locais possivelmente destinados a lavouras comerciais, fato evidenciado também por Souza e Chaveiro (2019). A parte noroeste que se mostrava como uma área desmatada anteriormente, aparece em

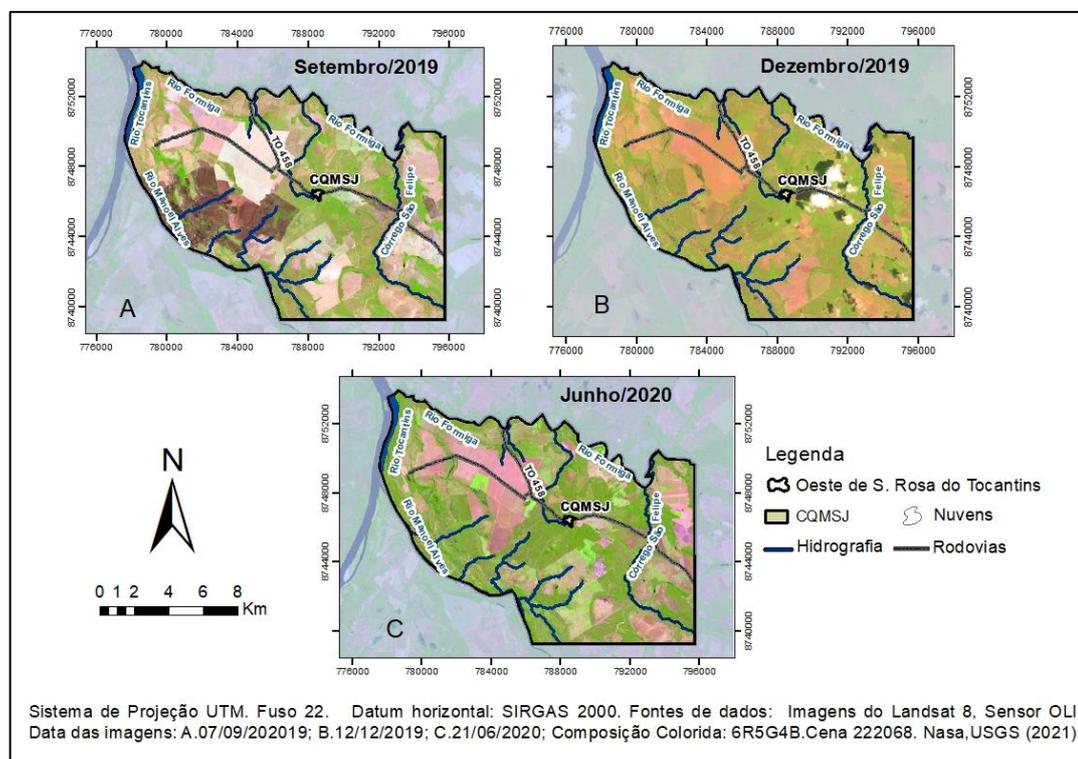
setembro/2019 com maior área de influência, ocupando um espaço bem maior que em setembro/1999, aspecto que pode ser visualizado na Figura 24. Em toda a parte leste da margem do córrego São Felipe até ao sul, há a expansão dessas mesmas áreas descampadas voltadas para o cultivo agrícola, em 1999 tais circunstância eram mais evidentes apenas na região nordeste desse ponto de referência.

Na imagem ainda de setembro/2019, há a presença de queimada em uma parcela da área que aparenta não ser destinado ao monocultivo, mas que alcança esses locais. Esta ocorrência não foi detectada no mesmo período em 1999, mas influenciou em valores altos de Temperatura de Superfície (TST) 20 anos depois. Por ser um período de estiagem as áreas de plantações se mostram com aparente solo exposto.

Em dezembro/2019 há a presença de algumas nuvens, e por se tratar do período chuvoso, os tons em verde aparentam uma vegetação mais viçosa. Para as áreas de monocultivo a imagem apresenta o início de plantio, com plantas em estágio inicial de crescimento (Figura 29.B).

A imagem de junho/2020 ainda demonstra vegetação vigorosa para áreas verdes, a parte mais expressiva de monocultivo em tons terrosos, apresenta tanto solo exposto quanto área plantada (Figura 29.C).

Figura 29-Composição colorida para os anos de 2019/2020.



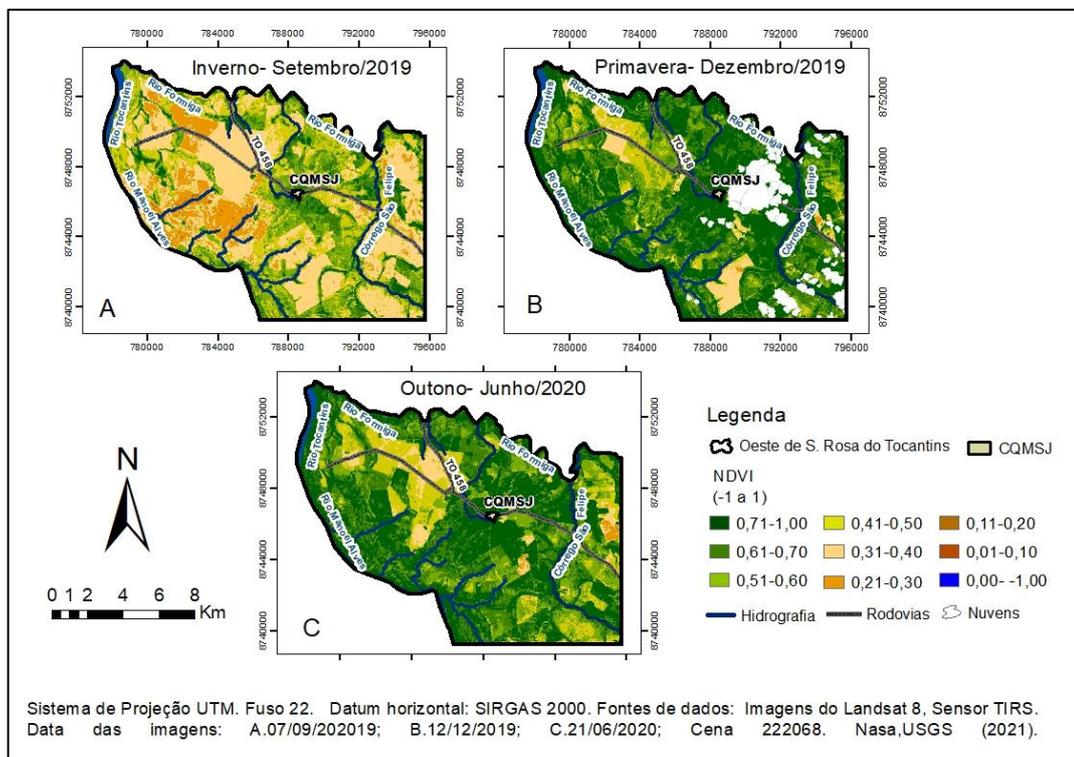
Organização: Autora, 2022.

5.3.1 NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) anos 2019-2020

A média de NDVI para setembro/2019 foi de 0,360, com desvio padrão de 0,154 e os valores máximos e mínimos foram respectivamente de 0,800 e -0,571. Em dezembro/2019 a média foi de 0,583, valor que indica a presença mais uniforme de vegetação em estado de vigor vegetativo, com desvio padrão de 0,168, valores de NDVI máximo e mínimo variam entre 0,868 e -0,653. Para junho/2020 a média foi de 0,549, com desvio padrão de 0,169, e valores de NDVI máximos e mínimos entre 0,833 e - 0,900.

A estimativa de NDVI para o mês de setembro/2019 foi a que apresentou maiores amplitudes entre seus dados e menor valor médio em relação às estimativas para os demais meses de dezembro/2019 e junho/2020, indicando menor presença de atividade fotossintética. Mostrou-se também semelhante em comportamento ao mesmo período de setembro/1999, ambos se inserem num mesmo contexto espaço-temporal de sazonalidade climática, no qual o arranjo climático no período de inverno no domínio de Cerrado expressa temperaturas extremas, tanto do ar quanto do solo, e o estresse hídrico nas plantas faz com que elas percam água e se desidratam, tomando a aparência seca ou sem folhas.

Figura 30- NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 2019/2020.



Organização: Autora, 2021.

A partir da variabilidade espacial de NDVI para os meses analisados gerou-se o gráfico de frequências apresentado na Figura 31. Como se observa, em setembro/2019 a área ficou dividida em ordem decrescente em maiores concentrações entre os intervalos que variam de 0,21 a 0,50. A classe entre 0,21 a 0,30 reuniu 31% da área de estudo, seguido da classe de 0,31 a 0,40 que reteve 21,5% do total da área e a classe de 0,41 e 0,50, com 18,5%.

Mesmo com o comportamento climático semelhante no mês setembro/1999 ou setembro/2019, a diferenciação entre esse intervalo de 20 anos se mostra no deslocamento ao longo do tempo de valores de NDVI para classes superiores, como a diminuição de área que esboçavam os valores de sua classe entre 0,21 e 0,40 em 1999 e a transferência de 22,85% de sua área correspondente para classes entre 0,41 e 1, evidenciando o aumento de áreas verdes ainda que fosse período de estiagem.

Os valores de NDVI de setembro de 1999 comportam o maior índice entre vegetação seca, pastagem e vegetação rala. A tendência de frequência para Setembro de 2019/2020, ainda que se concentre entre 0,21 e 0,50, apresenta índices maiores que os anos de 1999/2000, entre 0,41- 1, que podem reunir vegetação com formações campestres, formações savânicas como o Cerrado ralo, Cerrado denso, e formações florestais, que podem inferir que para essas áreas, embora em proporção menor em extensão territorial, indicando uma possível regeneração do Cerrado.

Quadro 5- Concentração de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) por classes (2019/2020).

Classes NDVI	%set	%dez	%jun
-1 - 0	1,0	1,2	1,1
0,01- 0,10	0,2	0,1	0,1
0,11- 0,20	8,5	0,2	0,5
0,21- 0,30	31,0	3,8	2,8
0,31- 0,40	21,5	6,5	12,1
0,41- 0,50	18,5	12,1	14,6
0,51- 0,60	12,3	22,5	22,5
0,61- 0,70	5,8	27,4	32,4
0,71- 1,00	1,1	26,2	13,9

Organização: Autora, 2022.

Em dezembro/2019 os valores de NDVI se concentraram entre as classes 0,51 e 1 (Quadro 5), juntos integram 76,1% na área de estudo, com destaque para a classe entre 0,61 e 0,70 que mais abrange a área, cerca de 27,4%. Houve o aumento em 18,93% na área ocupada pelo intervalo de 0,71 e 1, anteriormente, no ano de 1999 para o mesmo mês, compreendia apenas 7,27% (Quadro 3).

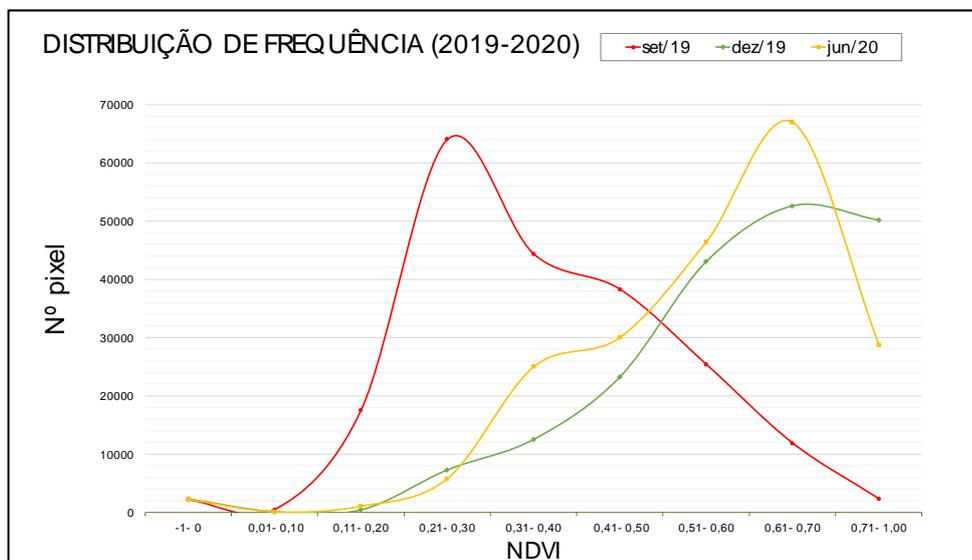
Em junho/2020, assim como em dezembro/2019 a classe de NDVI que mais se expressa na área com 32,4%, entre os valores de 0,61 e 0,70. Nesse período na área de estudo, ao final de outono no hemisfério sul, as proporções entre os valores de NDVI tende a se espalhar, tornando-se visíveis espacialmente em mais intervalos de classes semelhante ao mês de setembro/2019, ainda que se limite a classes superiores que este último, classes com valores entre 0,31 e 1. Este mês também evidenciou-se maior amplitude entre os valores de NDVI, o que demonstra ainda, tanto presença de vegetação mais densa, como a vitalidade das áreas de cerrado típico, ou de cerradão e mata ciliar, quanto anuncia a proximidade do período mais quente e seco observada em campo no aspecto mais seco da vegetação com o estado visual da pastagem natural ali presente.

Em relação ao período de análise anterior (junho/1999) para junho/2019 também é possível observar que houve a diminuição de áreas que apresentava NDVI entre 0,31 e 0,6 e uma possível migração e aumento de áreas que exibem valores de NDVI acima de 0,61, cerca de 35,24%, no momento mais atual.

Observa-se então o aumento dos valores de NDVI em classes que denotam a maior presença de vegetação, no período seco de setembro/2019 em intervalos com NDVI acima de 0,51 e em período chuvoso.

Valores da média de NDVI maiores nos meses analisados entre os anos 2019/2020 e aumento da proporção da área para classes superiores indicando a presença de vegetação mais densa nos últimos 20 anos. Entende-se que isso provavelmente deve-se ao fato do aumento de uma maior área destinada ao plantio agrícola, que comumente ao longo dos meses chuvosos, como dezembro, está coberta pelo plantio das safras principais. Contexto diferente de dezembro/1999, onde se tinha área reduzida destinada a diferentes sistemas de plantio agrícola. Além disso, para as médias de NDVI maiores em 2020 e 2019 do que em 1999 e 2000, houve influência dos valores máximos positivos das classes superiores que atualmente a área apresenta, no qual eventualmente correspondem a fragmentos de áreas verdes e áreas de preservação que puderam se consolidar ao longo do tempo, a partir de uma segmentação que se estabeleceu de modo evidente de áreas reservadas somente para plantio agrícola, melhor observado na Figura 30.A, no qual mostra a estimativa de NDVI para estação seca de setembro/2019. No entanto, os anos 1999/2000 apresentou amplitudes menores entre os valores máximos e mínimos, remetendo a noção de maior homogeneidade espacial em termos de vegetacionais e uma menor interferência que atualmente exhibe.

Figura 31- Frequência de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 2019/2020.



Organização: Autora, 2021.

Para os meses de setembro/2019 e junho/2019 com características climáticas que se assemelham em alguns aspectos, o aumento da média de NDVI e de áreas com vegetação mais densa pode se explicar pelo comportamento da vegetação em locais em que há disponibilidade hídrica como ao redor de cursos d'água, como locais de mata ciliar como foi percebido também por Couto Júnior (2007) em estudo de identificação de assinatura temporal de NDVI em fitofisionomias do Cerrado.

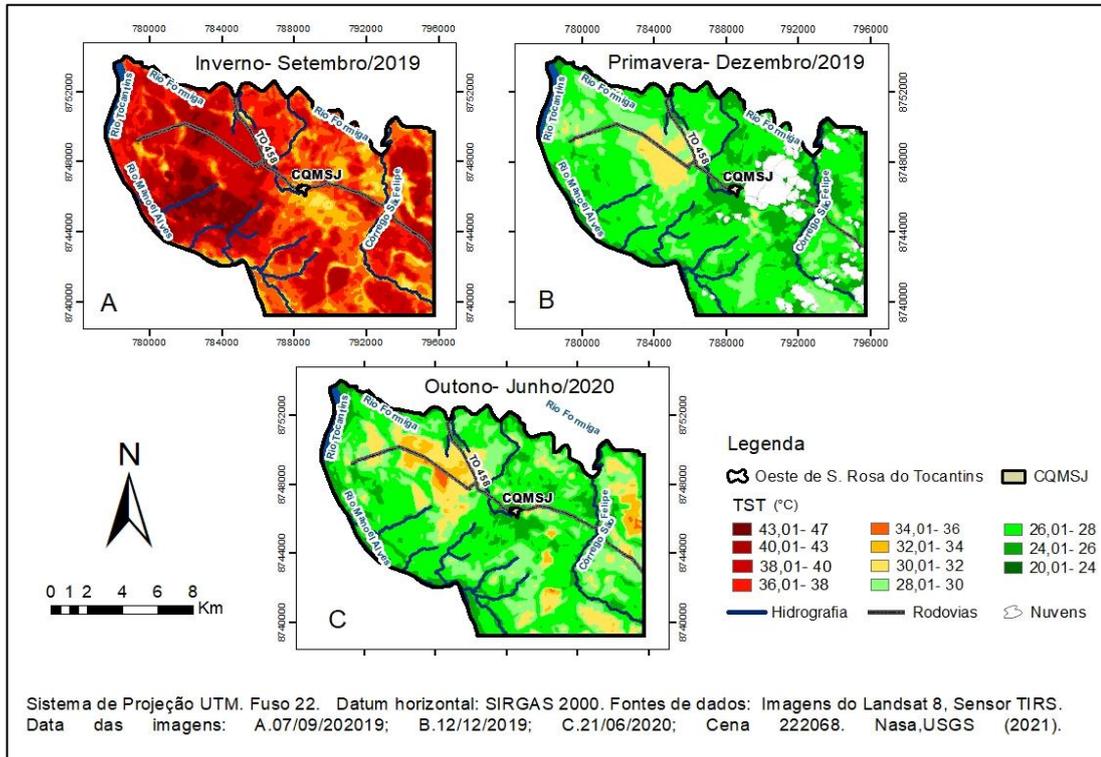
5.3.2 TST (Temperatura de Superfície Terrestre) anos 2019-2020

A média de TST para o mês de setembro/2019 foi de 37,32°C, com desvio padrão de 3,216, indicando um conjunto diverso de valores de TST, que variam entre a máxima de 46,98°C e a mínima de 27,94°C, e resultam numa amplitude de 19,04°C.

Para dezembro/2019 a TST média foi de 27,11°C e desvio padrão de 1,400, com variação entre máxima e mínima de 32,12 a 20,99°C. A amostra de TST para esse mês obteve a menor amplitude quando comparados aos outros meses de setembro/2019 e junho/2020. Em junho/2020 os valores de TST máximos e mínimos variam entre 35,13 e 24,13°C, com média de 27,83°C, com desvio padrão de 1,999.

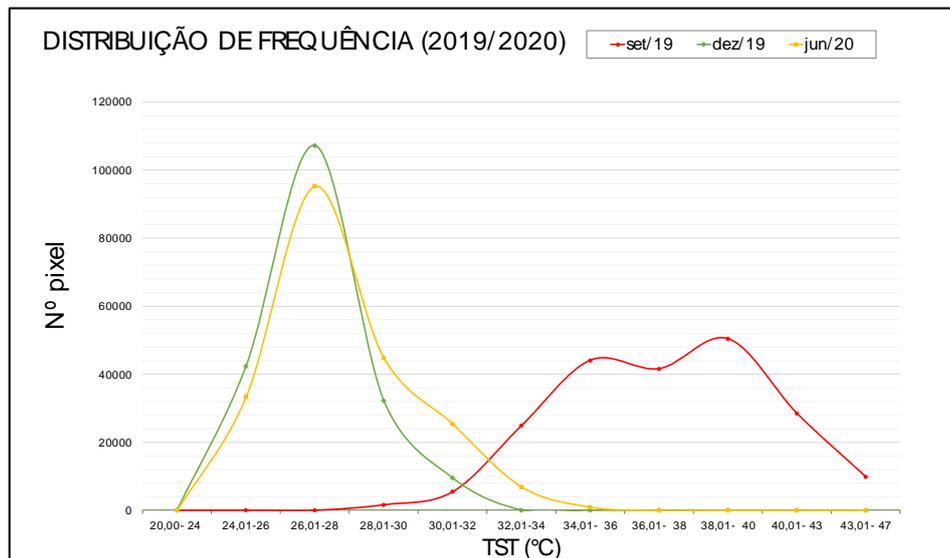
A múltiplas tonalidades de cores da Figura 32 indicam a variação espacial entre os intervalos de classes de TST, foram geradas a partir de estimativas deste parâmetro.

Figura 32- TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 2019/2020.



Organização: Autora, 2022.

Figura 33- Frequência de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 2019/2020.



Organização: Autora, 2022.

Para setembro/2019 os valores de TST se concentram em medidas bem distribuídas entre as classes de 34,01°C a 40°C. O intervalo de classe com maior distribuição sobre a área, são os valores de 38,01 e 40°C, com uma proporção de 24,4% da mesma. Além da perda de biomassa da vegetação natural devido a estiagem, e a presença de áreas queimadas,, nesse

momento o solo que se encontrava exposto em áreas agrícolas, a espera do retorno das chuvas para um novo plantio, foram responsáveis pela elevação da TST em setembro/2019.

Os meses de dezembro/2019 e junho/2020 apresentam concentração de TST em classes semelhantes, entre 24,01 e 32,01°C, embora em diferentes proporções sobre a área, como demonstra o Quadro 6. Em dezembro/2019 os valores de TST em maior proporção se concentram entre 26,01°C e 28°C, com ocorrência em 56% da área de estudo. Para a mesma classe, junho/2020 apresenta em 46,1% da área. Este mês considerado quente, apresentou maiores concentrações de TST em classes um pouco mais elevadas que o mês de dezembro/2019, reunindo 15,5% a mais em intervalos acima de 28 °C.

Quadro 6- Concentração de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) por área (2019/2020).

Classes TST	%set	%dez	%jun
20,00- 24	0,0	0,1	0,0
24,01- 26	0,0	22,1	16,1
26,01- 28	0,0	56,0	46,1
28,01- 30	0,8	16,8	21,7
30,01- 32	2,6	5,0	12,3
32,01- 34	12,1	0,0	3,3
34,01- 36	21,4	0,0	0,5
36,01- 38	20,2	0,0	0,0
38,01- 40	24,4	0,0	0,0
40,01- 43	13,8	0,0	0,0
43,01- 47	4,8	0,0	0,0

Organização: Autora, 2022.

Entre os anos de 1999 a 2019, no mês de setembro houve o aumento das proporções em classes superiores de TST ao longo do tempo, o que antes se concentrava em intervalos de 30°C a 38°C (Quadro 4), em anos mais recentes os intervalos aumentaram para classes entre 32,01 a 43°C (Quadro 6). Sendo assim percebeu-se o ajuntamento em proporções com valores superiores, essa mudança redistributiva provavelmente foi induzida pelo aumento de áreas desmatadas, ou substituição de pastagem natural para fins agrícolas, que em períodos quente e seco se expressam com mais ênfase devido boa parte dessas áreas se encontrarem com o solo exposto, ou parcialmente desnudos, com poucos resíduos vegetais, muitas vezes aguardando o retorno das chuvas para o plantio da safra principal.

5.3.3 Análise de Temperatura do ar (TA) entre os anos 2019/2020

Neste capítulo é desenvolvido a análise da temperatura do ar coletada por transecto móvel ao longo da rodovia To-458 como a metodologia aponta, entre os anos de 2019 e 2020.

Castro e Souza (2022), basearam-se nos dados meteorológicos disponibilizados pela Estação Automática de Santa Rosa do Tocantins (INMET), para verificar os sistemas atmosféricos atuantes durante os dias de coletas por transecto. Durante as estações secas de inverno (11/09/2019) e outono (19/06/2020) predominou a massa de ar tropical atlântica (mTa), com ventos vindos do quadrante leste, o tempo estável com poucas nuvens para a data de junho e as temperaturas do ar variaram de 18,8°C e 38,7°C em setembro. Na coleta em dezembro (19/12/2019), ao final da primavera, a massa de ar tropical atlântica (mTa) se mantém, e a direção do vento passa a vir de outras direções além do leste, advém também do sudeste e norte, a presença de chuvas contribui para diminuir a amplitude das temperaturas, se comparado aos dados coletados em período seco, como em setembro. Na coleta em março (14/03/2020) houve a atuação de duas massas, a mTa e a mEa, ventos provenientes dos quadrantes leste, nordeste e sudeste, e maior nebulosidade.

Comparando os horários determinados para a coleta, às 9h, 15h e 21h, coletados em um dia para cada estação, infere-se que as menores temperaturas estão em subtrechos cujo em torno predominam formações vegetais nativas.

Notou-se que os subtrechos envoltos em áreas de pastos e plantações, coberturas que modificam de modo mais expressivo a superfície, contêm os pontos que apresentam as temperaturas mais elevadas.

Considerando todas as coletas, os conjuntos de dados do episódio de setembro apresentaram os maiores valores de temperatura. Para as 15h, dezembro apresenta as leituras mais baixas, por influência do tipo de tempo nublado e chuvoso, nos horários restantes, a temperatura do ar nesse mês supera as leituras de março e junho. Março apresenta temperaturas mais do que junho a partir do 15º ponto em diante no transecto. O mês de junho possui o conjunto de temperaturas mais baixas para os horários das 9h e 21hs quando comparado aos demais meses.

Durante os horários em que houve a coleta de TA, a temperatura se elevava normalmente em subtrecho do ponto onde se aferia a temperatura máxima ao longo do traçado. Isso ocorreu também para os registros de menores TA, a temperatura diminuía no subtrecho cujo o ponto que registrava a menor temperatura fazia parte. Assim, pela junção de pontos de coleta reunidos em subtrechos com mesma cobertura ou uso da terra, é possível perceber a diferenciação térmica ao longo do eixo de coleta, permitindo perceber que a natureza da

superfície a medida em que se altera pode influenciar na elevação ou queda da temperatura do ar no transecto.

A variação altimétrica não contribuiu para a elevação ou a queda da temperatura do ar ao longo do trecho. A diferença de altitude entre a menor cota, no ponto 1 (225m), e a maior cota, no ponto 17 (289m), totaliza somente 64 metros. A correlação entre a TA e a altitude, conforme os parâmetros evidenciados pela Correlação de Pearson, mostrou-se pouco significativa, por meio de valores que variam entre -0,5 e 0,5 (CASTRO; SOUZA, 2019).

5.3.3.1 A Temperatura do ar (TA) ao longo da rodovia TO- 458 às 9h.

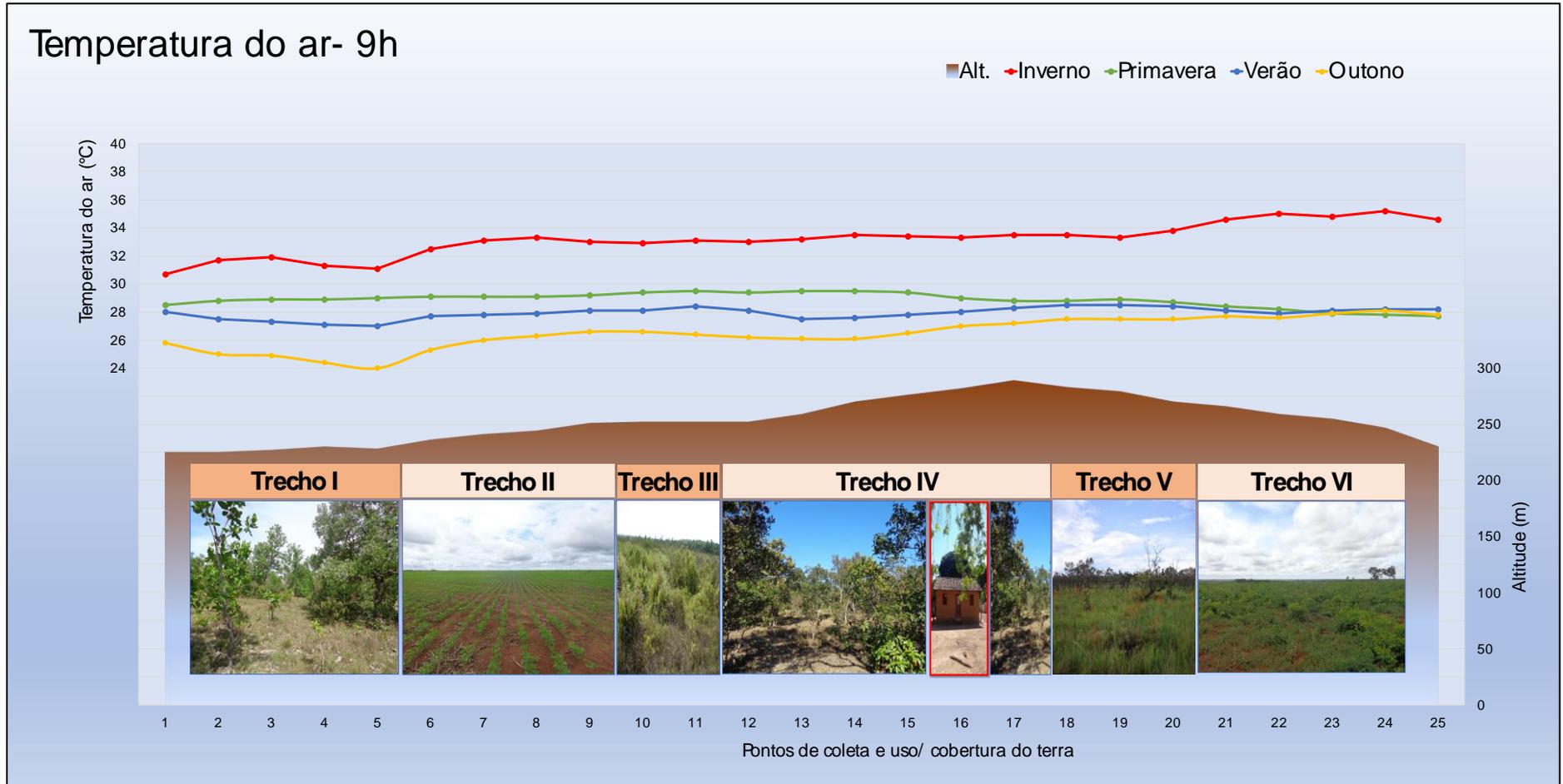
A Figura 34 demonstra as leituras de temperatura do ar ao longo dos subtrechos na rodovia TO- 458. A partir das 9h em diante, a temperatura sobe rapidamente à medida em que é coletada no transecto, isso é explicado pelo rápido aquecimento do ar depois do nascer do sol, momento em que se inicia a transferência de energia emitida pela superfície (radiação infravermelha) e a condução de calor sensível para o ar (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Esse processo atinge seu pico máximo por volta das 15h, quando as maiores temperaturas do dia normalmente são registradas.

Para esse horário das 9h, as menores temperaturas foram registradas em subtrechos inseridos em área de vegetação nativa, em matas ciliares ou no cerrado típico, grande parte no início do transecto. Analisando o conjunto de dados referente ao dia coletado em setembro de 2019, no final de inverno, e em dezembro de 2019, no final de primavera, as temperaturas mais baixas foram registradas em pontos cujo em torno fica em mata ciliar. Já as temperaturas maiores se situam em volta de subtrechos inseridos em áreas de transição que mesclam pasto/lavoura e capoeira/cerrado/pasto, exceto para a coleta realizada no final de primavera, que se situa em um subtrecho cuja vegetação é de capoeira.

Em 11/09/2019, final de inverno, a TA média foi de 33,2 °C, sendo que a mínima, de 30,7 °C, estava situada no ponto inicial do trecho, ponto 1, ao redor onde há predominância de mata ciliar. Já a máxima, de 35,2 °C, ocorreu próxima no 24° ponto do traçado de coleta, onde a cobertura do solo é de capoeira, no *subtrecho VI*.

No dia 19/12/2019, final de primavera, o trecho teve uma temperatura média de 28,9 °C, sendo a mínima de 27,7 °C no 25° ponto do transecto, com vegetação de mata ciliar. A máxima, de 29,5°C, se repetiu em 3 pontos de coleta, no 11°, onde ao redor é caracterizado pela cobertura vegetal de pasto/lavoura e nos pontos 15° e 16°, cercados pela vegetação de cerrado típico, no *subtrecho VI*. Nesse conjunto, há um aumento da temperatura a partir do ponto 5, *subtrecho I*

Figura 34- Temperatura do ar às 9h.



Fonte: Castro (2020), adaptado pela autora (2022).

(cerrado típico/cerradão), até um pouco depois de onde se encontra a máxima temperatura, logo após o ponto 15, *subtrecho IV* (cerrado típico), depois a temperatura começa a apresentar valores menores até o final do trecho.

Os registros para a estação de verão, no episódio de 14/03/2020, período chuvoso, a média do trecho foi de 27,9 °C. A mínima foi de 27,0 °C, localizada no ponto 5, pertencente ao *subtrecho I*, em que há predominância de cerrado típico ao redor. A máxima foi de 28,5 °C, esta última observada em 2 pontos coletados, no 18° e o 19°, posicionados no *subtrecho V*, cuja cobertura oscila entre cerrado típico, capoeira e pastagens.

Em 19/06/2020, final de outono, a temperatura média foi de 26,5 °C, a temperatura mais baixa foi de 26,1 °C, mensurada no *subtrecho IV* (pontos 13 e 14), no entorno da vegetação de cerrado típico. A maior temperatura foi de 28,1°C, no ponto 24, local cercado por capoeira, e que faz parte do *subtrecho IV*, já no final do transecto.

Durante a coleta a partir das 9h, a marcha de TA apresenta uma tendência em aumentar conforme a coleta se estende pelo transecto e se aproxima do seu final. No entanto, isso fica mais evidente em períodos secos e quentes, para os dados dos episódios de setembro (2019), final de inverno, e de junho (2020), final de outono. São desses conjuntos coletados às 9h, as maiores amplitudes térmicas.

No entanto, a coleta feita em junho possui o conjunto de dados de temperaturas do ar mais baixas, quando comparados aos demais dias de coleta para esse mesmo horário, variando entre 24°C e 28,01 °C. Já em 11/09/2019, vê-se o conjunto de temperaturas do ar mais altas, de 30,7 °C a 35,2 °C. A ocorrência de classe com menores valores de temperatura mínima se dá porque no mês de junho as temperaturas registradas normalmente na madrugada costumam atingir valores mais baixos que nos demais períodos. Enquanto que o mês de setembro apresenta madrugadas mais aquecidas, resultantes do acúmulo de calor do dia anterior.

Quanto à variação dos dados a partir da média, comparando a temperatura do ar para esse horário e considerando todo o conjunto de dados coletados em cada estação, os dados referentes ao episódio de verão, coletados em março, se mostraram mais homogêneos, com um desvio padrão de 0,402, assim como a menor amplitude térmica para esse horário, seguido do conjunto coletado na primavera, com desvio padrão de 0,515. Isso se explica pelo tipo de tempo (nublado e chuvoso) típico dessas estações, ambas dentro do período chuvoso, onde a umidade do ar mais elevada atua para uma maior constância das temperaturas.

As menores temperaturas para os dias coletados nos episódios de final de inverno, período seco, e de final de primavera, período úmido, se concentraram no início ou no final do transecto, onde predominam a mata ciliar. Para os demais conjuntos dos dias coletados, nos

episódios de verão e de outono, as menores temperaturas se concentraram em subtrechos do transecto em proximidade ao cerrado típico e mata ciliar.

As temperaturas máximas das coletas realizadas nos episódios de final de inverno e de outono, localizam-se no mesmo ponto, ao redor de capoeira e ambos em períodos estacionais semelhantes, com característica quente e seca, podendo ter influência do tipo de cobertura. Por ser uma cobertura menos densa, em períodos secos a capoeira pode ter parte do solo exposto devido o pouco sombreamento da vegetação menos densa, aumentando assim o aquecimento na superfície do solo e diminuindo sua a umidade, o que facilitaria o aquecimento mais intenso do ar pela emissão de calor sensível a 1,5m de altura, para 9h.

Nos períodos chuvosos, em episódios de final de primavera e de verão, observa-se que as temperaturas mais altas, em sua maioria, se situam em subtrechos inseridos em áreas de transição entre cerrado típico e capoeira, onde se mesclam também pastagens e lavouras. A T_a máxima na primavera, também foi registrada em outros dois pontos localizados ao redor do cerrado típico. Para essa leitura, outros fatores além da cobertura da terra podem ter deslocado massa de ar quente para a área circundante.

No período chuvoso, a vegetação apresenta ganho de biomassa, e a velocidade do vento é menor às 9h, com exceção dos momentos de aproximação de nuvens carregadas que precedem a ocorrência das chuvas, além do que a análise no horário das 9h, se mostrou mais indefinida e influenciado pelo fator temporal do aquecimento matutino (natural), é possível então que essa conjuntura atue no sentido de manter temperaturas mais elevadas em pontos com a vegetação nativa mais presente, dificultadas pela ausência de vento a circulação e a renovação do ar. No entanto, essa hipótese, exige verificação com maior detalhamento para a sua verificação.

5.3.3.2 A coleta de Temperatura do ar (TA) ao longo do trecho na rodovia TO- 458 às 15h.

Num horário mais crítico sob o ponto de vista do calor, na coleta às 15h (Figura 35), as menores temperaturas registradas também foram aferidas em pontos inseridos em subtrechos dentro ou próximos à vegetação nativa de cerrado típico ou mata ciliar.

No dia 11/09/2019, no episódio de final de inverno, o transecto apresenta a menor variação de temperatura a partir da média, com desvio padrão de 0,562. No entanto, é o conjunto com as maiores temperaturas, com a média de 39,9 °C.

A marcha de temperatura do ar apresentou uma pequena elevação no início do trecho, no início do *subtrecho II*, com o uso da terra voltado para o cultivo agrícola, onde houve o registro da maior temperatura para o horário, de 40,7°C, no ponto 9. Já a menor temperatura do

ar ocorreu no ponto 17, do *subtrecho IV*, com 38,5°C, situado logo depois do povoado da CQMSJ, imerso no cerrado típico.

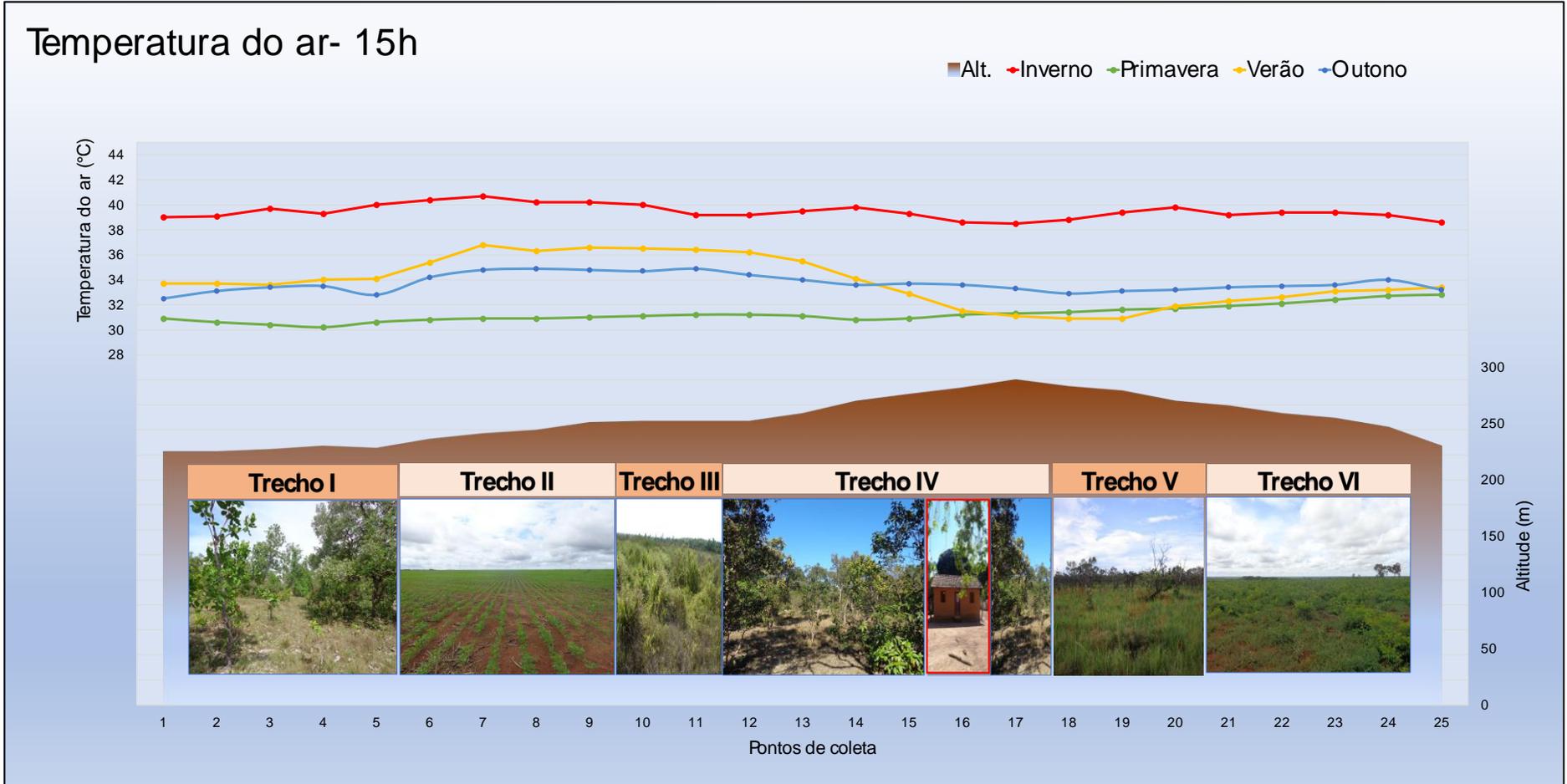
Em 19/12/2019, no episódio de final de primavera, a média do trecho foi de 31,3 °C. A partir das 15hs, o trecho apresentou as menores temperaturas no início do *subtrecho I*, ao redor do ponto 4, com a cobertura de cerrado típico, onde houve o registro da menor temperatura, de 30,2 °C. Depois gradativamente se eleva, tendo uma pequena alta acumulada que se concentra ao final do transecto, ao redor do ponto em que há o registro de maior temperatura do ar, de 32,8 °C, no último ponto (25°), local próximo de mata ciliar. Ainda assim, é o conjunto que, ao todo, possui as menores temperaturas para as 15h, também varia pouco em relação à média, com o desvio padrão de 0,663. Variações de nebulosidade ao longo dessa coleta, podem explicar a menor média de TA, bem como suas oscilações ao longo do trecho, a medida em que era coletada, as nuvens foram se dissipando e o tempo foi abrindo, este fator pode ter influenciado o aumento da temperatura ao final do transecto.

A marcha de temperatura em 14/03/2020, no episódio de final de verão, apresentou média de 33,9 °C. No início do transecto houve registros de TA um pouco abaixo da média, mas que logo se elevou ao chegar um pouco depois da metade do *subtrecho I* (cerrado típico) até chegar na máxima registrada já no *subtrecho II*, inserida em da área de cultivo agrícola (Ponto 9), de 36,8°C. Em seguida, permaneceu sempre próximo à máxima no *subtrecho III*, na área de transição com presença de pastagem e lavoura, até a metade do *subtrecho IV* (Ponto 14), com cobertura de cerrado típico.

Depois a temperatura oscila mais rapidamente e ao chegar no início do *subtrecho V*, registra a menor temperatura do transecto em dois pontos consecutivos, o 20° e 21°, de 30,9°C, em área de transição entre o cerrado típico e a capoeira, mesclando-se com pastagem. Essa variação acentuada na temperatura do ar fica mais evidente ao se chegar a 1,865 como valor de desvio padrão, sendo a maior oscilação a partir da média, para o horário das 15h. Esse resultado para o período chuvoso, novamente se explica pela variação da nebulosidade ao longo da coleta, que tende a encobrir mais a área conforme se aproxima ao final do transecto. A variação de nebulosidade interfere muito na temperatura do ar, que responde rapidamente à maior ou menor incidência da radiação solar. A amplitude mais alta pertence também à coleta das 15h, para o final de verão, de 5,9°C.

No episódio de junho, em 19/06/2020, ao final do outono, registrou-se no 1° ponto a temperatura mais baixa de todo o trecho, de 32,5 °C. Embora a variação da marcha de temperatura para esse dia seja baixa, com desvio padrão de 0,686 em relação à média, de 33,7°C, depois da aferição da menor temperatura logo no início do transecto, a mesma se eleva

Figura 35- Temperatura do ar às 15h.



Fonte: Castro (2020), adaptado pela autora (2022).

pouco a pouco, próximo ao 10º ponto, em que é verificada a maior temperatura do ar, de 34,9°C. Esse ponto está situado um pouco depois da metade do *subtrecho II*, que se insere dentro da área de monocultivo. Medidas próximas à máxima se prolongam até o final do *subtrecho III* (Pasto/ Lavoura), quando lentamente diminuem até o final do *subtrecho V* (Capoeira/cerrado típico/ Pasto) e voltam a subir no último subtrecho, em que predomina a vegetação secundária de capoeira, não ultrapassando os 34°C no penúltimo ponto.

Em geral, para esse horário a temperatura é um pouco mais estável no tempo (cronológico), diferentemente das 9h, no qual existe influência de um rápido ganho de calor. Às 15h dos episódios de inverno, primavera e outono os pontos com as temperaturas mais baixas se situam sobre cobertura de cerrado típico, é provável que esses valores estejam vinculados ao processo de evapotranspiração da cobertura vegetal que transfere vapor d'água para o ar, pela perda de calor latente, resfriando o ambiente.

As temperaturas mais altas se concentram nas coletas realizadas em períodos quente e seco, em finais de inverno e outono, e também no verão, no final do período chuvoso, fazem parte de pontos no *subtrecho II* que está imerso numa área destinada ao plantio agrícola.

Em março, a leitura apontou T_a mais baixas para o subtrecho em que consiste numa área de transição que não ultrapassa mais que 2 km, onde há cobertura de cerrado típico mesclando-se ora com pastagens, ora com a presença de vegetação secundária de capoeira, com coberturas não uniformes do solo e com intervenção antrópica. Também foi o conjunto com maior desvio padrão da média de T_a para às 15h. Tais observações podem ser explicadas pelas variações de nebulosidade durante as coletas, realizadas num dia ao final do verão, em que a atmosfera se encontrava mais instável.

Nesse horário, durante o período de estiagem em áreas agrícolas (na entressafra), sem as condições favoráveis ao plantio o solo fica a espera e quase sempre exposto ou coberto por palhas, nesse momento há maior absorção de radiação visível (ondas curtas) pela superfície, isso faz com que a superfície aquecida se torne uma fonte de infravermelho (ondas longas), que emitem calor sensível para as primeiras camadas acima da superfície. Conforme explica Gartland (2010), o ganho de calor no ar se dá pela emissão de radiação infravermelha (ondas longas), partindo da superfície aquecida, atinge seu ápice aos 1,5m a 2 m acima do solo, devido o tempo de defasagem de 2 a 3 horas após o pico de energia radiante no meio-dia quando a superfície recebe a maior carga de energia solar para um dia.

5.3.3.3 A coleta de Temperatura do ar (TA) ao longo do trecho na rodovia TO- 458 às 21h.

O gráfico em linha demonstrado na Figura 36 mostra a variação de TA ao longo do transecto durante as estações, aferida às 21h. Às 21h, no dia 11/09/2019, a TA varia entre 24,6°C e 28,4°C, apresentando uma maior amplitude em relação aos outros conjuntos de dados coletados para esse horário. Observa-se que logo depois do início da coleta, assim que foi aferida a menor temperatura no Ponto 2, de 24,6°C, ainda no *subtrecho I* (cerrado típico), a marcha de temperatura tende a aumentar lentamente em subtrechos cujo entorno é cercado por áreas de monocultivo, *subtrecho II*, ou de transição entre pasto/lavoura, *subtrecho III*. Ao chegar no subtrecho seguinte, *subtrecho IV*, pontos circundados por vegetação nativa de cerrado típico, ela exibe uma leve queda, mas antes de terminá-lo volta a aumentar até atingir a máxima temperatura, de 28,4°C, coletada no Ponto 16, onde se situa no povoado da CQMSJ. Do final desse trecho em diante a TA mantém-se mais alta e atinge novamente no mesmo valor máximo, de 28,4°C, Ponto 19, agora situado ao redor de pasto e cerrado típico, *subtrecho V*. Avante no transecto, a partir do último subtrecho (Capoeira) a TA volta a cair discretamente, até atingir 25°C, no último Ponto, em que fica ao redor de mata ciliar, sobre o Córrego São Felipe.

Levando em consideração a temperatura mais alta coletada no povoado da CQMSJ, tem-se a relação entre a variação espacial da TA e a natureza da superfície num episódio dentro do período quente e seco. A influência dos materiais presentes nas moradias (alvenaria), além do próprio metabolismo causado pela aglomeração de casas e circulação de pessoas (uso de veículos, equipamentos elétricos, fogões à lenha e à gás etc.) contribuíram para geração de calor e consequente elevação da TA. Esses elementos contribuem para uma maior absorção de radiação durante o dia (materiais construtivos), que depois é liberada lentamente durante à noite.

No dia 19/12/2019, a média de TA para o transecto das 21h foi de 25,8°C, o comportamento da temperatura para esse dia e horário é bem uniforme, com a variação de temperatura de 0,132 (Desvio padrão). A maior temperatura é aferida no 1º ponto, de 26,1°C, que é rodeado de mata ciliar, segue ainda numa marcha razoavelmente uniforme durante todo o *subtrecho I*, circundado por vegetação nativa de cerrado típico. Como a diferença de temperaturas não ultrapassam 0,5°C, as leituras continuam ao longo do trecho sem mudanças expressivas, até os *subtrechos IV* (cerrado típico), *V* (Pasto/ cerrado típico) e *VI* (Capoeira), no qual três pontos marcam a menor temperatura de 25,6°C, os pontos 17, 19 e 22.

Para o final de verão, episódio de 14/03/2019, a TA média foi de 25,2° C, sendo que em todo o transecto o comportamento também é uniforme, tanto em relação à média, com desvio

padrão de 0,464, quanto pela diferença entre a TA máxima e TA mínima de 1,6 °C. A temperatura aumenta próximo ao Ponto 7, que registra TA máxima de 26,1°C, área que pertence ao *subtrecho II*, inserido em área de monocultivo. Sem oscilações bruscas, tende a ir baixando até os menores registros de TA no transecto, aferindo-se mínima de 24,5°C no Ponto 21, início do *subtrecho VI*, imerso em local com vegetação secundária de capoeira.

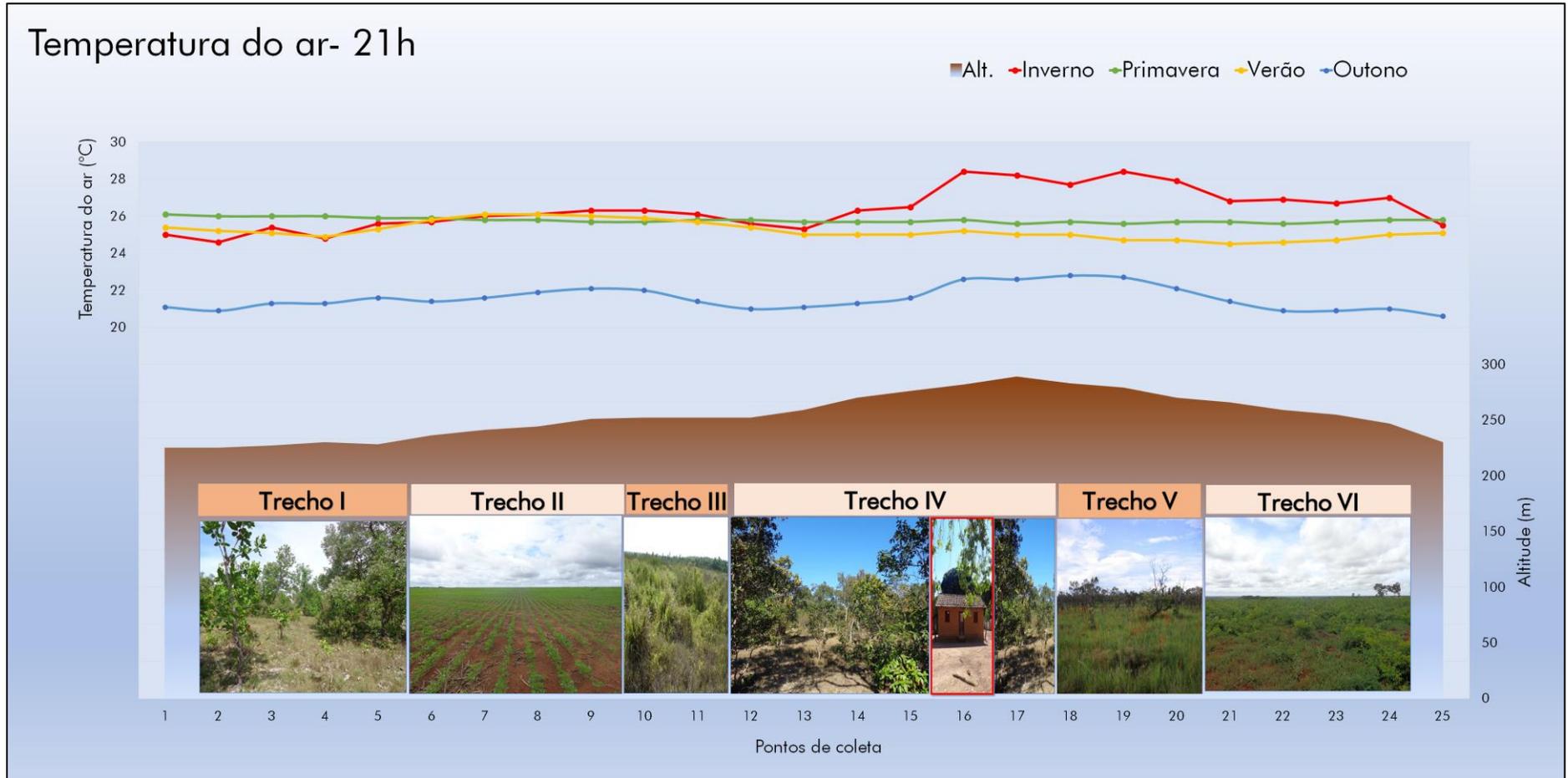
Próximo ao final de outono, na coleta de 19/06/2020 para as 21 horas, a TA se mantém estável até o Ponto 16, local de moradia da CQMSJ. A partir dele, final do *subtrecho IV* (cerrado típico), ela se eleva e se concentra no *subtrecho V*, área que registra a TA mais alta do transecto, no Ponto 18, de 22,8°C, inserida numa cobertura de transição entre o cerrado típico e a capoeira. Logo em seguida, conforme a coleta segue para o final do transecto, a temperatura diminui no *subtrecho VI* (Capoeira) e registra a menor TA no último ponto, sobre a ponte do córrego São Felipe, onde há a presença de mata ciliar.

Observa-se que as leituras feitas em coletas de períodos chuvosos, têm as maiores temperaturas do ar início da coleta, antes da metade do transecto, e as menores se apresentam depois da metade do transecto, embora sejam conjuntos de TA mais uniformes. O oposto acontece nas coletas em períodos secos, onde as menores temperaturas são aferidas no início do transecto e as maiores próximas ao final.

Desperta-se atenção para o fato de que as maiores temperaturas para os conjuntos de TA coletados em períodos secos, a exemplo das coletas de inverno e de outono, se concentram em pontos aferidos próximos ao povoado da CQMSJ. Fato explicado pelo tipo de tempo estável (poucas nuvens) próprio do inverno, havendo incidência livre da radiação solar, a radiação incide mais diretamente sobre as moradias, permitindo com que cada componente e tipo de materiais ali presentes armazene uma quantidade de calor significativa ao longo de todo o dia, que posteriormente será liberado lentamente nas primeiras horas da noite, marcada pela ausência de atividade solar.

Assim, nesse período, a natureza dos materiais na superfície apresenta uma influência maior sobre a temperatura do ar. No povoado da CQMSJ, se concentram tipos variados de moradias, algumas foram construídas a partir de técnicas tradicionais como as casas de adobe e taipa (Figura 38), em maior número, outras casas construídas pelo modo convencional, de alvenaria. Embora maioria dos quintais sejam arborizados, normalmente com árvores frutíferas, como manga, pequi, caju, a densidade de vegetação presente não é suficiente para impedir que o solo e as moradias se aqueçam mais e liberem mais calor sensível. Outro elemento observado diz respeito à rua principal da comunidade, que permanece com solo exposto. A junção de tais fatores é responsável pela elevação da temperatura do ar.

Figura 36- Temperatura do ar às 21h.



Fonte: Castro (2019), adaptado do pela autora (2022).

Na coleta de outono, em 19/06/2020, o 25º ponto registrou a menor temperatura, de 20,6°C, às 21h. O último ponto não possui influência de superfícies artificiais (construídas), mas de mata ciliar, com isso se resfria mais rapidamente sob condições de céu claro, típicas do mês de junho, período quente e seco, resultando na temperatura do ar mais baixa.

O oposto acontece na coleta de primavera as 21h, no 1º ponto em volta de mata ciliar, foi registrada a maior temperatura do ar do trajeto, de 26,1 °C. O efeito da umidade do ar, mais elevada em dezembro, além da ventilação reduzida, pode ter influenciado esse dado.

Para as 21h, as temperaturas mais baixas dos episódios de setembro e de junho foram em pontos cercados pela vegetação de cerrado e de mata ciliar. Para dezembro e março os pontos de coleta com temperaturas mínimas se situaram em locais envoltos ao subtrecho onde predomina a transição de cerrado para a capoeira. A coleta em junho apresentou o conjunto de dados de temperatura mais baixas para esse horário de 21h.

A partir do momento em que a radiação terrestre emitida no ar é maior do que a radiação solar incidente no solo, a temperatura diminui gradualmente, o que ocorre ao anoitecer. No entanto, às 21h outros fatores, além da cobertura da terra e a ausência de incidência solar, podem interferir nos valores de temperatura do ar.

Durante o início da noite pode haver trechos em que há a existência de massa de ar quente, o que ocasiona um aumento de temperatura do ar inesperado em alguns pontos coletados. Como já mencionado, pode ser devido a retenção de calor por matérias construídas, assim como a concentração de poluentes (LOMBARDO, 1985; GBURCIK *et al.*, 2003). Como exemplo, ilhas de calor podem se formar, esse fenômeno é mais observado em regiões urbanizadas como em cidades de médio a grande porte.

Com isso, a temperatura do ar se eleva em trechos onde o calor emitido pela superfície de construções se dissipa no ar, criando bolsões de ar quente. Desse modo, a concentração de calor devido à urbanização atribui às cidades um microclima bastante alterado, a formação da diferenciação horizontal de temperatura a partir de processos antropogênicos (STULL, 1988; OKE, 1982). Assim, por suas próprias dinâmicas e características, o ambiente urbano facilita o estudo de ilhas de calor.

Observações sobre a dissipação do calor no início da noite em ambientes rurais são menos explorados. Quando ocorrem, a maioria dos estudos ressalta diferença de elementos climáticos desse ambiente em comparação ao ambiente urbano, e percebem a pouca diferenciação na temperatura no espaço rural.

Os valores de temperatura do ar na coleta para esse horário, assim como estudos aplicados para o urbano, mostraram um aumento de temperatura por advecção em pontos

coletados próximos ao núcleo habitacional, onde vivem a maior parte dos moradores da CQMSJ e se concentram as residências e vias não pavimentadas (com solo exposto) (Figura 37), que atravessam a comunidade. Conforme apontado, é possível que esses índices elevados tenham relação com as propriedades térmicas dos componentes construtivos que estão presentes no povoado. Em suas moradias, por exemplo, as construções tradicionais de adobe (Figura 38) foram substituídas ao longo dos anos por materiais utilizados em construções convencionais como tijolos cerâmicos, telhas cerâmicas e calçamentos de concreto. Durante o dia, esses materiais absorvem radiação solar e, no início da noite, dissipam calor de modo lento na atmosfera, de modo a contribuir para um ambiente mais aquecido na área de influência do aglomerado de casas. No mesmo sentido, a rugosidade da superfície dificulta a circulação horizontal dos ventos locais, o que possibilitaria o resfriamento mais rápido do ar.

Figura 37- Núcleo habitacional da CQMSJ.



Fotografia: Adaptado *Google Earth*, (2022).

Figura 38- Via principal (TO- 458)



Fotografia: Acervo da autora, (2020).

Figura 39- Casa de adobe na CQMSJ.



Fotografia: Acervo da autora, (2020).

5.3.4 A diferença entre TA e TST entre os anos 2019/2021

Os gráficos nas Figuras 40, 41 e 42 presentes neste subtópico, projetam variáveis climáticas que se modificam conforme o balanço de radiação terrestre, são elas, a temperatura do ar (TA) e a temperatura de superfície terrestre (TST), em função dos diversos usos e ocupação da terra, ao longo da rodovia que perpassa na CQMSJ (TO 458), e durante períodos anuais inseridos em estações quente e seca de inverno e outono, e na estação chuvosa de primavera. Segundo Pereira, Sentelhas e Angelocci (2002), a temperatura do ar próxima ao solo pode sofrer influência da temperatura do solo.

Nos meses de período quente e seco (setembro/ 2019 e junho/ 2020), a TST foi durante a maior parte do trecho superior em relação a TA. No entanto, o mês de período chuvoso, dezembro/2019, em lugares cujo o solo é coberto de vegetação natural, as leituras de Ta ultrapassam as leituras de TST, esta última se eleva em pontos em torno da área de plantio agrícola. Também é em dezembro que se tem maior proximidade entre a TA e TST.

Em setembro/2019 (Figura 40), o aquecimento maior do solo se dá em áreas de vegetação natural, em áreas agrícolas e em locais cobertos por pastagens. Nesse momento, com a redução de biomassa, a superfície perde boa parte de sombreamento da vegetação viva e diminui a umidade disponível no solo, passa então a armazenar calor elevando a TST e também emiti-lo sob forma de calor sensível (radiação infravermelha longa) para a camada de ar mais próxima, aumentando a TA.

A TA e TST se aproximam em uma área de vegetação natural mais consolidada que circunda ao redor do núcleo da CQMSJ, possivelmente devido à maior presença de área foliar e queda de temperatura do solo nesses locais.

Primavesi (1987), a cobertura do solo tem função de proteção, pois reduz a temperatura durante as horas mais quentes do dia, diminuindo a perda de água por evaporação.

Nas estações secas, com o solo nu, a radiação solar que incide diretamente sobre ele, restringe os processos de evapotranspiração, maior parte da energia armazenada na superfície será utilizada no aquecimento do ar, resultando em elevação brusca da temperatura do ar e do solo (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

Valores de TST inferiores que TA em locais de vegetação natural de cerrado típico (início do trecho e próximo à CQMSJ), bem como em áreas de capoeira, durante o momento de período chuvoso e úmido (Figura 41), podem se justificar devido às primeiras camadas do solo e o ar estão supridos de água, maior parte de energia será destinado ao processo de evapotranspiração, principalmente em solos cobertos de vegetação natural ou em áreas

agrícolas plantadas, com isso, parte do balanço hídrico que seria destinada a produção de calor latente (LE) aumenta, diminuindo a fração dirigida para calor sensível (H) e fluxo de condução de calor no solo (G), ou seja, pouca energia radiativa será disponibilizada ao aquecimento das plantas, do ar e do solo (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). Assim, a precipitação pluviométrica altera significativamente o balanço de energia, aumentando o ganho de biomassa, a umidade no solo e no ar, por exemplo.

Outra hipótese é de que no período chuvoso a velocidade do vento seja menor, este fato associado ao ganho de biomassa, dificultam a circulação e a renovação do ar, de modo que mantém a TA mais elevada em pontos com a vegetação nativa mais presente

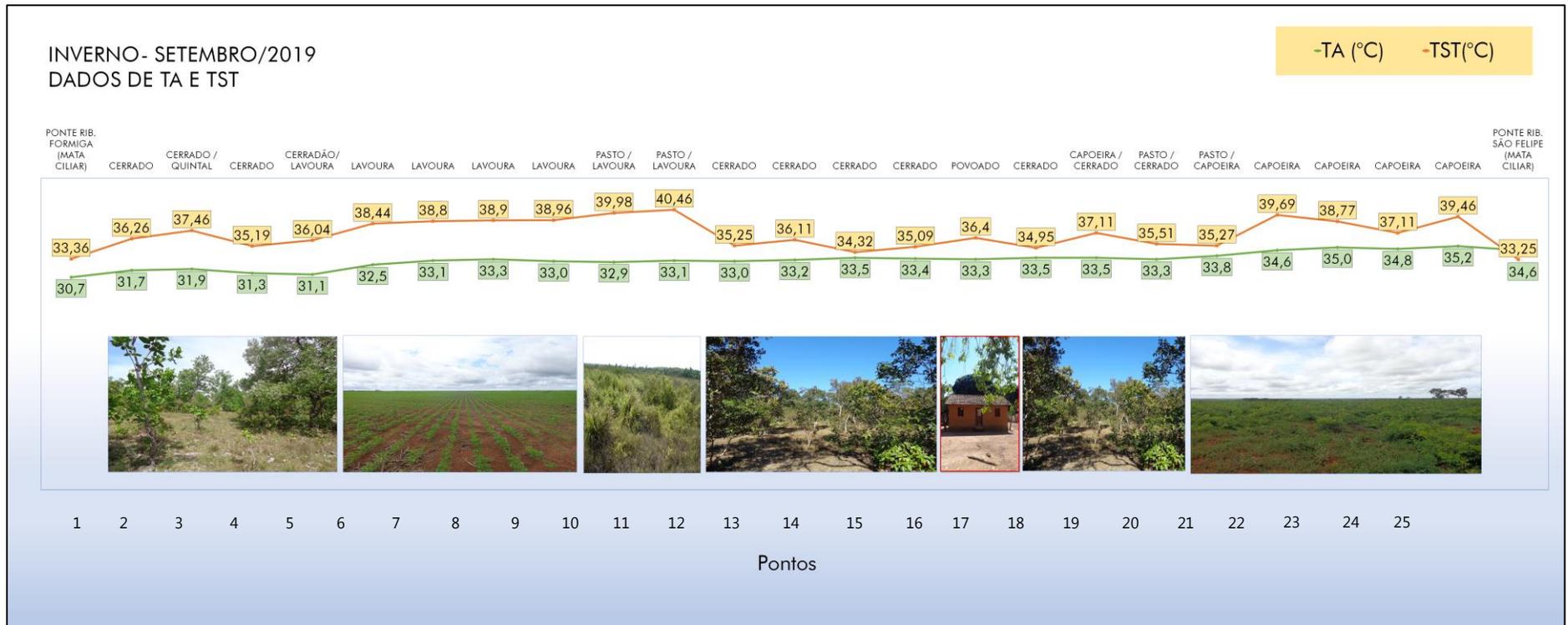
A TST é mais elevada que a TA em pontos inseridos em locais de monocultivo, onde o plantio da primeira safra ainda se encontra em estágio inicial de desenvolvimento, ainda com sombreamento restrito do solo, a radiação vai incidir mais chegando até o mesmo, e favorecendo o fluxo e armazenamento de calor sensível.

A aproximação entre valores de TA e TST pode se explicar pelo tipo de tempo nublado e chuvoso típico da estação de primavera, além de umidade do ar mais elevada, que atuam para uma maior constância das temperaturas.

Em junho (Figura 42), a TST é superior que a TA em boa parte do transecto, com exceção de alguns pontos no qual essas variáveis mais se aproximam, em áreas com a terra coberta por vegetação natural de cerrado típico, e no trecho que se encontra próximo à CQMSJ, incluindo a comunidade. Em poucos pontos isolados (20° ao 25°) inseridos na capoeira, próximo ao final do trajeto, a TA se expressa maior que a TST.

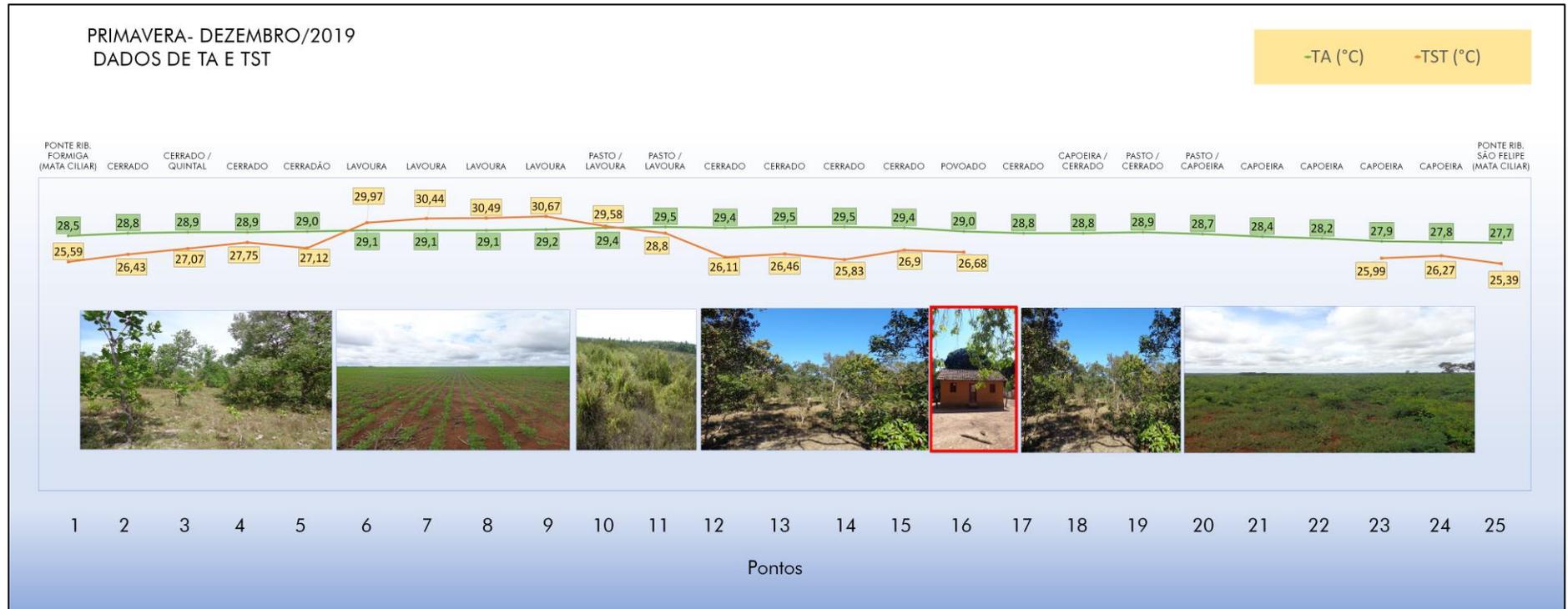
No outono, o mês de junho possui características climáticas similares às do mês de setembro. Diferencia-se pelo maior teor de umidade do ar, e a presença de nuvens e de ventos com maior velocidade contribuindo para valores um pouco menores das variáveis observadas no mês de setembro, pertencente à estação de inverno.

Figura 40- TA e TST em setembro/ 2019.



Fonte: Castro (2019), adaptado do pela autora (2022).

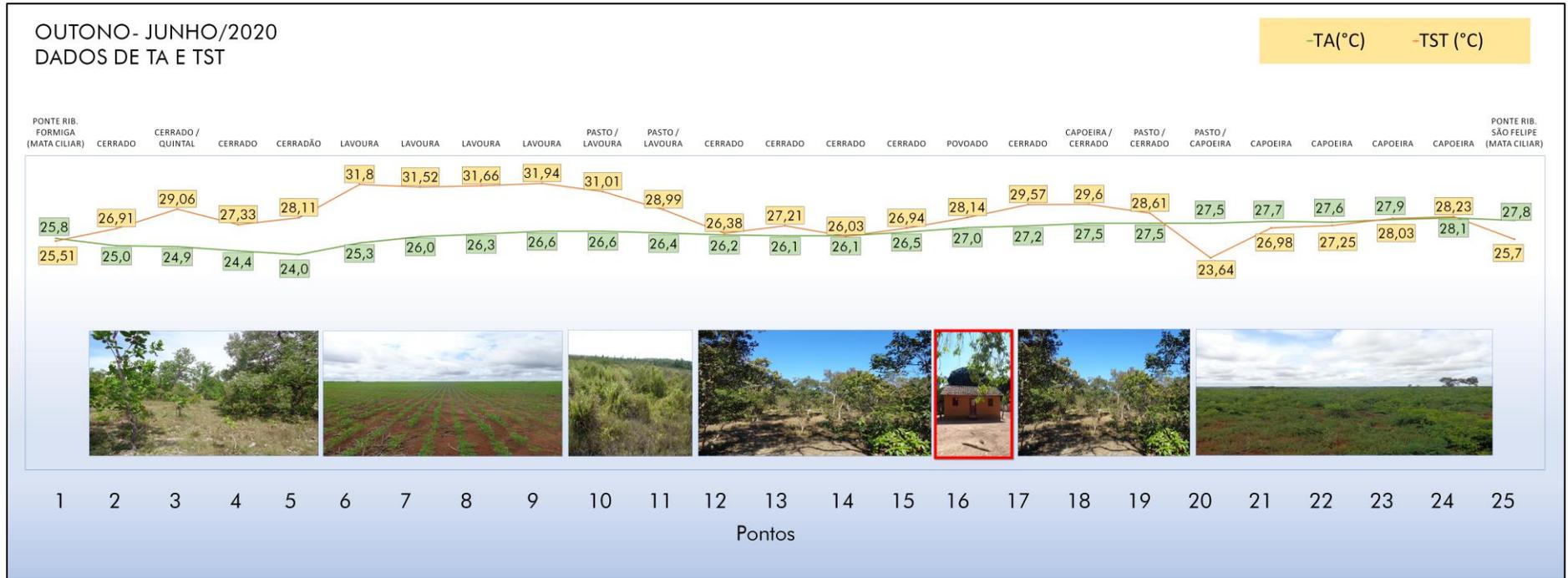
Figura 41- Ta e TST em dezembro/ 2019.⁴



Fonte: Castro (2019), adaptado do pela autora (2022).

⁴ Dados ausentes de Temperatura de Superfície (TST) correspondem a pontos que situavam em locais cobertos por nuvens, de maneira que impossibilitou a verificação de valores dessa variável.

Figura 42- Ta e TST em junho/ 2020.

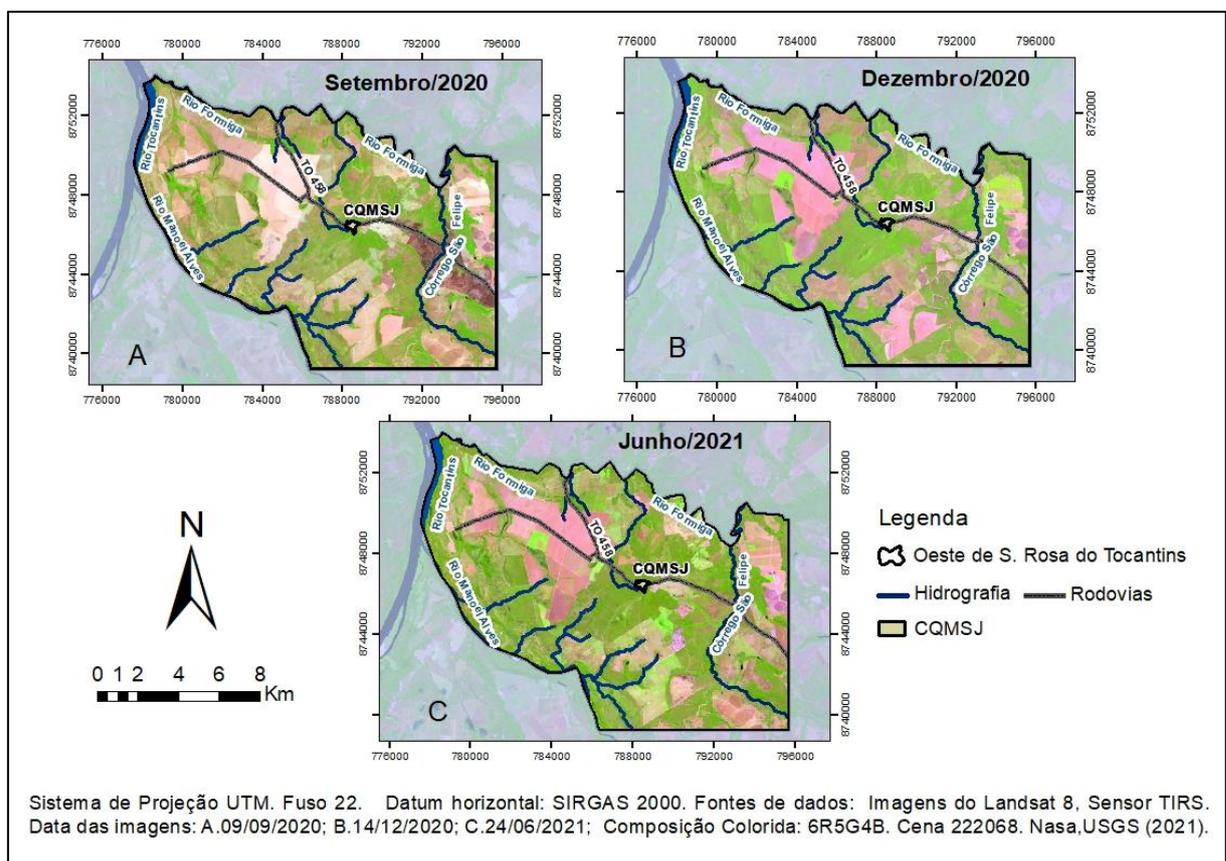


Fonte: Castro (2019), adaptado do pela autora (2022).

5.4 Situação posterior à intensificação do agronegócio na CQMSJ (anos 2020-2021)

Assim como nas imagens de setembro/dezembro de 2019 e junho/2020, as imagens de 2020/2021 em áreas de monocultivo evidenciam a transição entre as épocas de plantação. Como exemplo a mudança sob a maior área de plantio situado na parte oeste e em outros recortes menores demonstrados na Figura 43. Também é possível perceber a variação sazonal da vegetação pela diferenciação de cores ao longo das imagens, no qual os tons verdes indicam vegetação e os terrosos solo exposto parcialmente ou totalmente.

Figura 43- Composição colorida para os anos de 2020/2021.



Organização: Autora, 2022.

Em setembro/2020 além do solo exposto na maior parte em áreas de plantio, a Figura 43. A, ainda evidencia uma região em que houve queimada, localizada na parte leste da área de estudo, transpassando o Córrego São Felipe. Também percebe-se que a vegetação nativa se distingue com maior ênfase entre as demais áreas. Nota-se que para dezembro/2020 boa parte da área de plantio agrícola, a oeste da área de estudo, ainda se encontrava com solo exposto (Figura 43. B), diferentemente de dezembro/2019, ano anterior, que já se tinha áreas plantadas

como se percebe nessa mesma parte da área de estudo (Composição colorida - Figura 29. B). Em junho/2021 a imagem sugere que ainda há plantações nas áreas de lavoura (safra secundária) comprovada pela visita em campo (Ponto 2 - Figura 19.J) em que se tem plantações de gergelim na parte oeste da área, e a vegetação natural ainda se mantém com níveis altos de atividade fotossintética como vestígios da estação chuvosa anterior de verão.

Nesse sentido, além das áreas com vegetação natural que circundam os rios e ao centro da área de estudo, na composição colorida dos anos de 2020 e 2021 demonstra a área reservada para produção agrícola se estabelece na parte oeste/noroeste, sua cobertura ora se encontra com plantio (Junho/2021) ora permanece a espera de condições climáticas adequadas para plantio e a (Setembro/2020, dezembro/2021). Na parte leste, próximo a extensão do Córrego São Felipe, o solo exposto do mês de setembro/2020, apresenta-se com cobertura nos meses em dezembro/2020 e junho/2021, remetendo a noção de uma vegetação que ligeiramente sofre com a sazonalidade climática habitual, que em visitas a campo evidenciou-se ser capoeira.

5.4.1 NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) anos 2020-2021

A média de NDVI para setembro/2020 foi de 0,406, apresentando a maior média entre as análises desse parâmetro para o mesmo mês referente aos períodos anteriormente abordados, com desvio padrão de 0,162, e valores mínimos e máximos variando entre -0,777 e 0,817, respectivamente. O mês de dezembro/2020 o NDVI obteve uma média de 0,571 para toda a área, com desvio padrão de 0,201, com valor mínimo e máximo respectivamente de -0,571 e 0,872. Para o mês de junho/2021 o NDVI variou entre o valor máximo de 0,803 e mínimo de -0,912, a média de foi 0,486, com desvio padrão de 0,167.

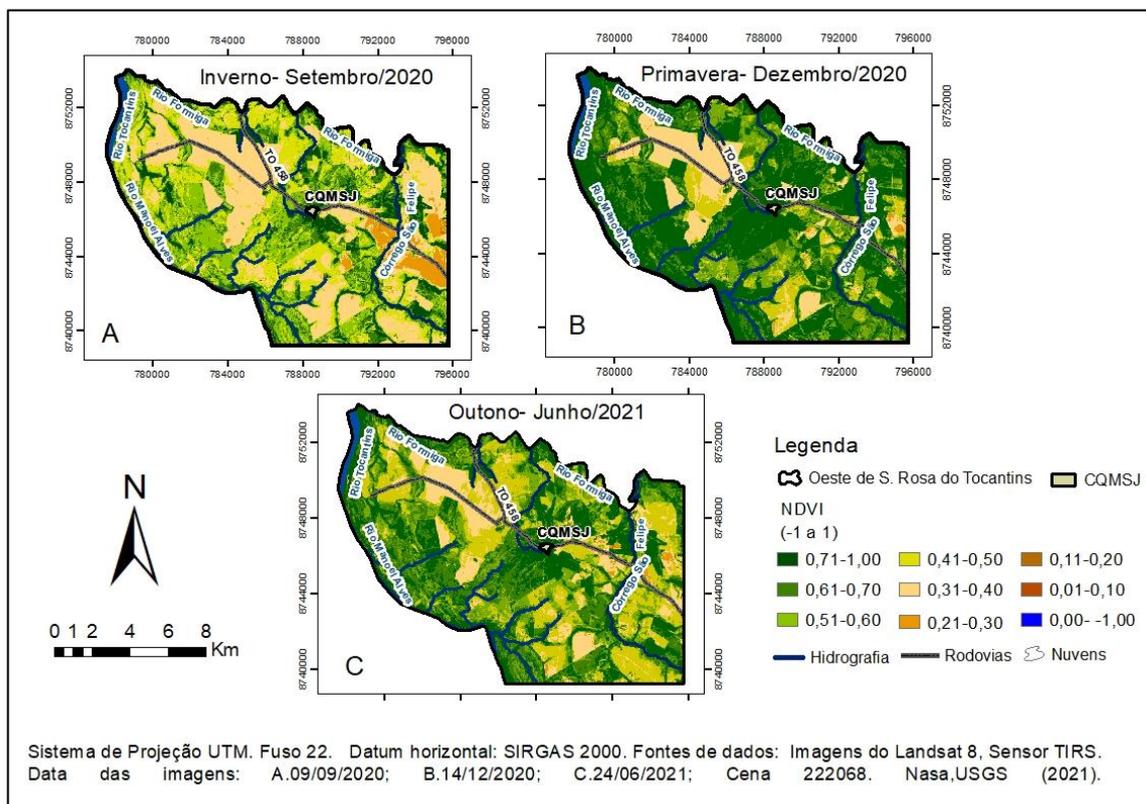
Para a maior média de NDVI em períodos mais recentes como mês de setembro/2020, entende-se que esses valores foram influenciados pelo modelo de produção vigente sobre a área de estudo. Com a intensificação e estabelecimento da atividade agrícola como atividade econômica predominante, voltada unicamente para agricultura comercial em larga escala, estas áreas destinadas tendem se tornaram mais delimitadas e restritas espacialmente.

Enquanto não há avanço dessas atividades para outras áreas como em locais com cobertura de vegetação natural ou em processo de regeneração como capoeiras, estas também se tornaram segmentadas ao longo da área e por consequência mais se desenvolveram. Diferentemente de 20 anos atrás, no qual toda a área significava um arranjo espacial que se conformava moldado por outras atividades econômicas hoje impossibilitadas, como a criação

de gado soltos na pastagem natural, plantio de roça de toco, atividades comuns que os quilombolas da CQMSJ naquela época praticavam (SOUZA; CHAVEIRO, 2019).

Logo abaixo, a Figura 44 demonstra a espacialidade dos valores de NDVI sobre a área de estudo. Para o mês de setembro esses valores se acumulam entre classes de valores entre 0,21 a 0,51, sobre a área, com a classe de 0,21 a 0,3 representando área de queimada e solo exposto abrangendo 22,02%, a classe superior de 0,31 e 0,40, em sua maioria como exposição do solo totalizando 22,39% da área, ambas as classes mais restrita à área de monocultivo, e a classe de 0,41 e 0,50, com maior proporção em área, com 22,82%, embora bem próximos de outras proporções indicam locais com vegetação rasteira de cerrado (Figura 44. A).

Figura 44- NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 2020/2021.

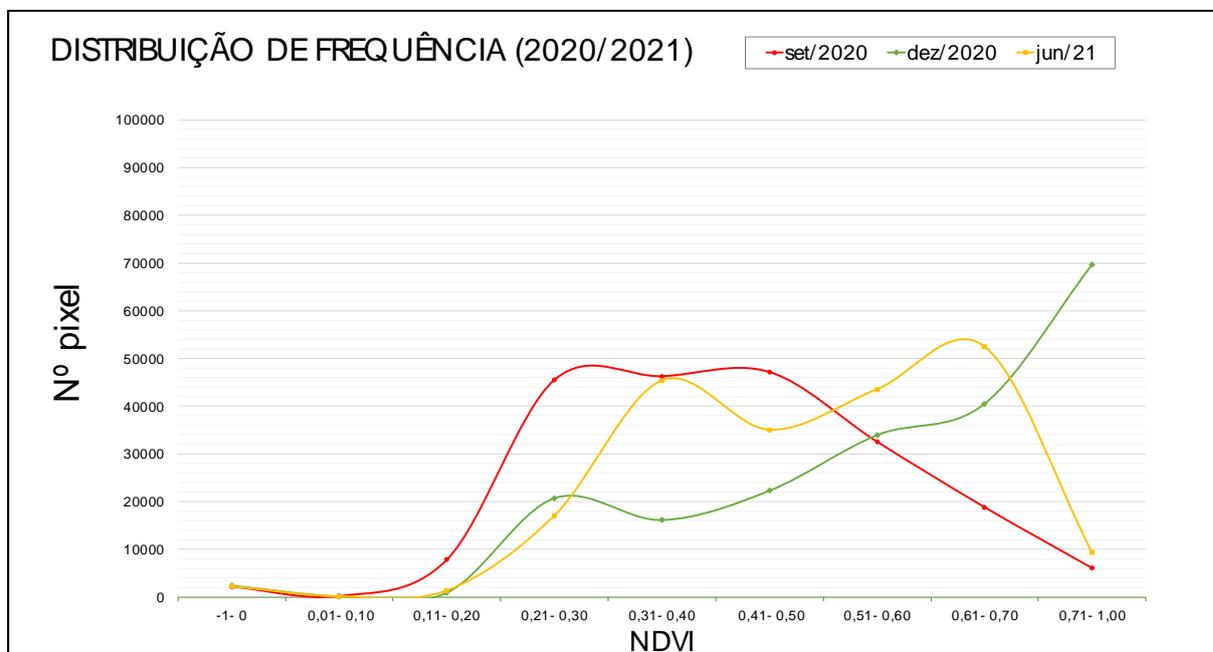


Organização: Autora, 2022.

Em dezembro/2020 a maior proporção de área se concentrou na classe de NDVI de 0,71 a 1, com 33,73% no total. Outra parcela da área se mescla entre as classes entre 0,41 e 0,70, somam 46,20% de toda a área, em ambos os casos são intervalos que sugerem um período de elevada atividade fotossintética, grande parte dessas locais se caracterizam por coberturas com vegetação natural, são situadas logo ao centro ao redor da CQMSJ, e próximas de áreas pluviais e das áreas de monocultivo. Outra parte em menor proporção se concentra em classes com

valores de 0,21 a 0,40, e indicam em sua maioria áreas de plantio agrícola localizadas à oeste da área de estudo e um restante ao sul e na margem leste ao Córrego São Felipe.

Figura 45- Frequência de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para os anos de 2020/2021.



Organização: Autora, 2022.

Quadro 7- Concentração de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) por classes (2020/2021).

Classes NDVI	%set	%dez	%jun
-1-0	1,05	1,14	1,07
0,01-0,10	0,10	0,05	0,06
0,11-0,20	3,80	0,44	0,66
0,21-0,30	22,02	10,02	8,26
0,31-0,40	22,39	7,81	21,98
0,41-0,50	22,82	10,78	16,97
0,51-0,60	15,76	16,42	21,07
0,61-0,70	9,12	19,60	25,41
0,71-1,00	2,94	33,73	4,52

Organização: Autora, 2022.

Em junho/2021, boa parte da área de estudo se combinou em valores de NDVI com proporções próximas entre as classes 0,31 até 0,70, proporções que representam cerca de 85,43% da área. A maior parcela se encontra em áreas que sugerem a presença de vegetação mais densa entre 0,61 e 0,70 de 25,41%, como o cerradão. A segunda maior proporção são os valores de 0,31 a 0,40, reúnem 21,98% da área, podem incluir nessa categoria áreas de

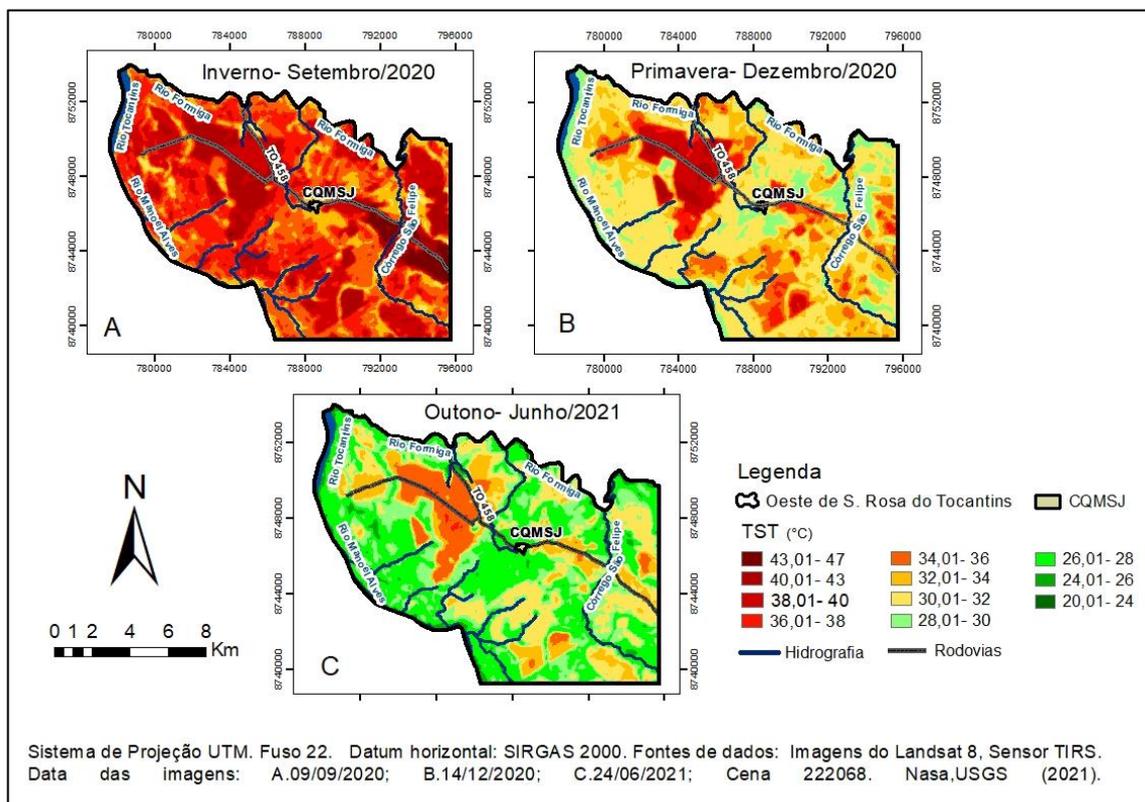
monocultivo com solo exposto, pastagem natural com parte de sua biomassa seca ou plantações com pouca biomassa em estágio final para a colheita, como as plantações de gergelim verificadas em visita de campo. As áreas que correspondem às classes entre 0,41 e 0,50 e de 0,51 a 0,60 totalizaram respectivamente 16,97% e 21,07% da área, estes locais podem indicar vegetações de cerrado a partir de formações savânicas e campestres.

5.4.2 TST (Temperatura de Superfície Terrestre) anos 2020-2021

A estimativa de TST durante os anos 2020 e 2021 sobre a área de estudo, pode ser visualizada na Figura 46, pela distinção entre diferentes cores que caracterizam a espacialidade de cada classe.

A média de valores de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para setembro/2020 foi de 36,80°C, com desvio padrão de 2,89 e TST mínimas e máximas variando entre 27,41°C e 46,43°C. Já para o mês de dezembro/2020 o valor médio de TST foi de 27,55°C com desvio padrão de 2,75 e sua TST mínima 27,55°C e TST máxima de 41,84°C. Por último, junho/2021 obteve uma média de 29,28°C, seu desvio padrão de 2,63, a TST máxima e mínima foram respectivamente de 36,38° e 24,68°C.

Figura 46- TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 2020/2021.

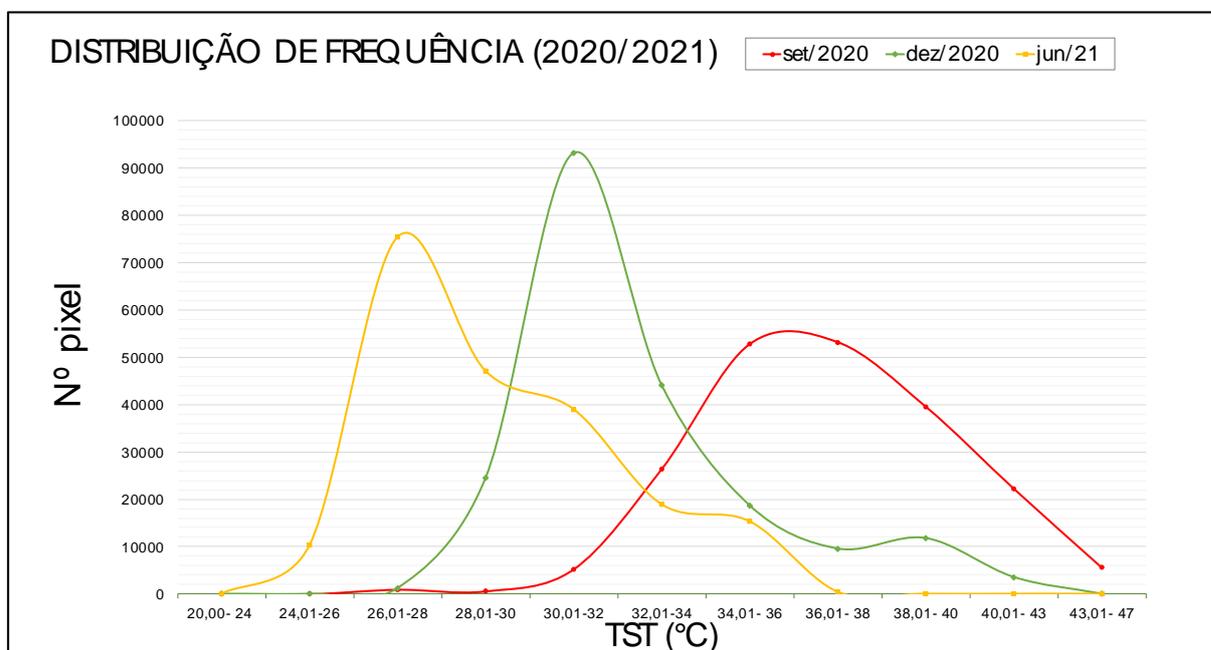


Organização: Autora, 2022.

Na Figura 47 é possível visualizar as proporções em porcentagem representando a concentração de determinadas classes de TST sobre a área de estudo, referentes às imagens analisadas entre os anos de 2020/2021, em períodos que coincidem com os mesmos meses visitados em campo para coleta em pontos fixos.

Em setembro/2020 os locais que esboçaram as temperaturas de superfície mais altas, foram regiões de solo exposto, comumente em áreas de monocultivo ou que houveram queimadas sob o solo, com TST no intervalo de 38,01°C até 47°C, cuja a somatória de áreas que esboçam tais temperaturas incorporam 32,65% de toda a área. A classe com valores de TST de 36,01 a 38°C sobressaiu-se na maior parte da área, em 25,74%, seguida da classe que reúne as TST de 34,01 a 36°C que incluem 25,55% do total de área (Quadro 8). Ambos aparecem ainda em alguns locais de monocultivo como no extremo sul e ao nordeste ao lado Córrego São Felipe da área de estudo, ou em zonas de transição entre áreas de lavouras e áreas com vegetação natural, essas zonas também são observadas TST entre 34,01 e 36°C. Abaixo disso são locais que se caracterizam em sua maioria por vegetação natural mais densa, ao redor de rios e APP's.

Figura 47- Frequência de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para os anos de 2020/2021.



Organização: Autora, 2022.

Quadro 8- Concentração de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) por classes (2020/2021).

Classes TST	%set	%dez	%jun
20,00- 24	0,00	0,00	0,00
24,01- 26	0,00	0,00	5,00
26,01- 28	0,46	0,60	36,54
28,01- 30	0,29	11,88	22,80
30,01- 32	2,53	45,10	18,89
32,01- 34	12,77	21,34	9,16
34,01- 36	25,55	9,04	7,41
36,01- 38	25,74	4,63	0,20
38,01- 40	19,15	5,70	0,00
40,01- 43	10,78	1,72	0,00
43,01- 47	2,72	1,72	0,00

Organização: Autora, 2022.

Em dezembro/2020, 45,10% da área de estudo reuniu TST de 30,01 a 32°C em locais que se caracterizam pela presença de vegetação natural, seja pastagem nativa ou fitofisionomias com maior grau de biomassa, como áreas com solos coberto por cerrado típico e formações mais densas, se mesclam também com outros valores de TST, de 28,01 e 30°C, correspondendo 11,88% da área (Figura 46. B). As classes de TST acima de 32,01°C correspondem a 44,15% da área de estudo e se concentram em locais destinados, em boa parte, a áreas de monocultivo.

Em junho/2021 apresenta ao longo da área de estudo TST concentradas entre os intervalos de 26,01 e 34°C (Quadro 8). Assim, o mês de junho possui concentrações mais baixas em relação aos meses de setembro/2020 e dezembro/2020. A maior parte da área nesse período esboça temperaturas de 26,01 a 28°C, são áreas de vegetação natural (Figura 46.C), a segunda maior classe que se expressa sobre a área é o intervalo que contém TST de 28,01 a 30°C em sua maioria diz respeito às zonas de transição entre a vegetação natural e áreas de plantio agrícola. As TST mais altas estão entre as classes acima de 30,01°C, juntas somam 35,46% da área restritas a áreas agrícolas, momento, sobre essa área havia o plantio da safra secundária (gergelim) em boa parte dos locais de monocultivo, esse tipo de vegetação se encontrava no ponto de colheita, com aspecto seco.

5.4.3 Análise de Temperatura do ar (TA) entre os anos de 2020/2021

Esta seção se dedica a análise da temperatura do ar (TA) em pontos fixos coletados no cerrado típico, em área de plantio agrícola e no povoado da CQMSJ. Os registros de TA foram observados em intervalos de 21 dias cada, inseridos em episódios ao final das estações de inverno e primavera no ano de 2020, e de verão e outono no ano de 2021, considerando as subdivisões climáticas de cada período que se tem no domínio de Cerrado e as distintas fragmentações de uso e cobertura da terra presentes na área de estudo. Com isso foi possível relacionar o comportamento TA sobre diferentes características da superfície do solo, ao longo dos padrões climáticos anuais.

Entretanto, anteriormente buscou-se o entendimento da gênese e da dinâmica climática para verificação de tipos de tempo que se tinha sobre a região, no momento em que houve as coletas episódicas. Como apontam os procedimentos metodológicos, a análise rítmica considerou aspectos climáticos numa escala regional/local, tendo sido realizada nos mesmos períodos em que se deram as coletas de Ta em pontos fixos, considerando o horário de 12 UTC.

Dessa forma, foi possível estabelecer relação entre os sistemas atmosféricos sobre a área de estudo e sua interferência em elementos climáticos, como a temperatura e a umidade, que resultam em condições de tempo específicas.

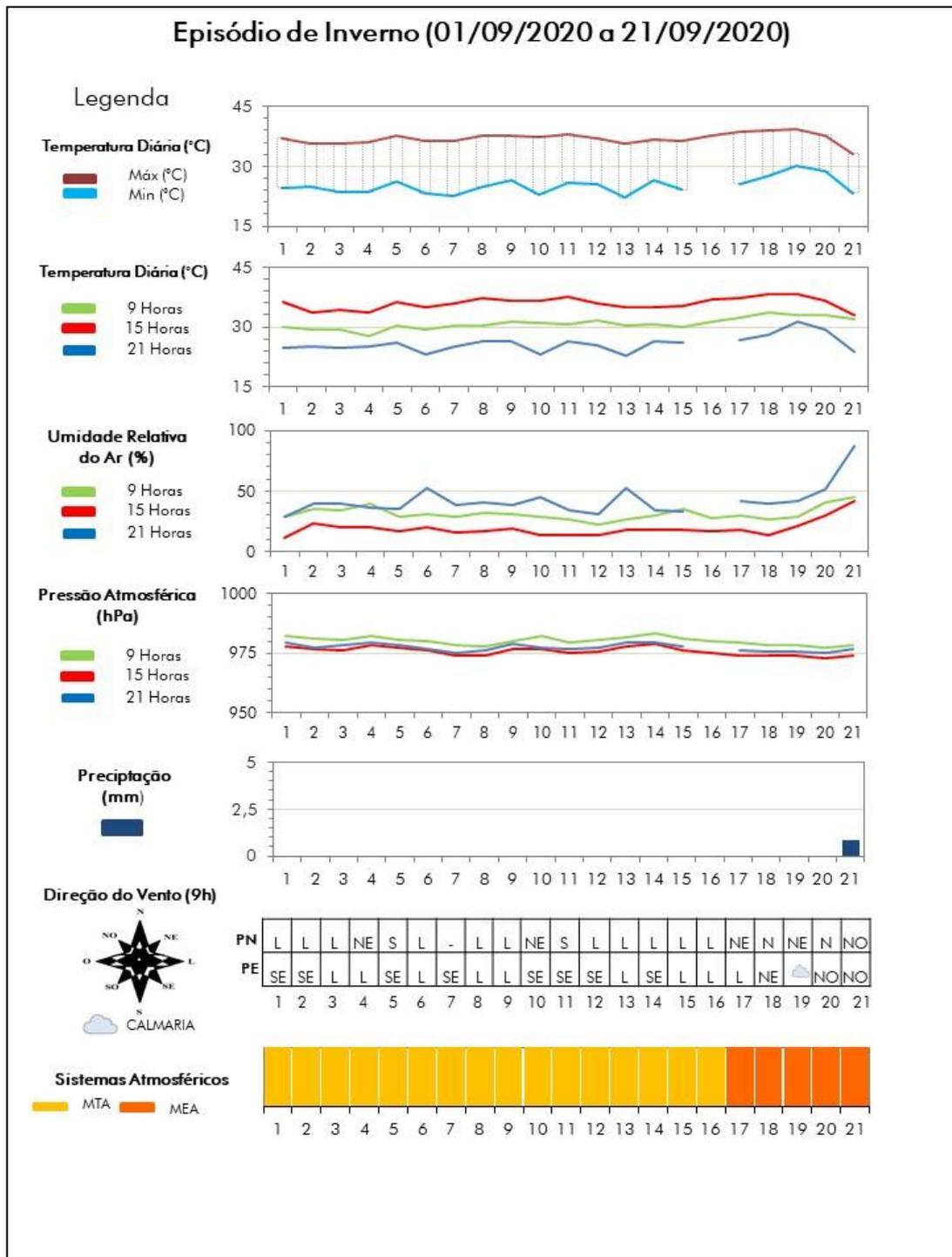
5.4.3.1 Análise Rítmica do episódio de inverno (01/09/2020 a 21/09/2020)

O episódio ao final do inverno teve o intervalo temporal de 01/09/2020 a 21/09/2020. Nesse período, como mostra a Figura 48, verifica-se a atuação predominante da Massa Tropical Atlântica (mTa) em quase todo o episódio, com ventos advindos principalmente do quadrante leste e, em menor frequência, da direção nordeste em Porto Nacional. Já na estação meteorológica de Peixe, foi observada a direção de ventos mais do quadrante leste e sudeste, com exceção do final do episódio, quando a direção muda para noroeste em ambas as localidades. No dia 21/09/2020, teores pluviais foram registrados entre às 20 e 21h, com uma precipitação de 0,6 mm para o episódio. Como consequência desse evento registrado ao final do episódio, a temperatura do ar diminui para 23,6 °C às 21h do dia 21/09/2020, menor que a média do dia de 25,08°C, e a umidade relativa se eleva para 87% , um valor contrastante com o restante do episódio para o mesmo horário, com média de umidade relativa de 42,5%. Anteriormente ao aparecimento da eventual precipitação, houve ação da Massa Equatorial Atlântica (mEa) entre os dias 17 e 21/09/2020.

Tais massas atlânticas atuam frequentemente sobre o Estado de Tocantins, a mTa se concentra mais sobre a região centro-sul e no período de estiagem repercute numa condição sinótica de céu claro, maior passagem de radiação solar até a superfície durante o dia, e

facilidade de resfriamento noturno do ar, situações que incrementam as temperaturas máximas reduzem as mínimas (NASCIMENTO; NOVAIS, 2020). Já a mEa mostra-se mais atuante na porção norte do estado, como verificado por estudo de Souza (2016). Os ventos com a direção predominantes do quadrante leste apontam para esses sistemas atlânticos atuantes na área de estudo.

Figura 48- Gráfico de análise rítmica, episódio de inverno (01/09/2020-21/09/2020) sobre o Município de Santa Rosa do Tocantins - TO



5.4.3.2 *O comportamento de Temperatura do ar (TA) no episódio de inverno (01/09/2020 a 21/09/2020)*

No episódio de inverno (Figura 48), há a mensuração dos maiores valores de TA máximas em relação aos outros episódios. Ao final do inverno, sendo um mês considerado um período de transição entre as estações seca e chuvosa, setembro/2020 apresentou elevadas temperaturas durante o dia e baixas temperaturas durante a noite. Esse episódio é marcado por baixas precipitações e teor de vapor d'água no ar, o que termina resultando em céu aberto, ar seco e menor quantidade de nuvens. Como o ar se encontra seco, ele se aquece excessivamente durante o dia, devido ao aumento do fluxo convectivo de calor sensível decorrente da radiação solar, e se resfria rapidamente durante a noite, processo facilitado pela maior perda energética radioativa da superfície durante esse período. Essa configuração atribui à TA elevadas amplitudes térmicas na estação de inverno.

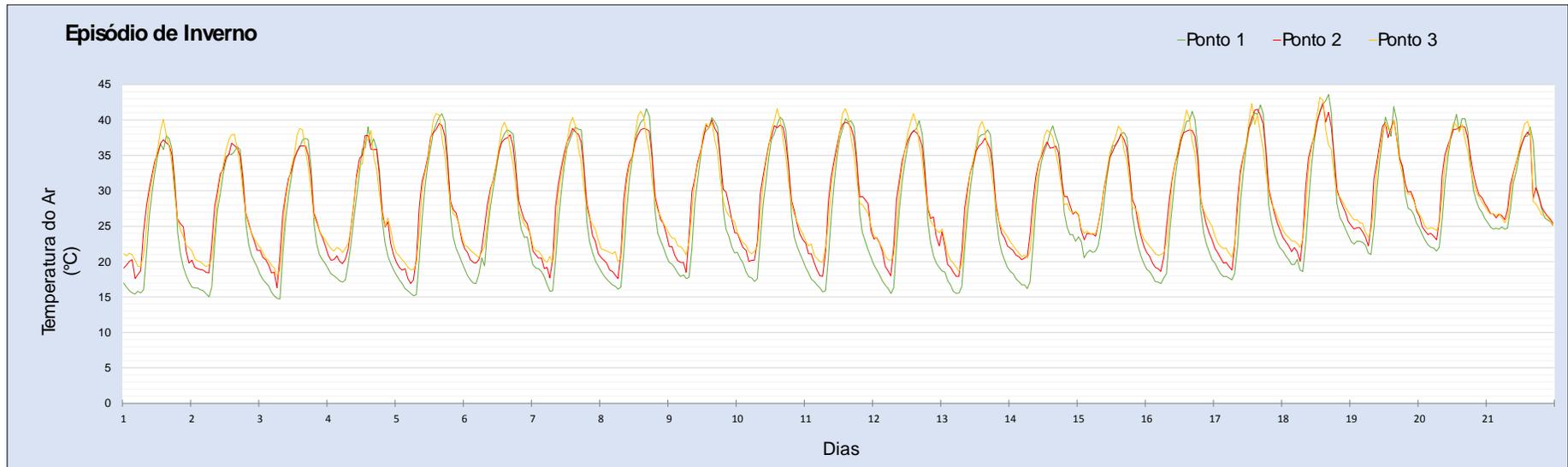
Considerando o comportamento da TA ao longo do episódio, o Ponto 1, inserido no cerrado típico, possui a menor média, de 26,85°C, seguido do Ponto 2, imerso em área de monocultivo agrícola, que obteve uma média de 28,71°C e do Ponto 3, situado no povoado da CQMSJ, com TA média de 28,77°C.

Verificou-se que no período em que há a concentração de altas temperaturas, entre os horários de meio-dia e 18h, boa parte das máximas é verificada no ponto 3, mesmo que em alguns momentos tais leituras sejam superadas pelas medições no Ponto 1 para esse intervalo. Além disso, é no Ponto 1 que há o registro da leitura máxima de TA em todo o episódio, de 43,6°C, às 16h, seguido do Ponto 3, que registra uma TA máx. de 43,2°C, às 14h, por último o Ponto 2, com TA máx. de 42,4°C também às 16h, todos registrados no 18º dia do episódio.

De modo oposto, é no período noturno, até o início da manhã, entre 21h e 7h, que se concentram as temperaturas mais baixas. Dentro desse intervalo, o Ponto 1 possui os menores valores de TA, nele ocorre o menor registro de TA de todo o episódio, de 14,7°C, às 7h, seguido do Ponto 2, com mínima de 16,3°C, às 6h, e depois a mínima do Ponto 3, com 18°C, também às 6h, todos registrados ao 3º dia do episódio.

Analisando tais distinções térmicas nesse episódio, conforme os gráficos nas Figuras 50, 51 e 52, notou-se também que as maiores diferenças de TA entre os postos de coleta se acentuam durante a noite, principalmente na madrugada, se estendendo até às 7h da manhã. A diferença média entre os pontos 1 e 2 foi de 2,33°C, no geral o Ponto 2 possuindo os registros de TA mais elevados. Do Ponto 1 para o Ponto 3 a diferença média de TA foi de 2,76°C, tendo o Ponto 3 o conjunto de TA mais altas.

Figura 49- Dados horários de temperatura do ar em pontos fixos sobre o território da CQMSJ- TO, em episódio de inverno.



Organização: Autora, 2022.

Em relação às diferenças entre as leituras de TA do Ponto 2 para o Ponto 3, a diferença média foi de 1,19°C, sendo que o Ponto 3 exibe Ta mais elevadas, regularmente no período noturno e ao amanhecer.

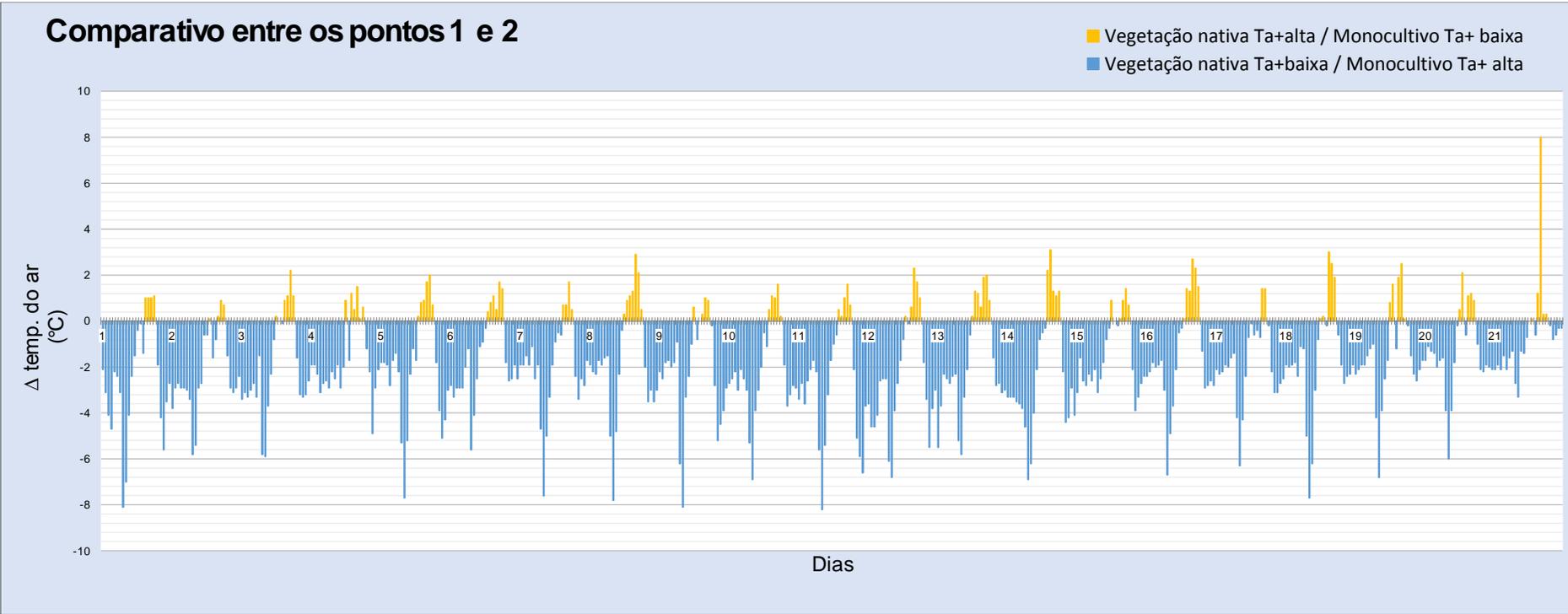
No período diurno, as maiores diferenças de TA entre um ponto e outro se dão durante a tarde. No 21º dia do episódio, às 16h, o Ponto 1 teve a TA mais alta em relação ao Ponto 2, com uma diferença de 8,1°C entre as leituras, sendo o Ponto 1 com TA de 36,9°C e o Ponto 2 com TA de 28,9°C. No entanto, tal valor é um dado que se diferencia nos demais dias do episódio de inverno, em que a diferença entre esses pontos, não excedem 3,1°C, segunda maior diferença.

O mesmo comportamento acontece entre os pontos 1 e 3, quando a maior diferença foi registrada também no último dia do episódio, com o valor de 8,4°C, às 16h, quando o Ponto 1 registrou uma TA de 36,9°C e o Ponto 3 com 28,5°C. No dia 18, a diferença chega a 7,1°C, às 16h, como a segunda maior do episódio. Essas diferenças também foram as maiores no conjunto dos quatro episódios, referentes às quatro estações do ano.

Verificou-se que, no 21º dia do episódio houve uma pequena precipitação registrada na estação automática de Santa Rosa do Tocantins, de 6mm, entre às 20 e às 21h. Assim, as diferenças de temperaturas podem ter ligação com a nebulosidade e até com a ocorrência eventual de alguma precipitação desigualmente distribuída no próprio território quilombola, com características convectivas. Essa mesma situação também pode ter ocorrido no 18º dia no episódio, nesse período do ano, é comum o gradual deslocamento do centro de ação da mTa para porções do Atlântico mais distantes do continente sul-americano, permitindo a retomada da formação de nuvens mais robustas sobre o Tocantins e o prenúncio da estação chuvosa. A mudança na direção dos ventos, verificada numa escala um pouco mais ampla (estações de Porto Nacional e de Peixe) pode estar relacionada a esse tipo de deslocamento das massas de ar, ou seja, a um leve reposicionamento característico da transição do período seco para o período chuvoso.

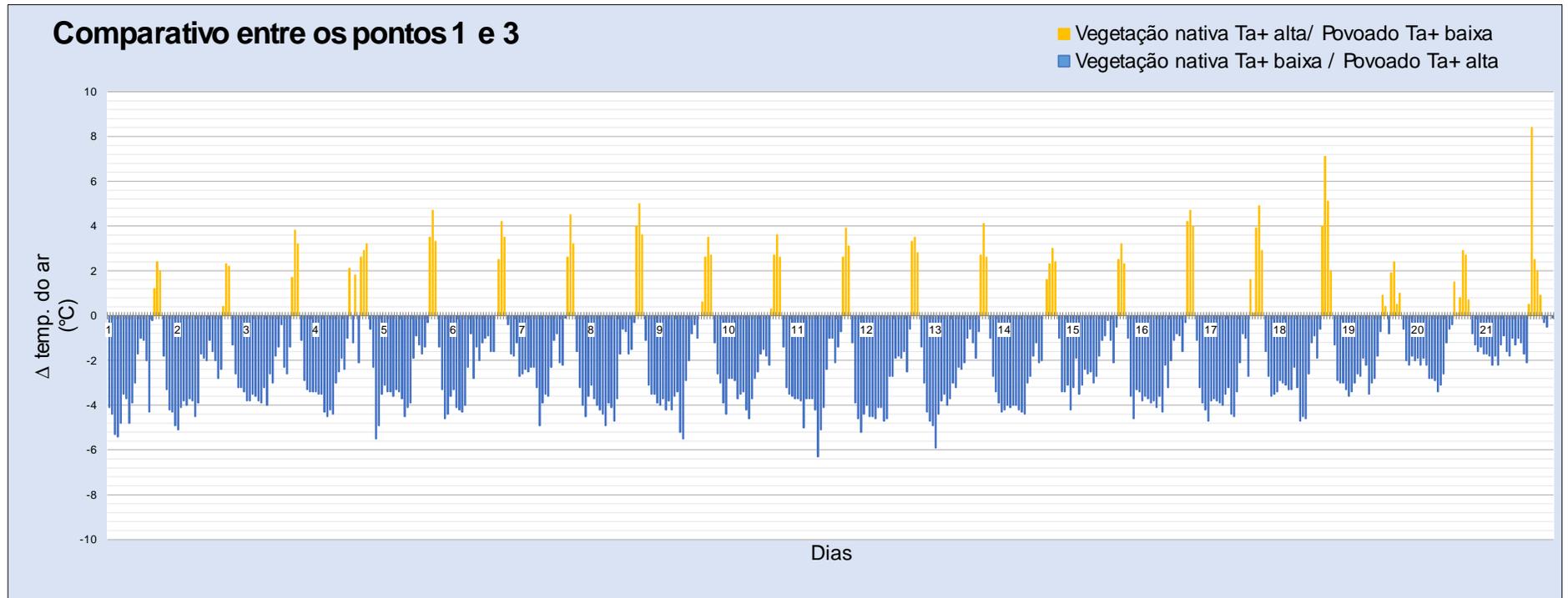
Do Ponto 2 para o Ponto 3 a maior diferença se mostrou no dia 18º do episódio, de 4,6°C, com o Ponto 2 medindo 41,1 °C, e o Ponto 3 com 36,5 °C, ocorrido às 16h. A Figura 52 detalha a diferenciação térmica entre esses dois pontos, no qual o Ponto 2 é mais quente durante o dia, concentrando-se em TA mais altas no início da manhã, entre às 7h e 10h e ao final da tarde, às 16h, até o início da noite, 21h, e o Ponto 3 é mais quente à noite, entre às 22h e 6h e na transição entre o final da manhã e início da tarde (11am às 15pm).

Figura 50- Diferenças térmicas entre Ponto 1 e 2 no inverno.



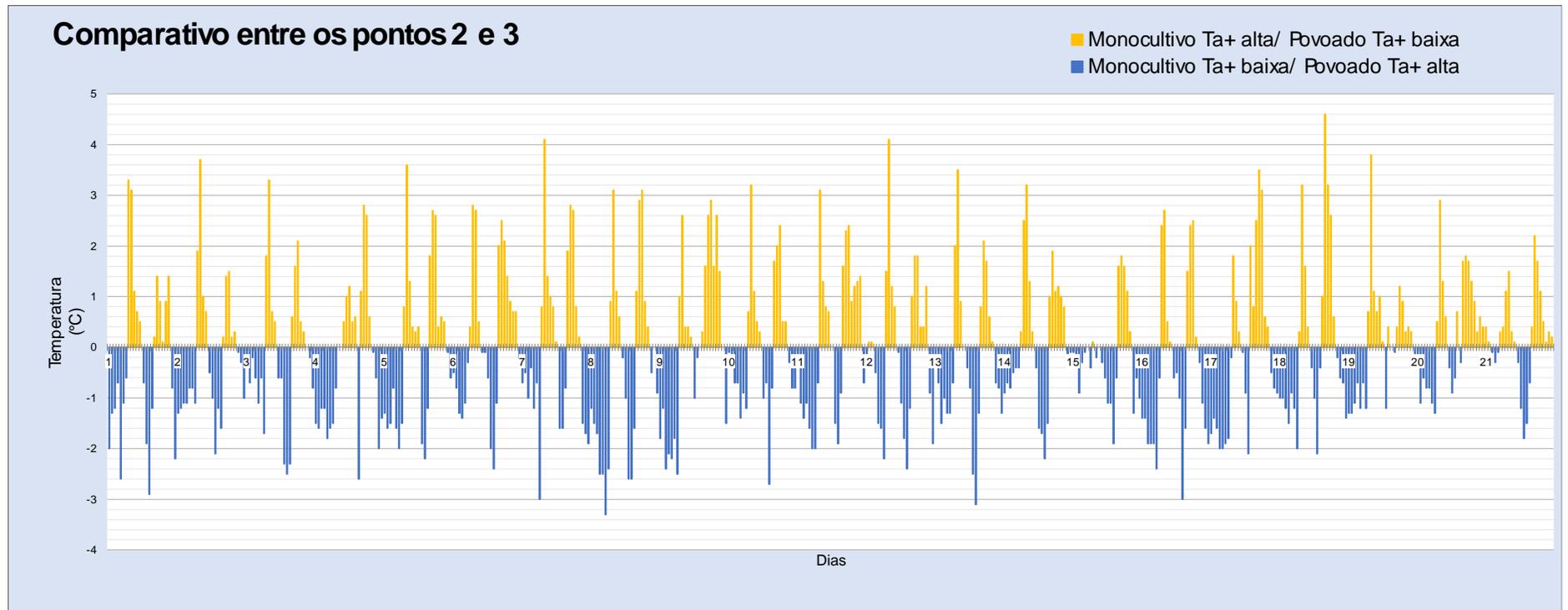
Organização: Autora, 2022.

Figura 51- Diferenças térmicas entre Ponto 1 e 3 no inverno.



Organização: Autora, 2022.

Figura 52- Diferenças térmicas entre Ponto 2 e 3 no inverno.



Organização: Autora, 2022.

No episódio de inverno, ao buscar justificativa para entender as razões que resultaram em um período que apontou maior amplitudes e diferenças térmicas, mais expressivas entre as leituras de TA a partir de diferentes locais de coleta, observou-se a influência das condições de cobertura do solo no entorno do abrigo e as repercussões do clima regional na escala microclimática. Juntos, esses aspectos condicionam algumas características próprias do período seco e quente no qual se insere o episódio sobre os valores de TA.

Ayoade (1986) descreve que a variação térmica é maior na estação seca, assim a amplitude térmica diária é maior, influenciada pela menor cobertura de nuvens, pela baixa umidade e pelos dias calmos, já que com ventos menos intensos a troca de calor nas camadas mais baixas da atmosfera é desfavorecida.

Percebe-se que na estação seca, na qual se insere o episódio de inverno, a variação térmica espacial é mais acentuada pelas manhãs, entre 8h e 11h, e ao final da tarde, entre 17h e 19h. Nos demais horários, entre 12h e 16h, e no período noturno, depois das 22h até o início da manhã, a variação é menor, embora ocorram alguns valores extremos (temperaturas mais altas e mais baixas das 24h).

No geral, o Ponto 1, o qual se insere na vegetação natural descrita, embora apresente a menor média para o episódio de inverno, influenciada pelos valores de TA mais baixos durante o período noturno, é o conjunto com maior amplitude térmica diária, desse modo, observa-se que o local de cerrado típico esfria mais rapidamente a noite até o início da manhã, marcando as TA mais baixas do episódio e durante o dia esquenta, principalmente no período da tarde, em alguns momentos supera o Ponto 2 (Plantio agrícola sem cobertura), com TA mais altas entre 12h e 18h e Ponto 3 (Povoado) no intervalo das 16h às 18h. É nesse intervalo de tempo que o Ponto 1 atinge a TA máxima.

Influenciada pelo período de estiagem devido à escassez hídrica, a vegetação de cerrado típico, formada pela junção de gramíneas ralas (que nesse período tomam o aspecto seco) e as copas de árvores de pequeno porte (que se tornam menos densas), tem a biomassa diminuída. Essas condicionantes são exemplificadas na Figura 18, nas fotografias A e B. A biomassa em níveis baixos resultará em superfícies com vegetação mais seca, menor teor de água no solo e nas plantas e alguns pontos o solo estará exposto, mesmo que esta superfície possua maior albedo, a capacidade de absorção e retenção e transferência de calor da mesma será maior no final de inverno, fazendo com que o fluxo de calor sensível seja mais intenso nas camadas do ar próximas a altura do abrigo durante o dia.

Mesmo em campo aberto, durante o intervalo da tarde, momento do dia com maior radiação solar e consequente produção de calor sensível chegando até a altura do abrigo, a TA

na área de monocultivo e no povoado, apresentou leituras menores que os registros no ponto localizado no cerrado típico. Assim, a hipótese que se levanta sobre os registros de TA compilados pelos medidores dentro do abrigo na área de vegetação natural de cerrado, apresentarem TA mais alta durante a tarde, é a influência que o entorno abrigo pode ter tido de outros elementos climáticos durante o dia, como a pouca presença de vento, própria do final de inverno, e agravada por fatores externos como as condições imediatas ao redor do abrigo, a exemplo da presença de árvores, como é o caso do Ponto 1. Esse arranjo físico também contribui para sombrear o ponto em dados horários do dia, a depender da posição solar, que influencia também alterando taxas de evaporação e umidade do ar.

A área de monocultivo, nesse episódio, se encontrava sem plantio de cultura⁵, como demonstra a Figura 19, nas fotografias A e B. Durante a noite, com solo exposto e em campo mais aberto que os demais pontos, esse local se resfriou semelhante ao Ponto 3, no entanto com TA mais baixas que as leituras de TA recolhidas no povoado. Essa semelhança é notada por suas médias de TA bem próximas entre os dois pontos de leitura, como já mencionado.

De todo modo, o Ponto 2, na área de monocultivo, normalmente possui as TA mais altas em relação ao ponto situado no Cerrado, expressas principalmente durante a noite, a partir das 19h, e durante toda a manhã, até o meio-dia. Também são superiores que as TA do Ponto 3 para os horários principalmente entre 7h e 11h e entre o final da tarde e início da noite, concentrando-se entre 16h e 21h.

Já o ponto situado no povoado (Ponto 3) registra as TA mais altas durante a noite, a partir das 19h até 11h da manhã. Estes registros também possuem o conjunto de TA mais altas, com comportamento semelhante à área de monocultivo, entre os horários de 12h e 15h, semelhante à área de cerrado típico, mas, com TA superiores. Atingem sua TA máxima entre uma e duas horas antes do pico de TA na vegetação de Cerrado (que o supera apenas no intervalo de 16h a 18h), sua amplitude térmica foi a menor em relação aos demais postos de coleta.

Nessa época do ano, com baixos teores de umidade, sendo o momento mais crítico do período de estiagem impossibilitando o plantio e conseqüentemente deixando o solo desnudo, a radiação solar chega mais facilmente no Ponto 2, isso permite que a superfície se aqueça mais pela absorção de parte da energia não refletida, e semelhantemente ao Ponto 3, cujo o entorno

⁵ A identificação de haver ou não plantio em determinadas épocas do ano foi realizada em campo.

também possui superfícies que favoreçam maior produção de calor sensível pelo aquecimento dos materiais ali presentes, como moradias, e/ou pela própria geração de calor nas moradias (uso de equipamentos elétricos, queima de lenha etc.

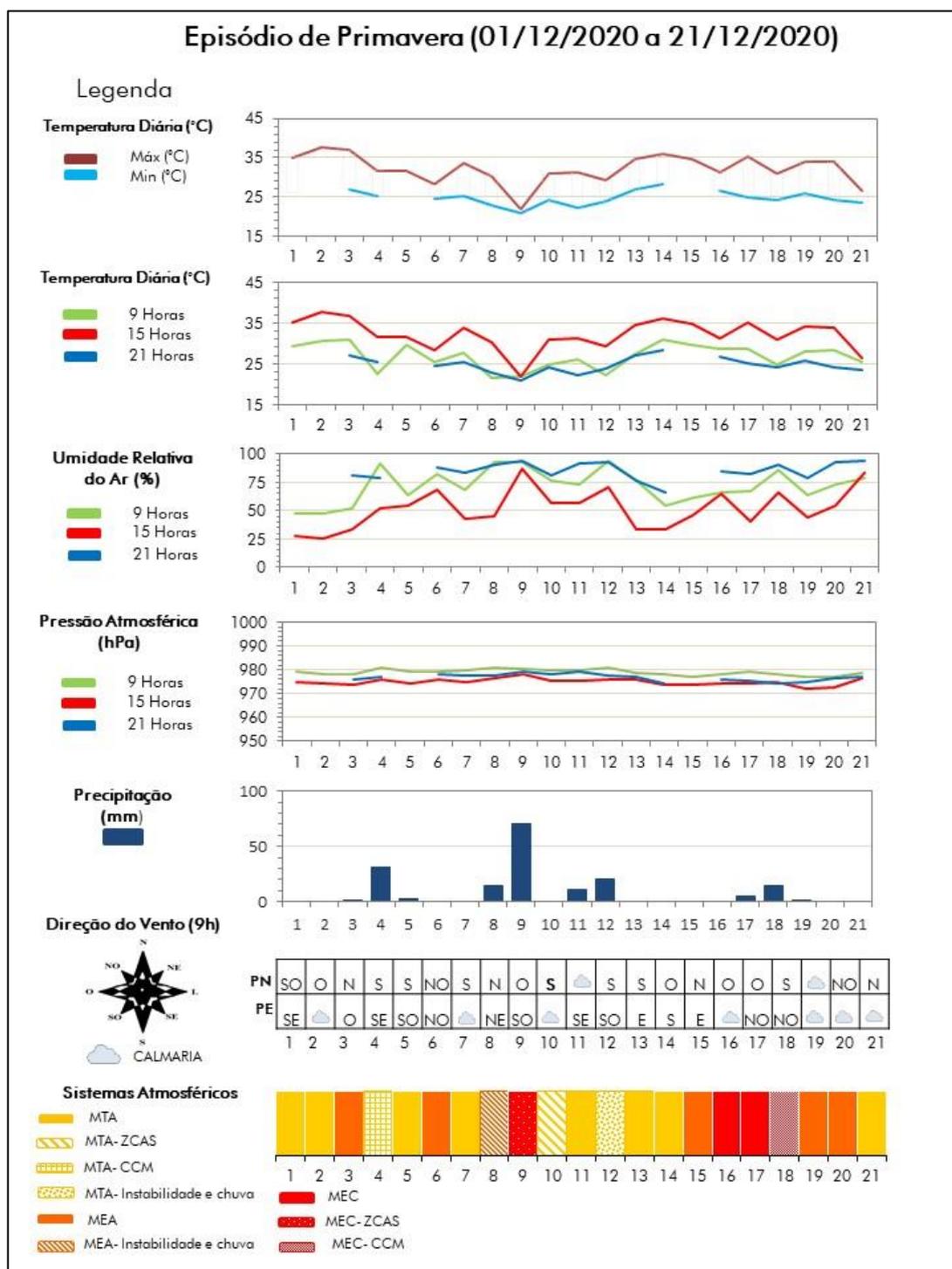
Nesse sentido, o aquecimento noturno se deve a uma maior dificuldade para perder calor acumulado ao longo do dia, em um horário em que as temperaturas estão naturalmente em declínio na atmosfera livre. Em contrapartida, a noite, mesmo com a vegetação em seu menor vigor, sua presença facilita o entorno do Ponto 1 se esfriar mais rapidamente que os demais pontos, pois o calor que é produzido durante o dia nessa superfície, se dissipa mais rapidamente que em locais cujo o solo está quase todo exposto (Ponto 2), ou que possua habitações e fluxo maior de pessoas (Ponto 3), condições da superfície que permitem a dissipação de reflectância da superfície sob forma de ondas longas, que são os raios infravermelhos.

5.4.3.3 Análise Rítmica do episódio de primavera (01/12/2020 a 21/12/2020)

O episódio ao final da primavera se situa no início do período chuvoso, apresentou menores amplitudes térmicas e valores de umidade do ar mais elevadas em relação aos episódios de inverno e de outono, devido a manifestação de massas de ar atlânticas e continentais atuando em conjunto com outros sistemas meteorológicos responsáveis pela elevada atividade convectiva ao longo da estação de primavera e de verão.

A Massa Tropical Atlântica (mTa) aparece com maior atuação no episódio, associando-se ora com a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), ora com complexos convectivos de mesoescala (CCM) e Linhas de instabilidade (LI), como sistemas intensificadores de teores de chuva ao longo do período chuvoso (Figura 53). Por exemplo, vê-se a atuação da mTa com CCM no dia 04/12/2020, apresentando teor pluvial de 31 mm. A mesma massa, agora com manifestação de ZCAS, antecede a precipitação de 11 mm do dia 11/12/2020. E a ocorrência de LI, com teores de 20mm de chuva, no dia 12/12/2020. A circulação regional foi regida pela soma da mEa com LI no dia 8/12/2020, seguida da atuação da mEc combinada com ZCAS no dia 09/12/2020, momento em que há o maior teor pluviométrico do episódio, de 70mm. Essa ocorrência pluvial mais expressiva aumentou a umidade relativa e diminuiu a temperatura do ar. Embora com a menor frequência em todo o episódio, a mEc aparece também em três dias consecutivos: 16, 17 e 18/12/2020, combinando-se com CCM e repercutindo novamente em alguma pluviosidade. A posição geográfica de Santa Rosa do Tocantins e a direção predominantes dos ventos não favorecem a atuação da mEc sobre a área de estudo, a área mais afetada é a bacia do Araguaia (parte oeste do TO).

Figura 53- Gráfico de análise rítmica, episódio de primavera (01/12/2020- 21/12/2020) sobre o Município de Santa Rosa do Tocantins - TO⁶



Organização: Autora, 2022.

⁶ Na aquisição de valores dos elementos climáticos no banco de dados das estações climáticas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) tiveram dados ausentes, esboçado por falhas ao longo dos gráficos.

5.4.3.4 *O comportamento de Temperatura do ar (TA) no episódio de primavera (01/12/2020 a 21/12/2020)*

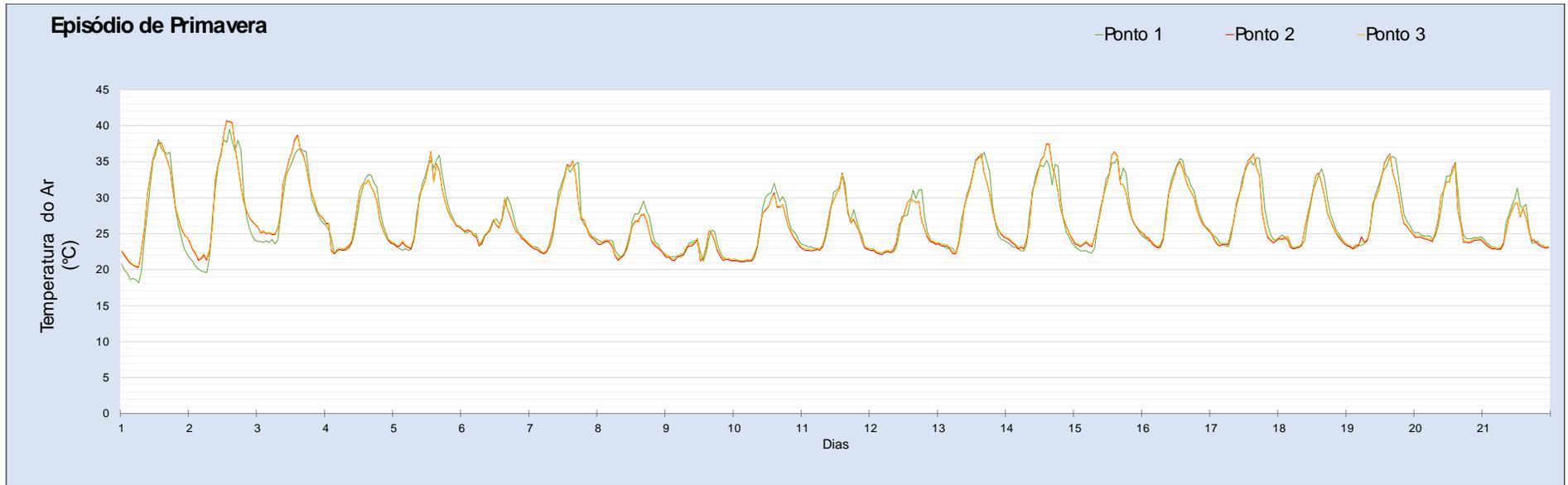
O episódio de 01/12/2020 a 21/12/2021 representa a estação de primavera. Esse período foi marcado pelo início das chuvas na área de estudo, isso favoreceu o plantio da safra principal de soja nas porções dentro da área de estudo destinadas ao plantio agrícola, como no local adjacente ao Ponto 2. Também contribuiu para o rebrotamento da cobertura rasteira como pastagem nativa e adensamento das copas de árvores presentes nos locais em que predomina a vegetação de cerrado típico, permitindo o aumento de biomassa entorno do Ponto 1. As condições ao redor do Ponto 3, situado no povoado, se modificam menos, ainda que o período chuvoso beneficie o ganho de biomassa das árvores dentro dos quintais. É importante mencionar que na visita que antecedeu esse episódio, no dia 30/11/2020, para alocar os coletores de TA, ainda não havia plantio de soja em áreas destinadas a esse fim. Contudo, o plantio ocorreu ao longo do episódio, como pôde ser verificado em seu término, quando da retirada dos equipamentos.

Na estação de primavera, o domínio da MEC se expande gradativamente sobre o Cerrado e ajuda a condicionar o aparecimento das chuvas, que se intensificam ainda pela atuação da ZCAS, com isso esse período é marcado por elevados teores de precipitação, umidade e nebulosidade (NASCIMENTO; NOVAIS, 2020). Com o tempo nublado e a umidade elevada, o comportamento de TA no episódio coletado na primavera apresenta menores amplitudes diárias, portanto apresentam menores diferenças térmicas entre os postos de coleta, sem possuir uma nítida distinção sobre quais horários específicos se concentram possíveis variações térmicas entre as leituras de um ponto e outro, ou seja, sem um padrão de comportamento.

O comportamento de TA pode ser observado na Figura 54. Os primeiros dias do episódio foram os de maiores amplitudes térmicas, durante esse momento ainda não havia teores pluviais habituais para o mês de dezembro, isso é percebido na visita no início desse episódio, como visualiza-se nas fotografias C e D, da Figura 19. Ainda há solo exposto na área de plantio agrícola e vegetação rasteira ainda seca circundante ao Ponto 1, retratado na fotografia C da Figura 18.

Depois, pode-se verificar que ocorreram chuvas sobre Santa Rosa do Tocantins, com 171mm acumulados no episódio (a partir do 3º dia), como mostram os resultados de análise rítmica. Isso favorece o aumento da umidade do ar, resultando em menores amplitudes térmicas nos demais dias. A maior amplitude diária se dá no Ponto 1, de 21,3°C, na sequência o Ponto 2, de 20,4°C, e depois o Ponto 3, de 20°C.

Figura 54- Dados horários de temperatura do ar em pontos fixos sobre o território da CQMSJ- TO, em episódio de primavera.



Organização: Autora, 2022.

Isso fica evidente com as médias de TA, que no Ponto 1 foi de 26,99°C (a maior entre os pontos), no Ponto 2 foi de 26,85°C (a menor média) e no Ponto 3, com média de 26,94°C. As dimensões são bem pequenas, com valores de TA média próximos entre si.

As máximas e as mínimas também se manifestaram entre o 1º e 2º dia do episódio. O Ponto 1 possui o valor de TA mínima mais baixa do episódio de primavera, de 18,2°C, seguido do Ponto 2, com 20,3°C, e depois do Ponto 3, com registro de 20,5°C. Todos no primeiro dia do episódio e no mesmo horário, às 6h da manhã. Para as máximas, o Ponto 1 apresentou sua maior leitura, de 39,5°C às 14h, o Ponto 3 registrou a TA máxima de 40,5°C, às 13h e às 14h, seguidos do Ponto 2 com TA máxima de 40,7°C, às 13h, todos esses valores observados no 2º dia do episódio.

As diferenças térmicas entre os pontos são menos acentuadas nesse episódio, sem o padrão mais definido do episódio anterior (período seco), sem nítida distinção em escalas horárias das variações da marcha de TA diária entre um ponto de coleta e outro. Assim, o comportamento da TA nesse episódio ocorreu sem grandes variações entre os postos de coleta, mas mesmo assim notou-se que foi no período da tarde, entre 12h e 18h, o intervalo com maior variação. Com exceção dos três primeiros dias, tais distorções nas leituras de TA se deram do Ponto 1, com TA mais elevadas. A média de diferença térmica entre as leituras do Ponto 1 para os pontos 2 e 3 foi de, respectivamente, 0,79°C e 0,13°C (Figura 55).

As maiores diferenças térmicas foram observadas no início do episódio, entre o 1º e o 3º dia, nesses três primeiros dias o tempo ainda manteve-se quente e seco, com a ausência de chuva. Nos três primeiros dias, preferencialmente no período diurno, durante a manhã das 8h às 11h, a maior diferença entre o Ponto 1 e os demais pontos foi de 2,7°C. Às 9h da manhã do dia 1, com a TA registrada de 27,6°C no cerrado típico e os demais pontos com TA de 30,3°C, observou-se que o Ponto 1 ainda apresentou registros de TA mais baixo. À medida em que se estendia o dia para o extremo da tarde, a maior diferença foi de 4,9°C, às 18h do dia 2, com a TA registrada no cerrado típico de 36,6°C e os demais pontos com Ta de 31,7°C.

Durante a tarde, a maior diferença foi entre o Ponto 1, com leitura superior de 34,9°C, e os Pontos 2 e 3, registrando em ambos os locais a TA de 29,2°C, uma disparidade de 5,7°C, às 17h, do dia 7/12 (Figura 55).

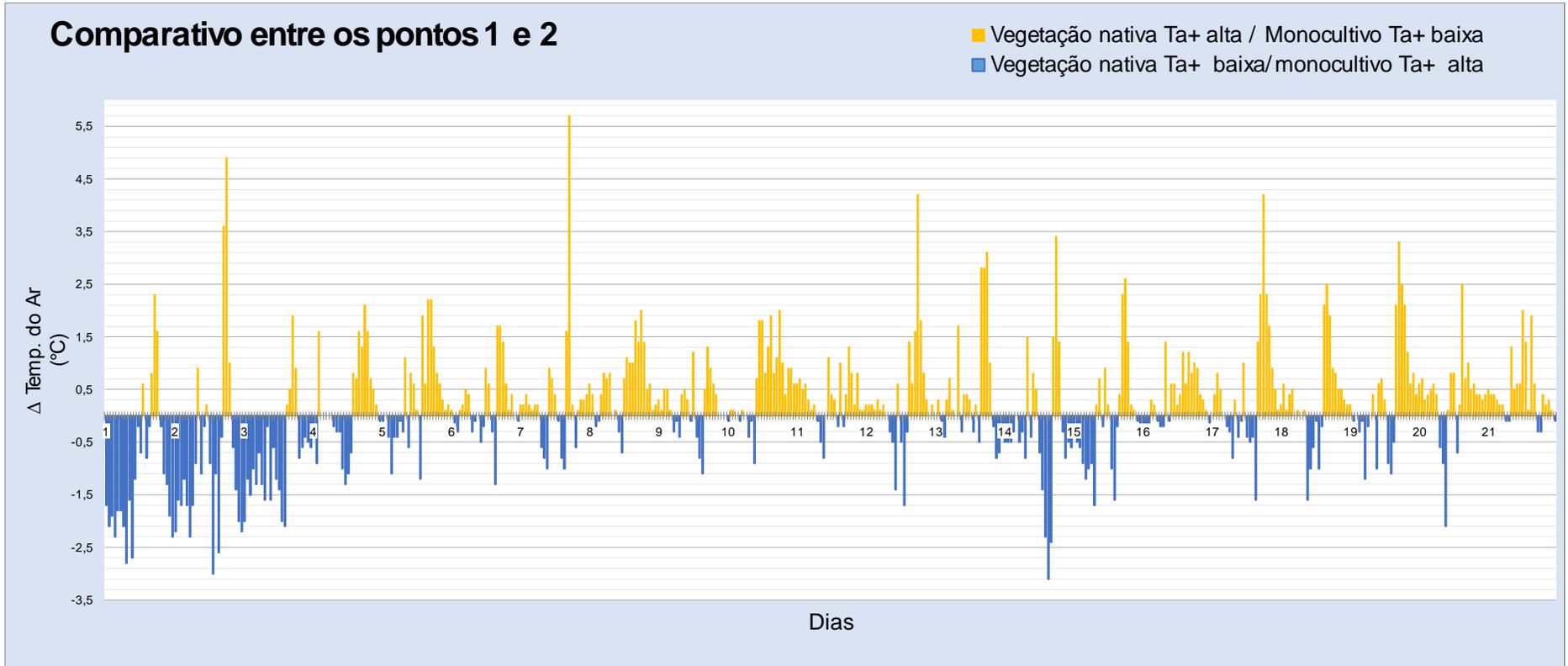
O comportamento da TA se tornou mais instável com as primeiras chuvas no mês de dezembro, de modo que já não era de fácil distinção apontar um padrão de comportamento diário de TA ao longo do episódio de primavera, visto que isso passou a depender fortemente dos tipos de tempo e de suas variações para o momento analisado.

À noite, entre as 19h até o início da manhã, 7h, foi o Ponto 1 que obteve registros de TA mais baixos, quando comparado aos demais pontos. A maior diferença de TA nesse intervalo se deu às 7h da manhã do dia 2, de 3°C entre a TA de 19,9° marcada no Ponto 1 e a TA de 22,9°C marcada no Ponto 3. Ainda que no início do episódio o Ponto 2 apresentasse leituras de TA superiores ao Ponto 3, concentrando-se principalmente no início da tarde (Figura 56), as diferenças se mantiveram bem pequenas ao longo de todo o episódio. Exceção foi observada no dia 19/12, às 5h, quando houve diferença de 0,7°C a mais no Ponto 2. No geral, o Ponto 2, em área de cultivo, apresentou valores de TA ligeiramente menores e que não ultrapassam os 0,2°C nesse episódio, em relação ao Ponto 3 (povoado).

Embora as diferenças térmicas já se apresentam mais baixas no final do episódio de primavera, tendo em vista que a dinâmica do balanço energético numa escala microclimática se diferencia bastante de um ponto para o outro, o Ponto 1 (Localizado no cerrado típico) apresenta valores de TA um pouco mais elevados que os demais locais de coleta. Mesmo ausentes os padrões de variações térmicas verificados em episódios quente e secos, ao final da primavera tais diferenças possuíam mais ocorrências ao final da tarde, entre as 16h e 20h, e por vezes também se estendia durante a noite, até as 3h da manhã como sugere as Figuras 55, 56 e 57 que demonstram tais distinções.

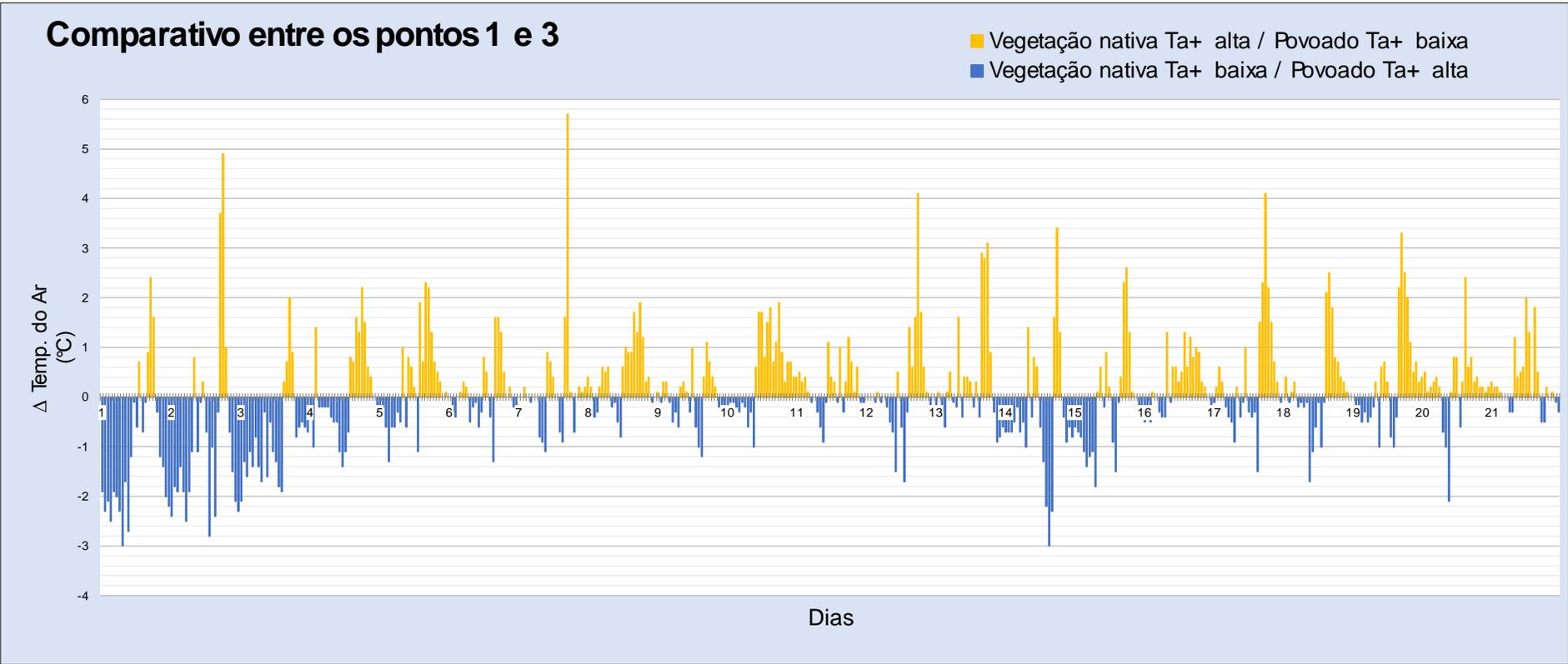
Influenciado pela instabilidade do tempo atmosférico no período chuvoso, o comportamento da TA em ambiente de vegetação natural (cerrado), indica o papel da cobertura vegetal no balanço de energia local. Maiores teores de vapor d'água no ar acompanham a frequência e aumento das chuvas. Portanto, com o aumento da disponibilidade de água no solo, eleva-se também o grau de absorção de água por meio das raízes da vegetação ao redor do ponto, assim como o oposto também acontece. Isto é, à medida que a TA aumenta, num período de maior intensidade solar, processos de evapotranspiração se intensificam, transferindo a água do solo, e sobretudo do interior e superfície das plantas para o ar. Desse modo, o vapor d'água no ar servirá para absorver radiação solar e terrestre atuando como um “regulador térmico” por mais tempo, conforme explica Ayoade (1986) atua com efeito sobre a TA. Com mais vapor d'água no ar, a dissipação do calor fica mais dificultada, pois aumenta a radiação atmosférica e o efeito estufa natural.

Figura 55 - Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 2 na primavera.



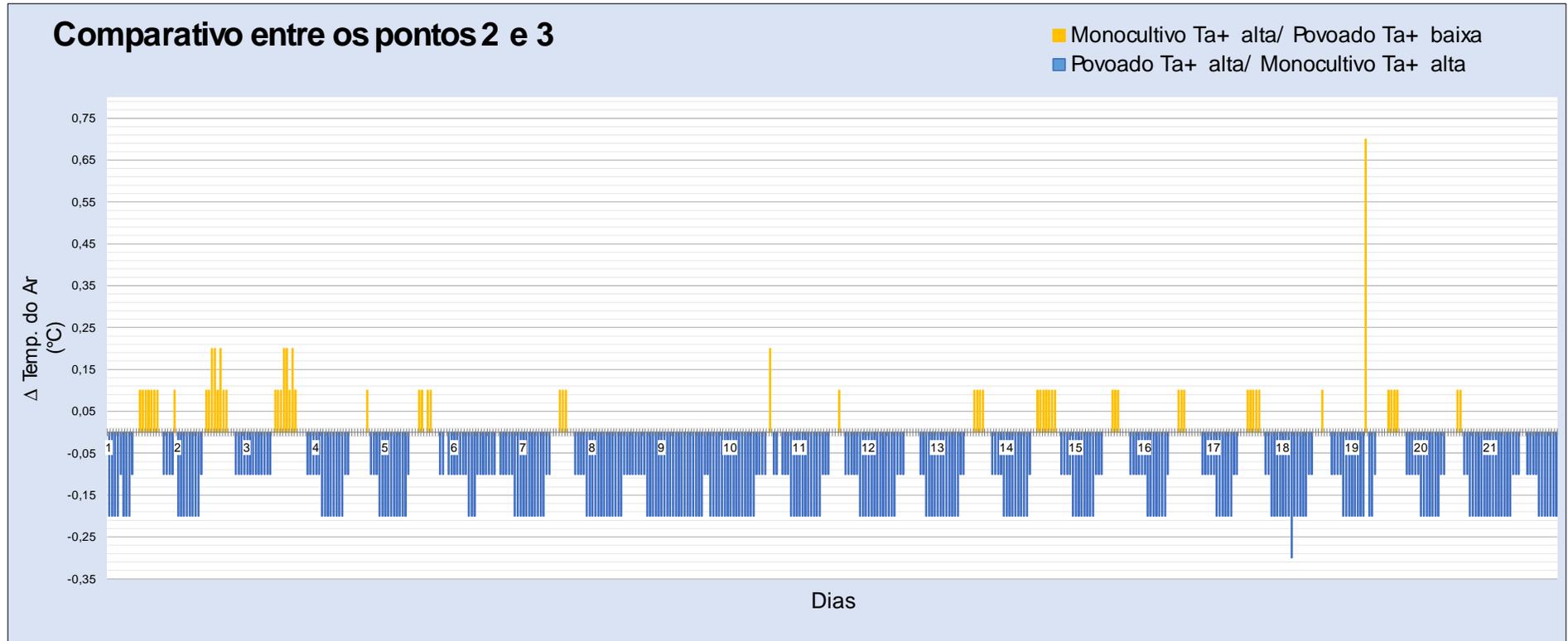
Organização: Autora, 2022.

Figura 56- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 3 na primavera.



Organização: Autora, 2022.

Figura 57- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 2 e 3 na primavera.



Organização: Autora, 2022.

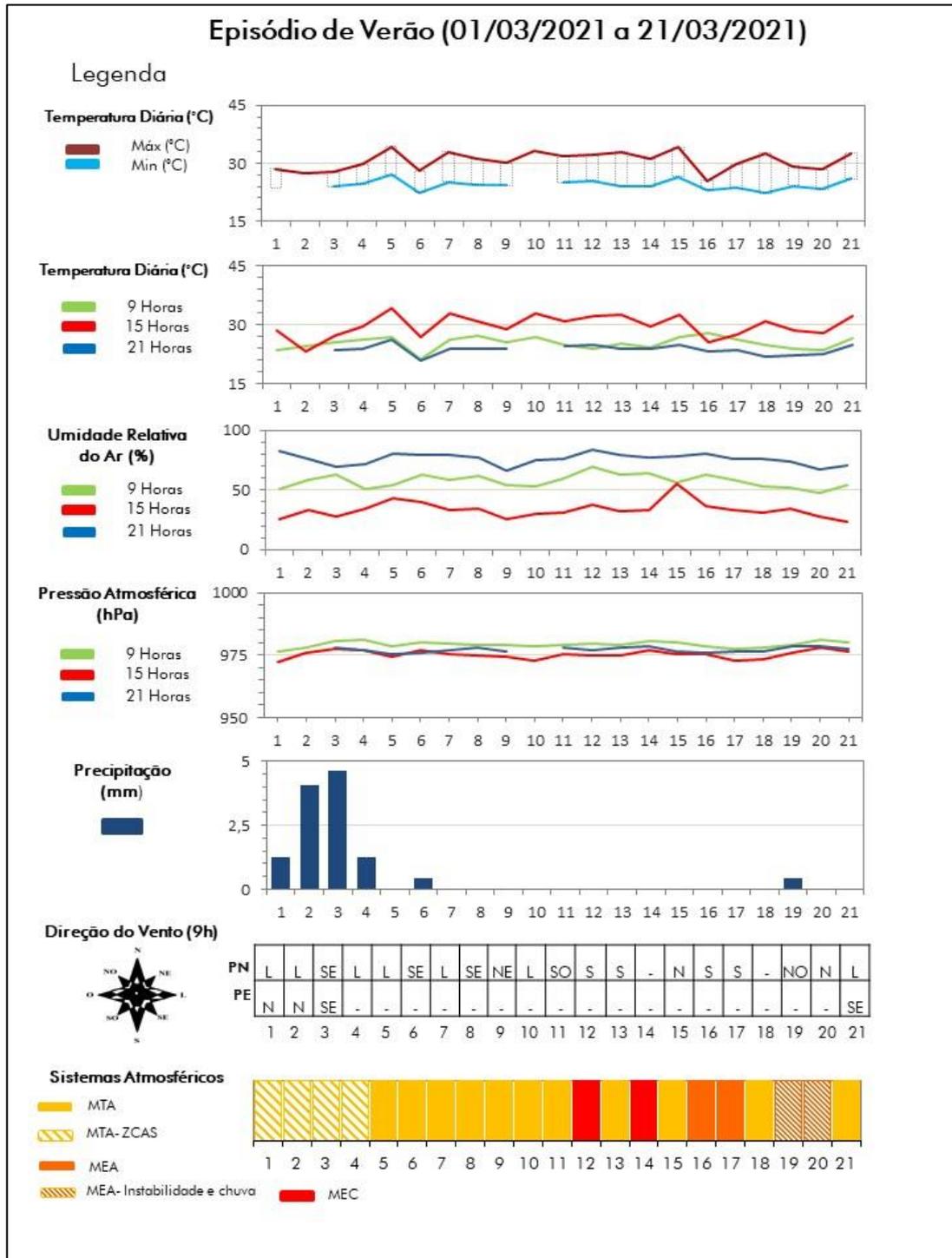
Devido a sua propriedade física da água de possuir elevado grau de calor específico, o calor sensível sob forma de ondas de longo comprimento de infravermelho, ficará retido por mais tempo no ar, principalmente em períodos noturnos nos ambientes com vegetação nativa ou área plantada, onde há maior evapotranspiração.

Chang (2006) observou que a pressão de vapor d'água no ar é diretamente proporcional à capacidade de armazenamento de calor no ambiente. Rosenberg *et al.* (1983) verificou que na faixa máxima espectral da radiação terrestre de 10 μm , o vapor d'água absorve grande parte da mesma, diminuindo sua fuga para camadas superiores e aumentando a energia térmica na superfície. Gianotti *et al.* (2013) observaram que o calor armazenado pelo vapor d'água em ambiente de Cerrado Rupestre, modelou as temperaturas mínimas quando estas diminuem durante a noite, refletindo em valores maiores de TA média.

5.4.3.5 *Análise Rítmica do episódio de verão (01/03/2021 a 21/03/2021)*

O episódio ao final da estação de verão, entre os dias 01/03/2021 e 21/03/2021 (Figura 58), apresentou menores amplitudes térmicas, em virtude da continuidade do período chuvoso e dos tipos de tempo associados. Os teores pluviais concentraram-se no início do mês devido à atuação da ZCAS e o predomínio expressivo da mTa em condições de instabilidade, dando uma pausa a partir do dia 7. Tal cenário prevaleceu até o dia 11º do episódio, quando passa a alternar com outras situações atmosféricas. Num primeiro momento com a mEc, que se intensifica nos dias 12 e 14, e em seguida, nos dias 16 e 17, há a presença da mEa. A mTa retorna no dia 18, no entanto entre os dias 19 e 20 a mEa volta a atuar novamente, ressurgindo com linhas de instabilidade (LI) e chuva, contribuindo para a elevação da umidade, da nebulosidade e para a redução das temperaturas. A direção dos ventos durante o episódio se mostrou variável advindo de diferentes quadrantes, o que é próprio do ritmo alternado entre os diferentes sistemas atmosféricos.

Figura 58- Gráfico de análise rítmica, episódio de verão (01/03/2021-21/03/2021) sobre o Município de Santa Rosa do Tocantins – TO.⁷



Organização: Autora, 2022.

⁷ Na aquisição de valores dos elementos climáticos no banco de dados das estações climáticas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) tiveram dados ausentes, esboçado por falhas ao longo dos gráficos.

5.4.3.6 O comportamento de Temperatura do ar (TA) no episódio de verão (01/03/2021 a 21/03/2021)

No episódio ao final da estação de verão, entre os dias 01/03/2021 a 21/03/2021, a biomassa da vegetação de cerrado típico ao redor do Ponto 1 apresentava seu máximo vigor (Figura 18) em virtude dos altos teores pluviiais que se concentraram desde a primavera sobre essa região de estudo. No Ponto 2, demonstrado na Figura 19, fotografias G e H, o que se via era a cultura de soja, como safra principal, em sua fase final. Em algumas partes das áreas agrícolas já era possível visualizar os restos de massa vegetal seca pós- colheita (palhada) como o expresso na Figura 59.

Figura 59-Superfície do solo com massa vegetal seca pós colheita, em março/2021.

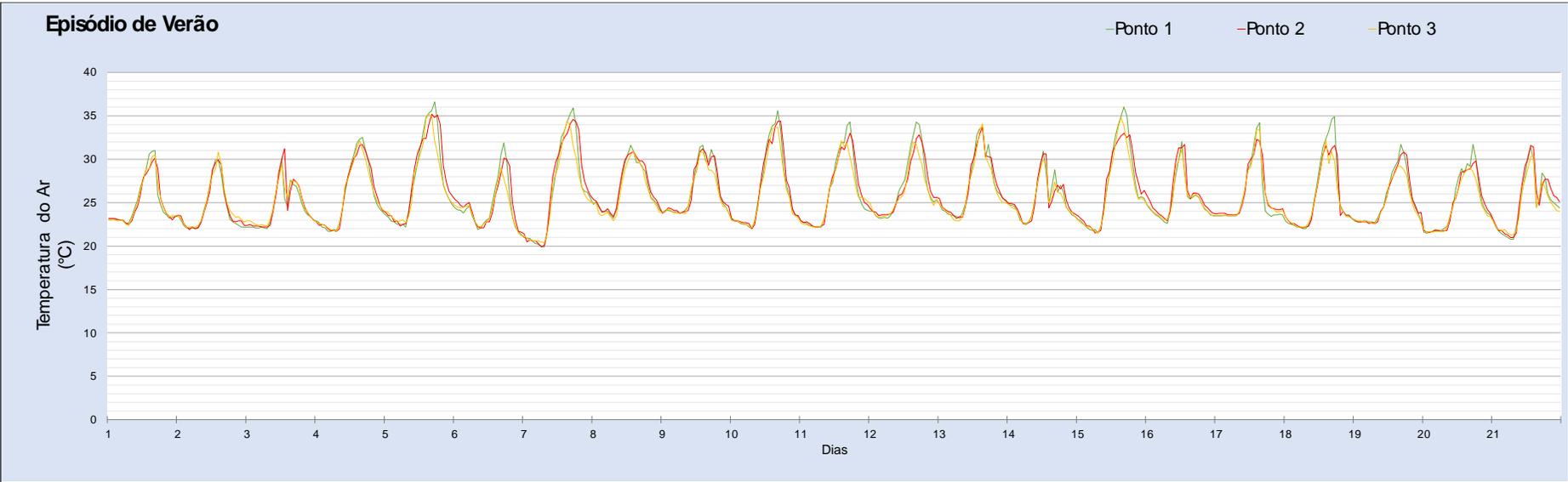


Fotografia: Autora, 2022.

O comportamento da TA no decorrer do episódio, semelhante ao episódio de primavera, apresentou pouca variação térmica entre os postos de coleta, assim como as medidas de tendência central permaneceram semelhantes entre si: o Ponto 1 com a média de 25,81°C, o Ponto 2 com uma média um pouco acima, de 25,92°C, e o Ponto 3 com a média um pouco abaixo dos demais pontos, de 25,55°C.

Foi no início da manhã que se expressaram as temperaturas mínimas do episódio, todas no 7º dia. O Ponto 1 esteve com TA mínima de 19,9°C, às 7h da manhã, no Ponto 2 foi também de 19,9 °C, porém antecipando-se em uma hora, às 6hs da manhã, e no Ponto 3 a mínima foi um pouco superior que as demais, de 20,4°C, às 7h da manhã.

Figura 60- Dados horários de temperatura do ar em pontos fixos sobre o território da CQMSJ- TO, em episódio de verão.



Organização: Autora, 2022.

Já as TA máximas se manifestaram em todos os postos de coleta no dia 5. A TA máxima no Ponto 1 foi de 36,6°C, às 17hs, a TA máxima no Ponto 2 foi de 35,2°C, antecipando-se em duas horas, às 15h, e o Ponto 3 igualou-se ao Ponto 2, também com máxima de 35,2°C, às 15h.

Esses registros mínimos e máximos de TA entre os pontos de coleta obtiveram a menor amplitude em relação aos demais episódios, observados nas outras estações do ano. O Ponto 1 atingiu a máxima amplitude térmica diária de 16,7°C, seguido do Ponto 2 com 15,3°C e depois do Ponto 3, com 14,8°C.

Assim como no episódio de primavera, embora as chuvas tenham se concentrado entre o 1° e 6° dia (primeiros dias do episódio de verão), outros elementos climáticos, como o aumento na umidade do ar e maior nebulosidade, podem ter contribuindo, tanto para menores amplitudes em cada ponto, como em diferenças menos acentuadas entre os postos de coleta. As diferenças térmicas entre os postos de coleta foram as menores, em relação aos demais episódios, além disso, não apresentaram padrões horários bem definidos ao longo dos registros, assim como no episódio de dezembro. Esse comportamento se dá devido as variações dos tipos de tempo, que se modificam mais rapidamente no período chuvoso. A diferença média entre as TA do Ponto 1 para o Ponto 2 foi de 0,61°C, com temperaturas mais elevadas no segundo ponto. Entre os pontos 1 e 3, as leituras tiveram diferença média de 0,52°C. Já as TA do Ponto 2 para o 3 expressaram uma diferença térmica média de 0,62°C.

No verão, durante o dia, o Ponto 2 na plantação de soja atingiu TA maiores, seguido do Ponto 1, no cerrado típico, sendo um pouco maior que o Ponto 3, situado no povoado. Durante a tarde, entre os pontos 1 e 2, a maior diferença ocorreu no dia 3, às 13h, de 5,8°C, com o primeiro ponto registrando menor TA, de 25,4°C, e o segundo ponto com TA de 31,2°C (Figura 61). Em seguida, entre os pontos 1 e 3, a diferença foi de 5,2°C no dia 18, às 17h, com a maior TA observada no Ponto 1, de 34,9°C, e a menor TA no Ponto 3, de 29,2°C (Figura 62).

As diferenciações diurnas e noturnas entre esses dois pontos se dão durante o final da manhã/ início da tarde (11h às 15h) com TA mais altas no Ponto 2 e o Ponto 3 com TA mais altas durante o final da tarde, por toda a noite e início da manhã (18h e 10h). Do ponto 2 para o 3, a maior diferença foi de 4,5°C, observada no dia 5, às 18h, sendo o Ponto 2 com TA mais alta, de 35,1°C, e o Ponto 3 com TA de 30,6° (Figura 63).

Na análise do período noturno, as maiores diferenças térmicas se deram logo no início da noite. Do Ponto 1, com TA de 30°C, para o Ponto 2, com TA de 34°C, a diferença foi de 4°C, registrada às 19h da noite do dia 5. Assim, o ponto localizado no cerrado apresentou TA menor. Do ponto 1 para o 3, mantendo o mesmo comportamento que no período da tarde, a

diferença foi de 1,3°C no dia 7, às 19h, com o Ponto 1 tendo TA mais elevada, de 29,5°C, e Ponto 2 com TA de 28,2°C.

Entre os Pontos 2 e 3 houve diferença de 5,2°C, registrada em dois dias distintos, dias 5 e 7, com TA superior no Ponto 2, respectivamente de 34°C e 33,4, enquanto o Ponto 3 se manteve com TA de 28,8°C e de 28,2°C, respectivamente, ambos às 19h. Durante a noite, o cerrado permaneceu com TA mais baixas, seguida das leituras na área de lavoura e depois do povoado durante a madrugada.

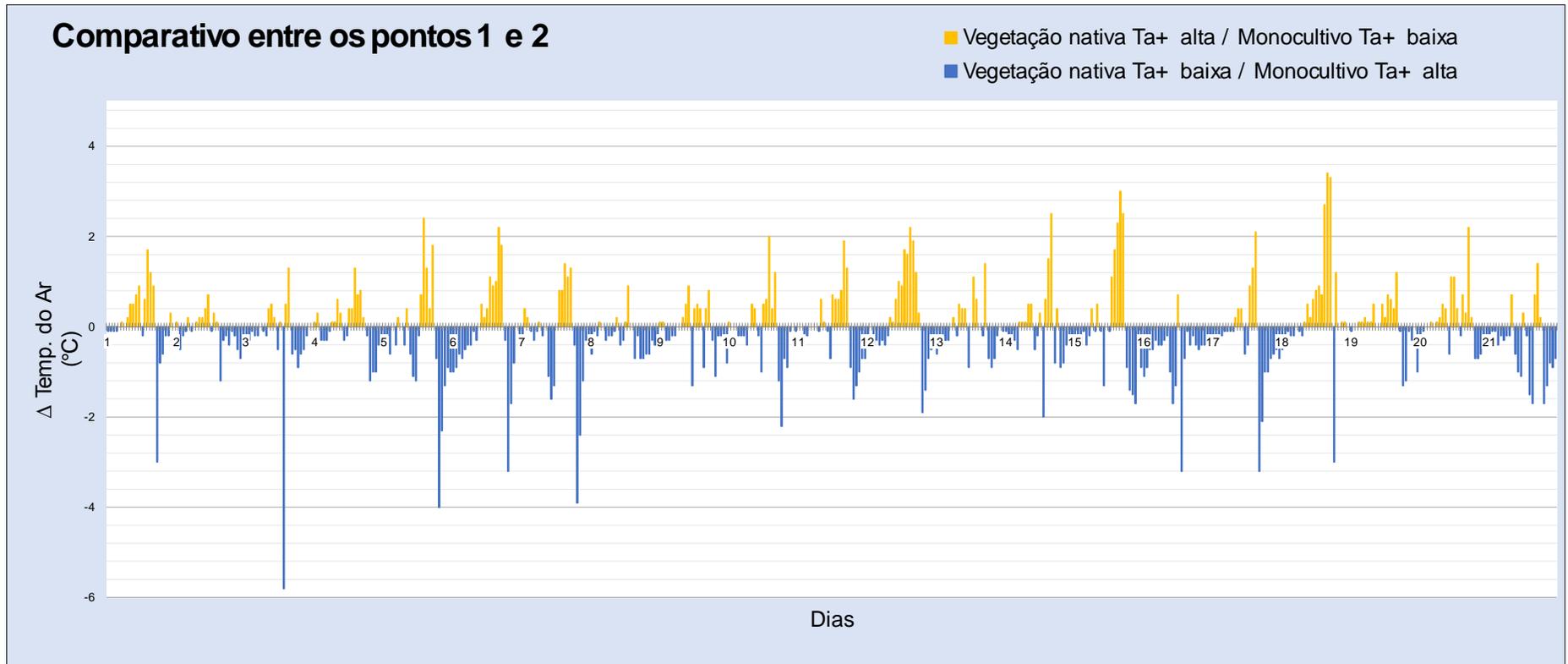
Essa maior alternância térmica entre os pontos de coleta, como foi apontada, é característica nos episódios marcados por maiores teores pluviais. Embora sendo o episódio com menores amplitudes térmicas e TA máximas mais baixas pelo aumento das chuvas e presença de nuvens sobre a área de estudo, as leituras de TA em locais de cobertura com vegetação mostraram-se mais elevadas. O Ponto 1 apresentou TA mais altas em relação ao Ponto 3, sobretudo à tarde, com pico entre 12h e 16h. No entanto, o Ponto 3 supera as TA do Ponto 1 por vezes na madrugada (Figura 62). A coleta no povoado, então, obteve o conjunto de leituras de TA mais baixas nesse episódio, seguido do ponto situado no cerrado típico e, depois, do ponto situado em área de monocultivo, este com temperaturas mais altas.

Na escala microclimática em que a variação espacial da temperatura sofre grande influência em função dos componentes de cobertura do solo, superfícies com maior capacidade de absorção térmica, ou seja, alta absorção de radiação solar, como as coberturas de vegetação densa, sobretudo em estações chuvosas, funcionam como uma barreira física que empata a chegada dessa energia no solo, e conseqüentemente diminui a reflexão dessa energia sob forma de calor sensível para o ar, resultando na queda da temperatura do ar.

Com maiores teores pluviais para o final de verão, há o aumento da umidade no ar, da cobertura de nuvens, da disponibilidade de biomassa na superfície, desencadeiam o processo de evapotranspiração, que ajudam a controlar as TA máximas e mínimas, diminuindo a amplitude térmica.

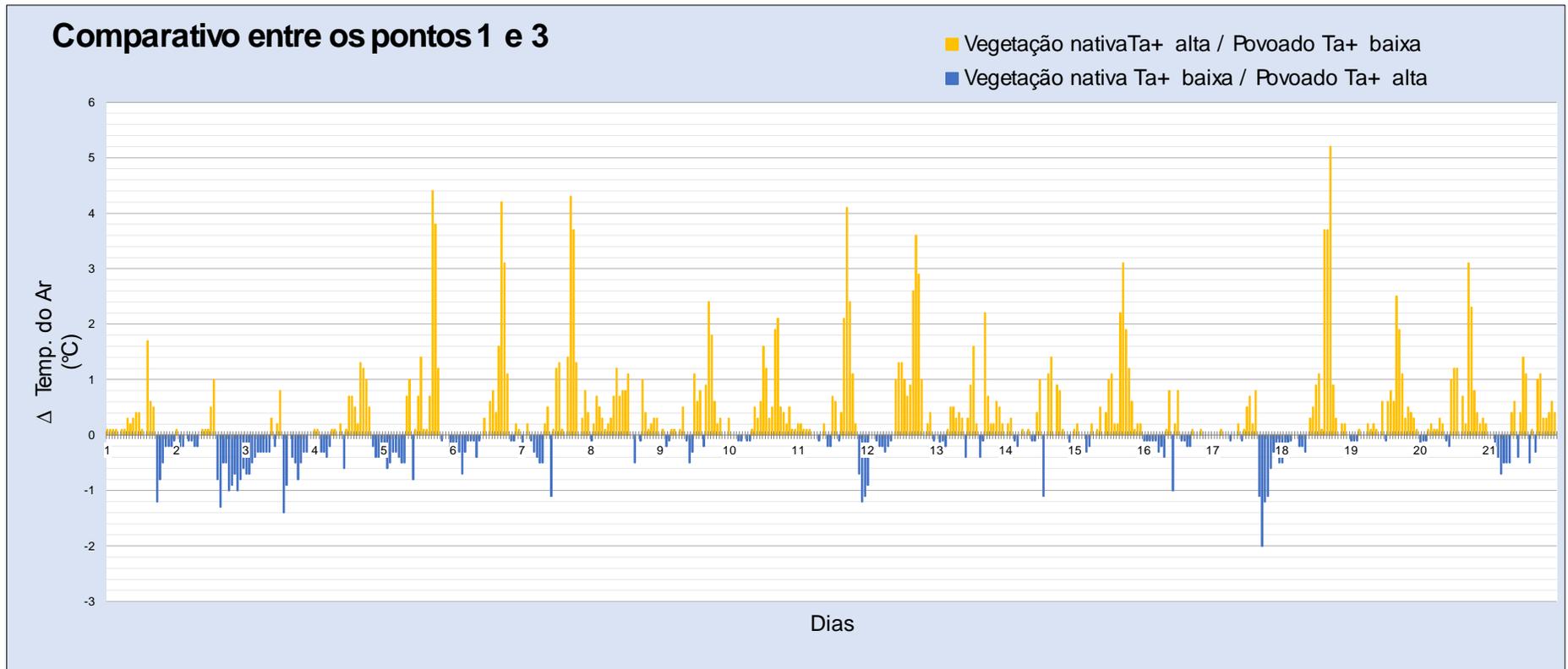
A precipitação quando se dissipa na atmosfera, transforma o calor sensível do ar em calor latente nas superfícies molhadas. A cobertura de nuvens, a quantidade e o tipo de nebulosidade atuam no sentido de dificultar a passagem da radiação solar global em direção a superfície terrestre, isso pode resultar em diminuição de valores de TA máxima (GIANOTTI *et al.*, 2013). De modo oposto, as nuvens também interferem na temperatura do ar por meio da retenção de radiação terrestre na atmosfera, ocasionando um efeito estufa natural, quando a nebulosidade muitas vezes pode funcionar como um cobertor que ajuda a reter o calor na camada de ar entre o chão e a cobertura de nuvens.

Figura 61- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 2 no verão.



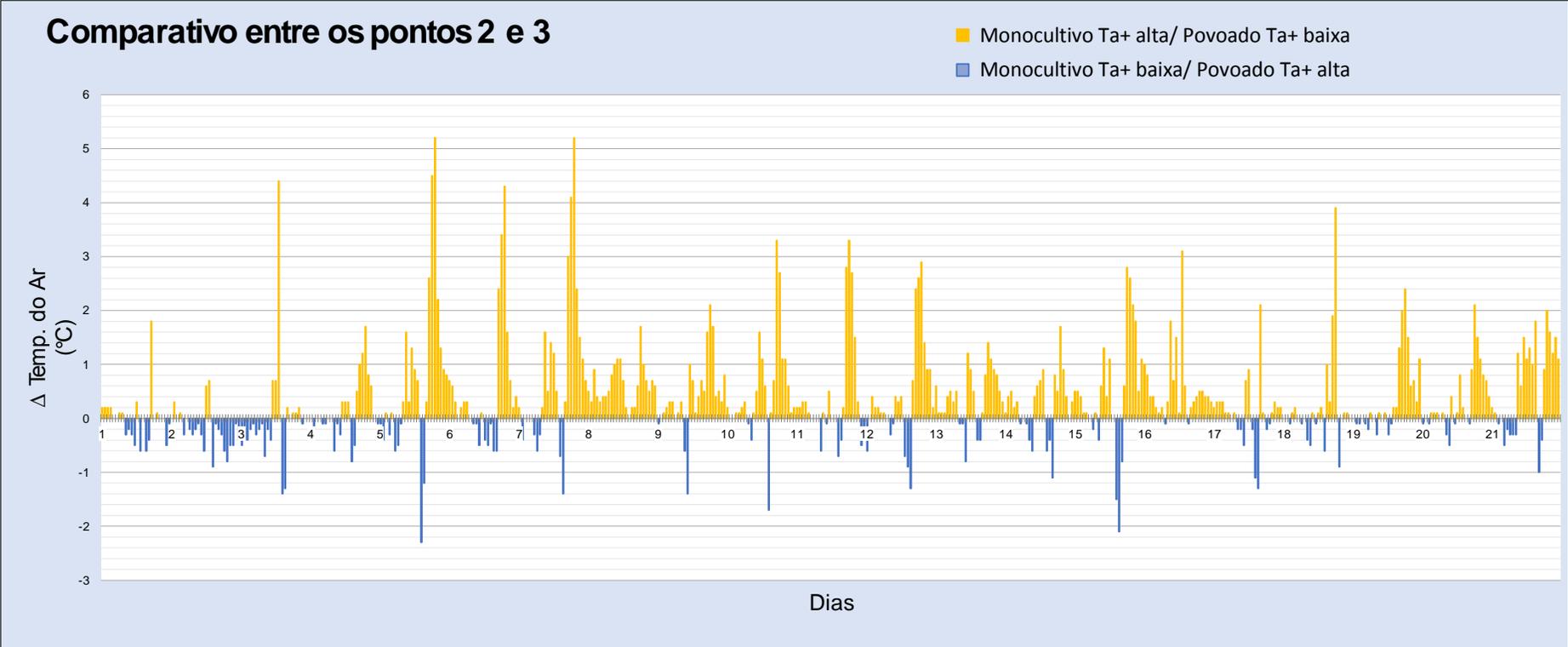
Organização: Autora, 2022.

Figura 62- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 3 no verão.



Organização: Autora, 2022.

Figura 63- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 2 e 3 no verão.

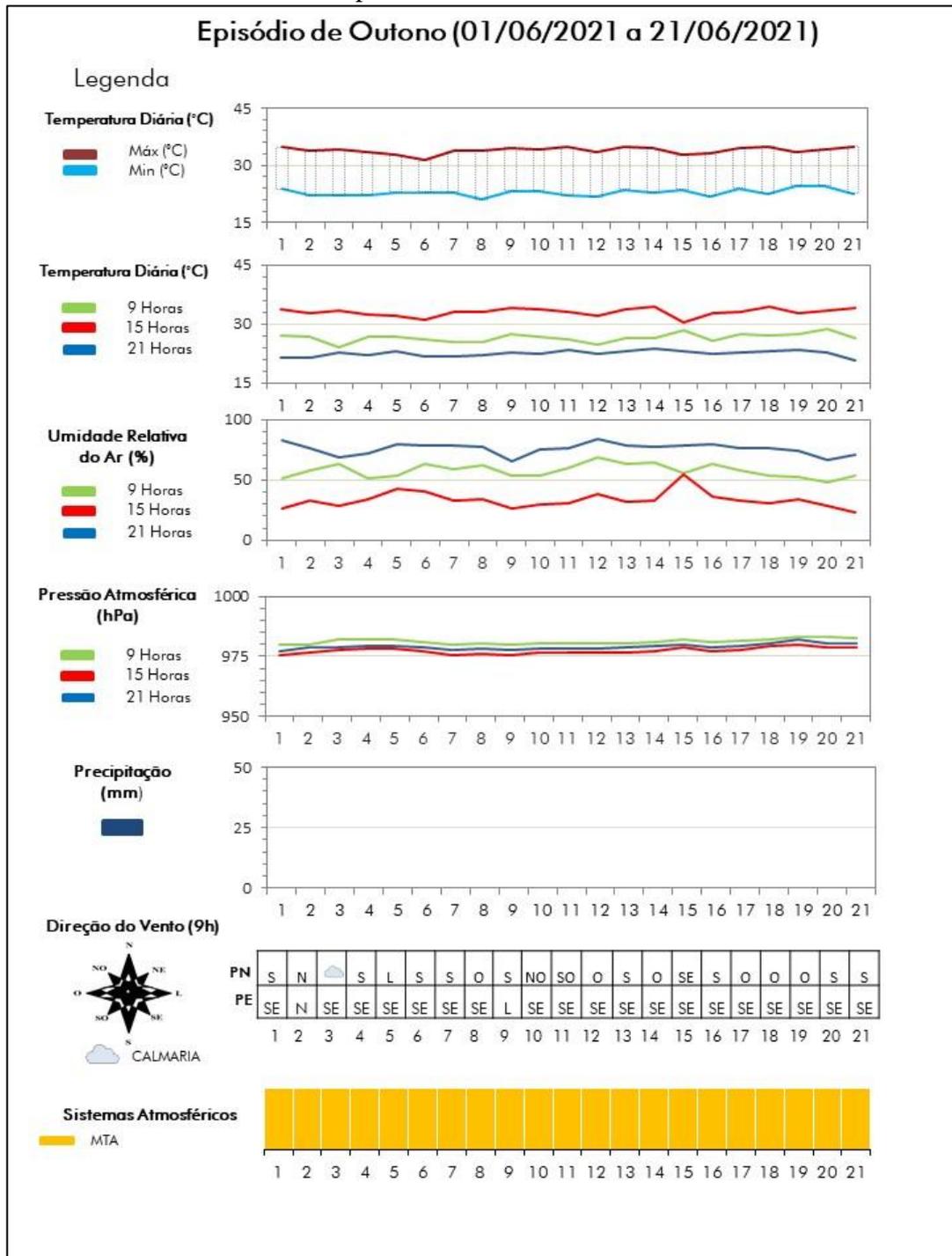


Organização: Autora, 2022.

5.4.3.7 Análise Rítmica do episódio de outono (01/06/2021 a 21/06/2021)

No episódio ao final de outono, entre o dia 01/06/2021 e 21/06/2021, volta-se a observar maiores amplitudes térmicas relacionadas aos tipos de tempo típicos do período seco, semelhante ao ocorrido no episódio de inverno.

Figura 64- Gráfico de análise rítmica, episódio de outono (01/06/2021-21/06/2021) sobre o Município de Santa Rosa do Tocantins – TO.



Nesse caso, o retorno da mTa passou a atuar de modo permanente durante todo o intervalo (Figura 64), repercutindo em ritmo e condições mais estáveis, com temperaturas elevadas e umidade baixa no período da tarde, e temperaturas mais baixas e umidades mais elevadas no período da noite, também contribuiu para a ausência de chuvas e direção dos ventos, vindos principalmente do quadrante sudeste, em Peixe e oscilante em Porto Nacional.

5.4.3.8 O comportamento de Temperatura do ar (TA) no episódio de outono (01/06/2021 a 21/06/2021)

O episódio coletado ao final da estação de outono compreende o período entre 01/06/2021 e 21/06/2021, período habitualmente quente e seco. As características da paisagem no entorno dos pontos de coleta eram semelhantes ao episódio de inverno, no entanto, com pequenas diferenças por ser um período que ainda proporciona temperaturas mais amenas do que aquelas verificadas no final do período seco. Circundante ao Ponto 1 já era notável o cerrado típico com gramíneas mais secas pela ausência de chuva, como mostram as fotografias G e H, Figura 18.

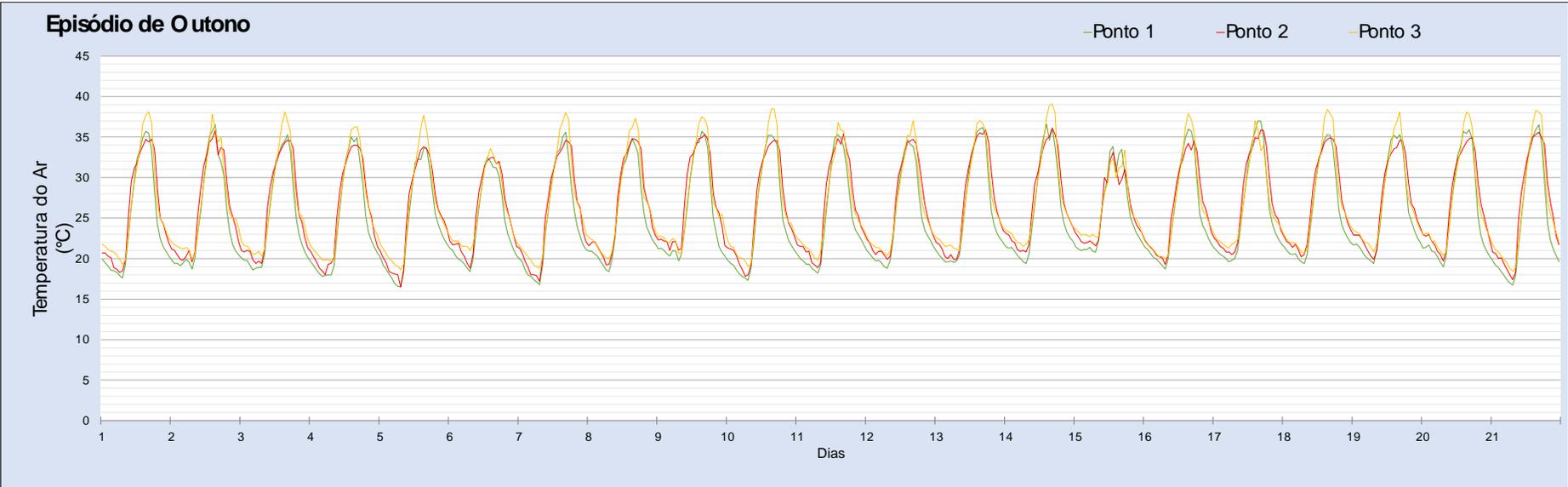
Já ao redor do Ponto 2, o solo estava coberto pela safra secundária, com uma vasta área com gergelim plantado, próximo da colheita, esperada ainda para o mês de junho. O ponto 3 se encontrava mais sombreado, remetendo à ideia de que as copas das árvores em um quintal do povoado ainda possuíam um índice mais vigoroso de biomassa, como resquício da estação chuvosa passada, mas também das características de outono nas baixas latitudes.

Com a média de TA mais baixa em relação aos outros postos de coleta, quanto aos demais episódios, o Ponto 1 registrou média de 25,1°C no episódio de outono, seguido da média no Ponto 2, de 26,32°C, e da média no Ponto 3 bem próxima ao anterior, de 26,53°C.

O comportamento de TA mostrou-se semelhante ao episódio de inverno, no entanto com menores amplitudes térmicas diárias e menores desvios em relação às médias. Isso resultou em menores diferenças de TA entre os locais de coleta, período diurno com TA mais baixas e em noites com TA mais altas em relação ao episódio do mês de setembro (inverno).

Do período noturno até o amanhecer do dia, foi o intervalo com as TA mais baixas, estendendo tal característica a todos os dias do episódio, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 65. A TA mínima no Ponto 1 foi de 16,5°C, esse valor também foi observado no Ponto 2, seguido do Ponto 3, com TA mínima de 18,4°C. Todas as TA mínimas foram registradas às 7h do 5º dia no episódio.

Figura 65- Dados horários de temperatura do ar em pontos fixos sobre o território da CQMSJ- TO no episódio de outono.



Organização: Autora, 2022.

Durante as tardes, período em que houve as maiores diferenciações entre os postos de coleta, o Ponto 3 segue com as leituras mais altas, com a TA máxima de 39,1°C, registrada dia 14, seguido do Ponto 1, marcando máxima de 37°C no dia 17, e depois do Ponto 2, com TA máxima de 36,1°C, novamente dia 14, todos do horário das 16h.

A maior amplitude térmica diária também se deu no Ponto 3, medindo um intervalo entre a TA máxima e a mínima de 20,7°C, seguido do Ponto 1, com intervalo de 20,5°C e depois do Ponto 3, de 19,6°C.

Nesse episódio, semelhante ao episódio de inverno, marcadamente as diferenciações térmicas se dão em horários específicos. As coletas de TA no Ponto 1 são os registros mais baixos durante a noite e em toda a manhã, em relação aos demais pontos de coleta. Porém, diferentemente do episódio de inverno, em que as TA mais baixas neste local se mostravam logo ao início da noite, a partir das 19h, e seguiam até por volta das 11h da manhã do dia seguinte, no outono esse intervalo se antecipa para o final da tarde, às 17h, e segue também até as 10h- 11h final do período matutino. O pico dessa diferença ocorre por volta das 19h. O Ponto 2 registra TA mais altas em relação ao Ponto 1 das 17h até a manhã seguinte, 10h, e para o Ponto 3, as diferenças se deram durante a manhã, entre às 8h e 12h/13h, e ao final da tarde para o início da noite, entre 18h e 21h. Nos demais horários do dia, o Ponto 2 normalmente apresenta TA mais baixas que o Ponto 3, e mais altas que o Ponto 1.

Outra ressalva, é que entre os horários de 18h e 21h, as leituras no monocultivo demora para se resfriar mais que os registros no povoado, oposto ao que acontece para o final de inverno. Certamente no Ponto 2, momento em que o solo e o gergelim se encontravam relativamente secos no ponto de colheita (Figura 19. C), o resfriamento noturno no monocultivo foi mais lento devido uma maior absorção de radiação ao longo do dia, e onde há menos condições para evapotranspiração. Já o Ponto 3 tem maior sombreamento e árvores maduras se tornam capazes de buscar água mais profundas no solo condicionando processos de evapotranspiração mais intensos que na área de monocultivo.

Tais circunstâncias ficam evidenciadas nas diferenças de TA entre esses pontos, sendo que a diferença térmica média entre os Pontos 1 e 2 foi de 1,49°C. Durante a maior parte da tarde, o Ponto 1 ainda possui as TA mais altas se comparado ao Ponto 2, concentradas diariamente entre os horários das 12h e 16h. Nesse horário, a maior diferença foi de 3,8°C às 15h do dia 15, estando o Ponto 1 com TA de 32,9°C e o Ponto 2 com TA de 29,1°C (Figura 66). Quando se comparam os registros do Ponto 1 com os registros do Ponto 3, o primeiro possui leituras de TA mais baixas, mas na transição entre manhã e tarde normalmente supera

as leituras do Ponto 3. A diferença térmica média entre eles foi de 1,6 °C. Nos horários entre 14h e 18h, a maior diferença foi às 16h, no dia 17, quando o Ponto 1 registrou TA de 37°C e o Ponto 3 marcou TA de 33,3°C (Figura 67). Assim, houve uma disparidade de 3,7°C de um ponto para o outro.

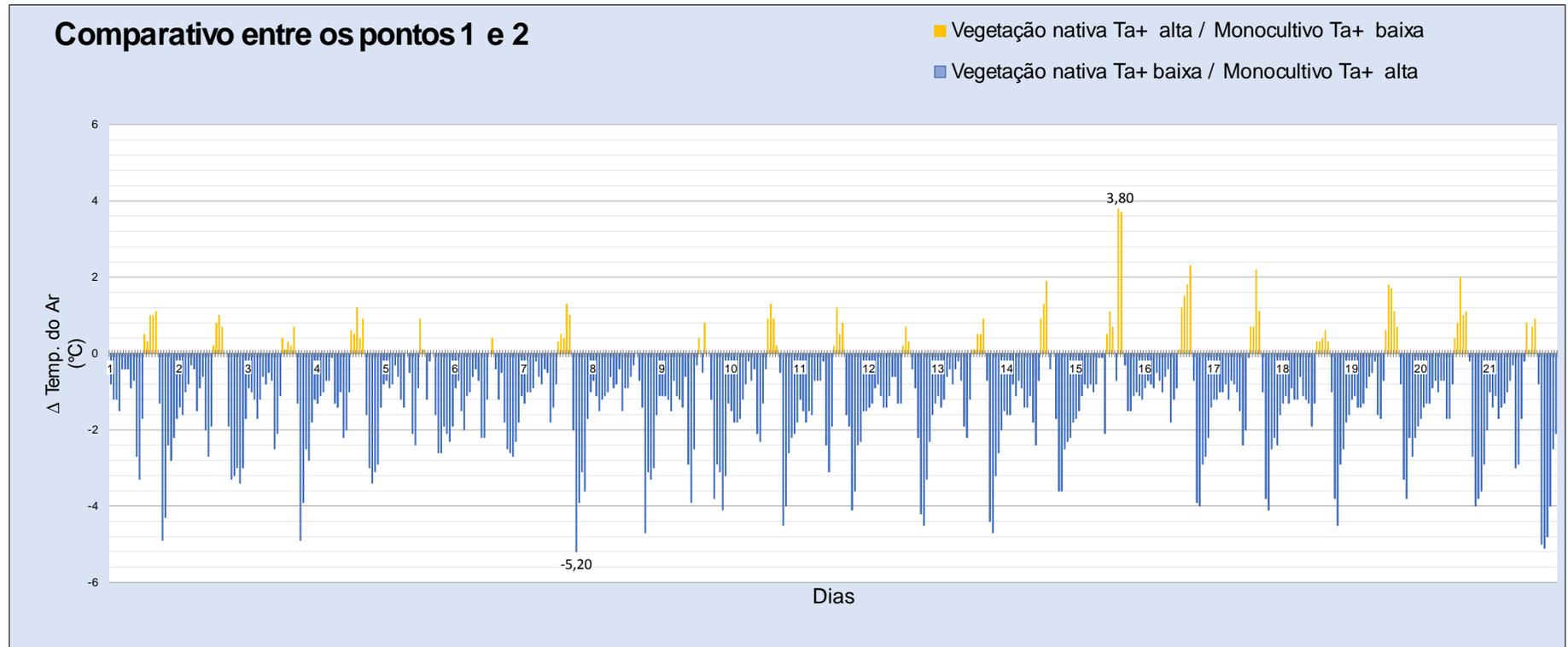
Do Ponto 2 para Ponto 3, a diferença média entre as leituras de TA foi de 1,14°C, com o Ponto 2 registrando maiores TA durante a manhã, comumente a partir das 8h, e ao final da tarde, concentrando-se entre 18h e 23h. Com isso, houve comportamento similar ao episódio de inverno, com distinção apenas de horários, diferenciando entre si mais tardiamente, em uma ou duas horas. A maior diferença entre esses dois pontos de coleta foi de 4,2°C, às 15h no dia 18, com TA de 34,3 °C no Ponto 2 e TA de 38,5 °C no Ponto 3 (Figura 68).

No entanto, é ao final da tarde, depois das 16 h, que as diferenças térmicas são expressas mais significativamente, evidenciando inversão térmica entre os pontos localizados no cerrado típico e na área de lavoura, com plantio de gergelim. Observou-se que a maior diferença entre os Pontos 1 e 2 foi de 5,2°C, com o Ponto 1 registrando TA de 28,7°C e o Ponto 2 com TA de 33,9°C, isso às 18h no 7º dia do episódio. Assim sendo, nesse horário o ponto no cerrado esteve com TA inferior ao ponto situado no monocultivo.

Nesse mesmo intervalo, entre os Pontos 1 e 3 (Figura 67) houve diferença de 4,9°C também ao 7º dia do episódio, mas antecipando-se para as 17h, com a TA de 32,4°C no Ponto 1 e a TA de 37, 3 no Ponto 3, ou seja, maior valor de TA no ponto situado no povoado.

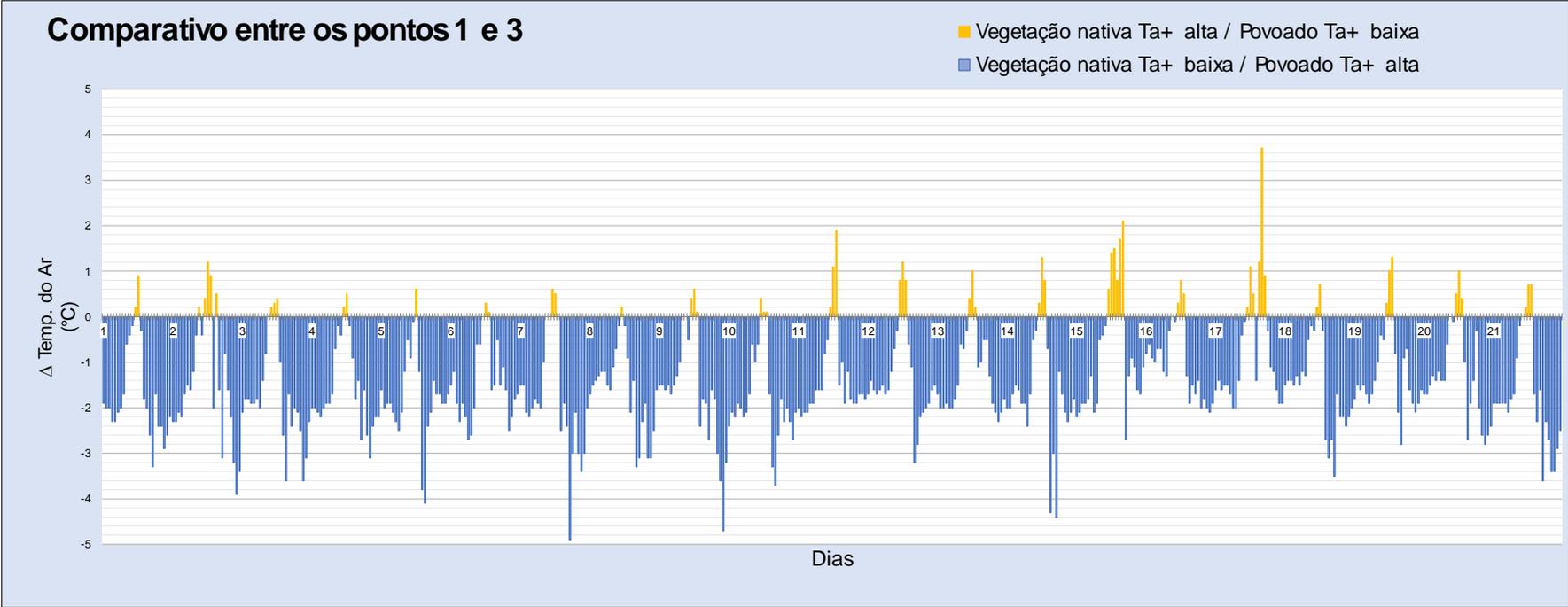
Quando se comparam os valores de TA nos Pontos 2 e 3, no Ponto 2 foram observados os maiores valores de TA durante os períodos matutinos e a partir das 16h até o início da noite, por volta das 21h. Frequentemente os valores de TA no Ponto 3 eram superados pelas leituras no Ponto 2 (Figura 68). Entre esses pontos, a maior diferença foi de 3,5°C, registrada às 18h do 17º dia no episódio, estando o Ponto 2 com 33,9°C e o Ponto 3 com 30,4°C.

Figura 66- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 2 no outono.



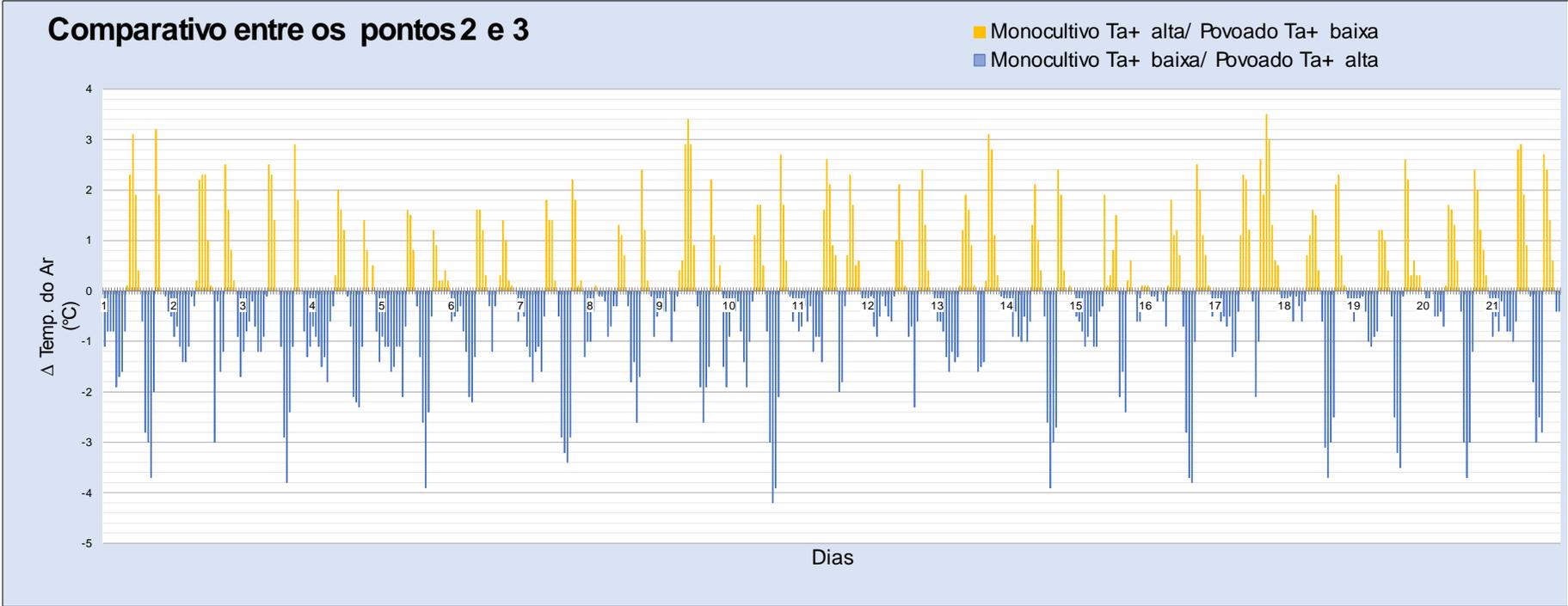
Organização: Autora, 2022.

Figura 67- Diferenças térmicas diárias entre os pontos 1 e 3 no outono.



Organização: Autora, 2022.

Figura 68-Diferenças térmicas diárias entre os pontos 2 e 3 no outono.



Organização: Autora, 2022.

No episódio do outono, a TA demonstrou comportamento semelhante ao episódio de inverno, embora não supere os valores mínimos e máximos de TA apresentados para o mês de setembro/2020. Esses episódios, inseridos dentro do período seco, possuem em comum baixos teores pluviais, e conseqüentemente com menor vapor d'água no ar e amplitude térmica diária elevada. No entanto, possuem diferenças no que tange ao comportamento do vento, ao final do outono e início do inverno, o Tocantins tem as maiores velocidades de vento do ano, principalmente nas manhãs. Já no final do inverno (setembro), essas velocidades caem muito e muitas calmarias são registradas, o que contribui para a sensação de calor.

As leituras de TA no ponto localizado no cerrado típico possuía TA mais baixas que os demais pontos desde o final da tarde, depois das 16h, durante a noite e quase em toda a manhã. Já à tarde, entre 12h e 15h, apresentava TA mais elevada que o Ponto 2, sendo que esta elevação se antecipava em cerca de uma hora quando comparada com as leituras no Ponto 3, mais especificamente entre 11h e 13h.

A variação diária da TA no Ponto 2, adjacente à área de plantio, apresentou elevação de TA superior ao ponto situado no cerrado típico, normalmente após 3 a 4 horas do pico da energia radiante, e seguia assim até o final da manhã posterior. A partir desse momento, apresentava TA menores que o Ponto 1, geralmente no pequeno intervalo entre 12h e 15h. As leituras do Ponto 2 foram superiores em horários matutinos, tipicamente entre 8h e 12h, e no final das tardes e início das noites, entre 18h e 21h, em relação ao Ponto 3, no povoado. Esses valores de TA maiores pela manhã no Ponto 2, se justificam provavelmente porque esse ponto começa a receber radiação mais cedo, sem sombreamento termina por se aquecer mais rapidamente. Já no final da tarde e início da noite, a liberação do calor passa a ser lenta, por ter sido mais acumulado no ponto 2, devido às condições do estado da superfície.

5.4.4 Comparativos entre a situação anterior de 1999/2000 e situação posterior (2019-2021)

Projetou-se sobre a área de estudo os mesmos pontos em que houve a coleta de TA por transecto, ao longo da rodovia que perpassa a CQMSJ e foi verificado os valores de TST e NDVI no pixel referente a cada ponto como trata os subtópicos abaixo. É importante pontuar que os dados de TST para anos mais recentes (2019 e 2020) foram averiguados ao longo da rodovia TO-458, e o valor do ponto em que se averiguou a TST normalmente se caracteriza como um pixel na imagem que se encontrava nesse trecho com solo exposto, podendo influenciar para aumentar os valores de TST e diminuir os valores de NDVI. Em 1999 essa rodovia já existia.

5.4.4.1 NDVI (*Índice de Vegetação por Diferença Normalizada*) na situação anterior de 1999/2000 e situação posterior (2019-2021)

As diferenças entre os valores de NDVI em 20 anos demonstradas nas figuras a seguir, são mais influenciados pelas mudanças de uso e cobertura da terra, a sazonalidade climática atua no sentido de realçar as similaridades entre os meses de mesmo período, entre o intervalo de tempo analisado.

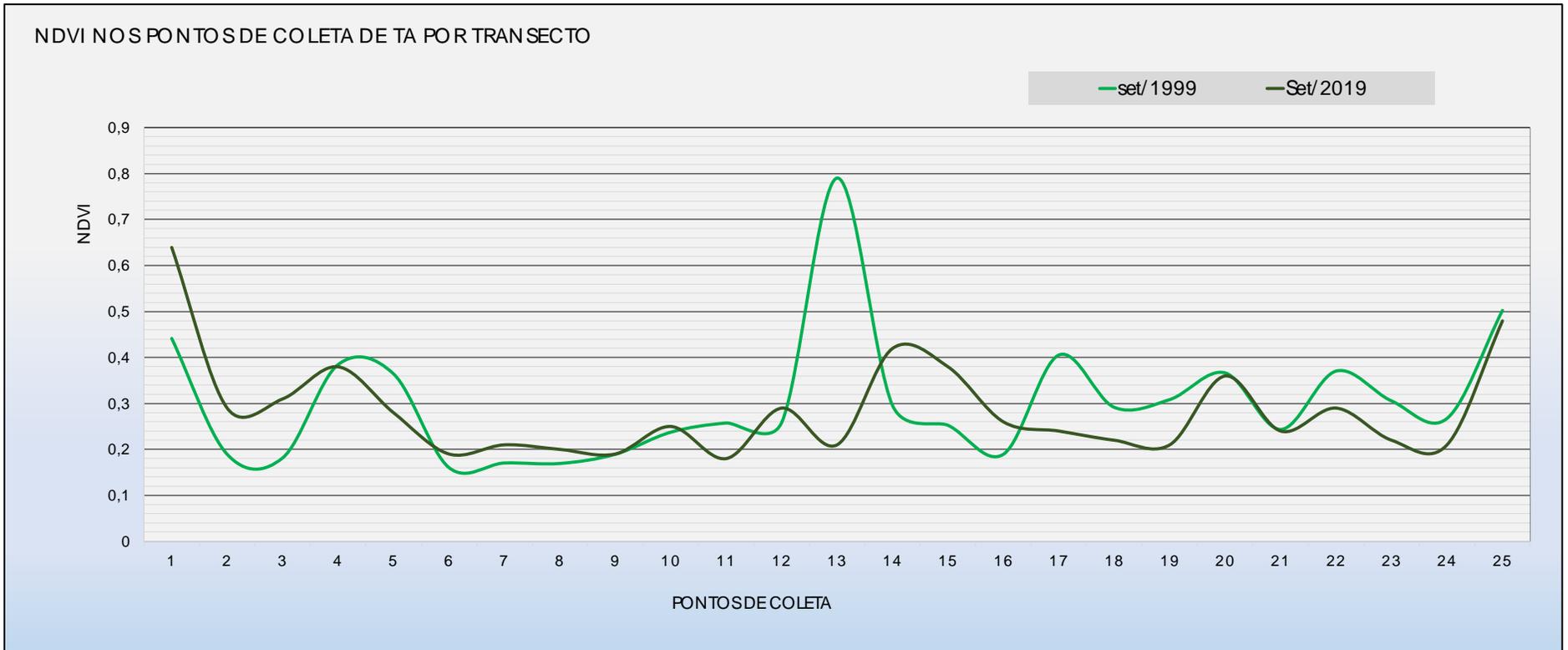
Em setembro/1999 (Figura 69) a média averiguada ao longo da rodovia TO- 458 foi de 0,303, já no mesmo mês contudo para o ano de 2019 foi de 0,286, resultando em médias bem próximas, com uma pequena diferença de 0,017. Esses valores indicam vegetação seca ou solo exposto, que podem tanto se configurar em pastagem como em vegetação natural de cerrado, como cerrado típico e capoeira que se encontram em processo de perda parcial de biomassa. Em toda parte do trecho o comportamento de TST em ambos os anos se mantém similar, destoando apenas no ponto 13, local que possui uma cobertura de cerrado típico, onde foi verificado a maior diferença entre os NDVI, de 0,580, indicando maior vigor vegetativo para o mês de setembro/1999.

Para o comparativo entre os meses de dezembro/1999 e dezembro/2019 (Figura 70) suas respectivas médias de 0,466 e 0,477 indicam o estado de vigor vegetativo razoável, havendo valores que podem apontar para a presença de vegetação de cerrado típico, ainda rala, em fase de crescimento em todo o transecto. O mês de dezembro para o ano mais recente possui uma maior média de NDVI.

A variação de precipitação do ano anterior para o posterior, pode ter influenciado em maiores valores de NDVI para o ano mais recente, principalmente na quantidade de biomassa, resultante do rebrotamento da vegetação, à medida que as chuvas retornam. No domínio de Cerrado, dezembro é um mês que se espera maiores índices pluviométricos, no entanto, a chegada do período chuvoso pode haver variações de um ano para o outro, tendo anos que a chuva se antecede e outros anos no qual podem ter atrasos para sua chegada ou término como explica Nascimento e Novais (2020). Junho apresenta valores médios de NDVI maiores que os verificados no mês de setembro e mais próximo que os valores para o mês de dezembro. Ao longo do intervalo de 20 anos, o NDVI em junho reduziu sua média apresentada de 0,391 em 2000 para 0,362, valor médio para 2020 (Figura 71).

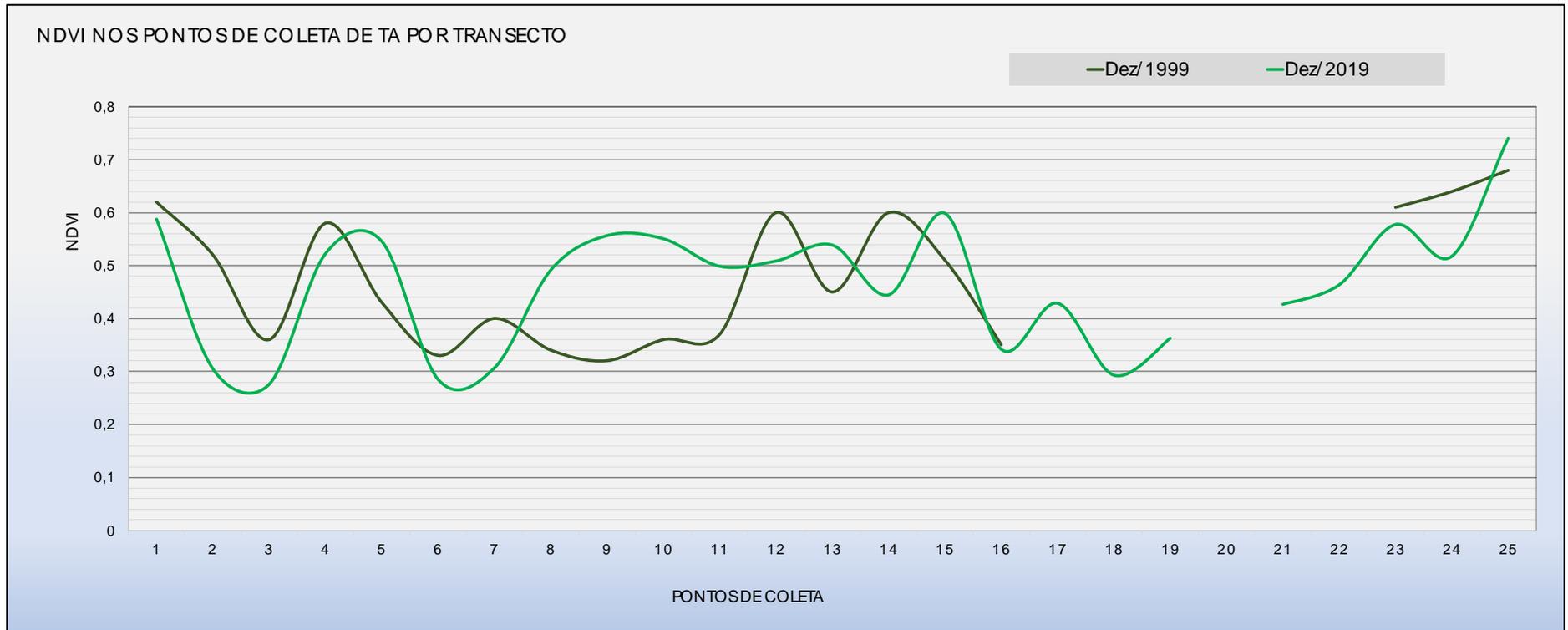
Os valores de NDVI nos meses de período quente e seco apresentaram pequenas mudanças ao longo da rodovia estadual TO- 458, dentro do intervalo de tempo de 20 anos. Já no mês de dezembro, no período chuvoso, a média mais recente, em 2019 foi superior que a média em 1999.

Figura 69- Diferenças de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para o mês de setembro em 20 anos.



Organização: Autora, 2022.

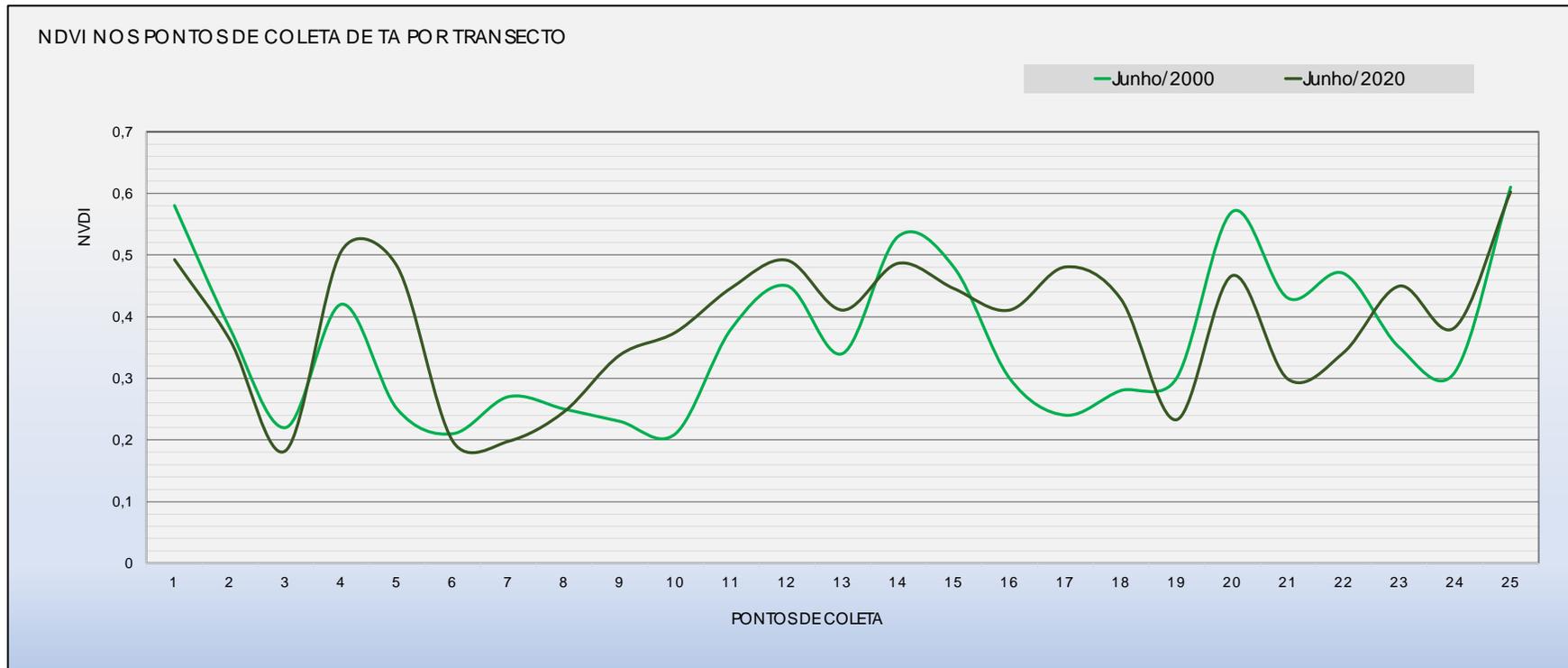
Figura 70- Diferenças de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para o mês de dezembro em 20 anos.⁸



Organização: Autora, 2022.

⁸ Dados ausentes de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), correspondem a pontos que situavam em locais cobertos por nuvens, de maneira que impossibilitou a verificação de valores dessa variável.

Figura 71- Diferenças de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para o mês de junho em 20 anos.



Organização: Autora, 2022.

5.4.4.2 TST (Temperatura de Superfície Terrestre) na situação anterior (1999/2000) e situação posterior (2019-2021)

O comportamento TST do ano 1999 para 2019 modificou-se principalmente em regiões do mapa cuja a cobertura da terra modificou-se ao longo desse intervalo de tempo, em função de atividades humanas, locais que atualmente são voltados para o cultivo agrícola (lavouras), criação de gado (pastos) e capoeira.

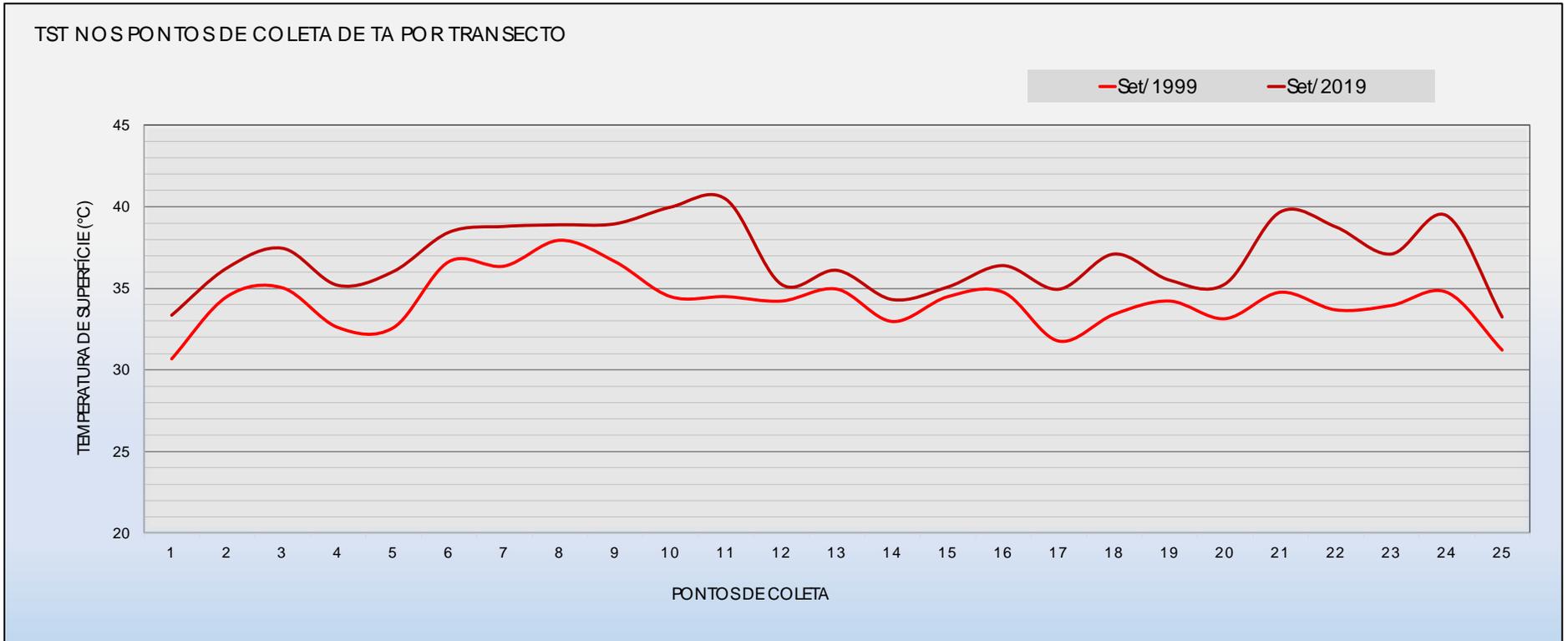
A média de TST para o mês de setembro no percurso do transecto em 1999 foi de 34,15°C, menor que a média dessa variável para o mesmo período observados em 2019, sendo de 36,88°C, uma diferença de 2,73°C em 20 anos.

As variações de TST no período, sugere maiores alterações em regiões que hoje apresentam pontos inseridos numa parcela de terra que demonstram uma cobertura de solo secundária, ou seja, ao passar os anos, o tipo de cobertura nessas parcelas de terra modificou em detrimento da ação antropogênica como o desmatamento. O gráfico da Figura 72, demonstra essa ponderação. Nele, observa-se os pontos de coleta que possuem maiores diferenças de TST entre os anos de 2019 e 2020 para esse período. Tais diferenças se deram em trechos situados ao redor de lavoura e pasto, como os pontos 10 e 11, e em pontos situados ao redor de capoeira, a partir do 21º ponto reduzindo até final do trecho que termina no ponto situado sobre a ponte no Córrego São Felipe, entorno de mata ciliar. Em ambos os trechos ultrapassam uma diferença de TST superior a 5°C, apresentando a máxima de todo o traçado de 5,98°C no Ponto 11, e de 5,1°C no Ponto 22, convertendo esses locais para fins de uso humano, voltados para o formato da agricultura moderna.

O mês de setembro, tanto em 1999 quanto em 2019, apresentou maiores valores de TST que o mês de dezembro dos mesmos anos, o que está de acordo com a sazonalidade climática local. Em setembro, no auge do período quente e seco no Cerrado, a atuação de sistemas atmosféricos estáveis, como a massa Tropical atlântica (mTa) continentalizada, causa interrupção das chuvas, redução da umidade e da nebulosidade, favorecendo a passagem de radiação solar pela atmosfera até o solo.

Assim, sendo este um momento habitual de escassez hídrica, o solo se encontra mais exposto em locais que aguardam o início do período chuvoso para o plantio da safra principal do ano, que nessa área costuma ser de soja. Na própria vegetação nativa de Cerrado, a baixa disponibilidade hídrica desse período contribui para a perda de biomassa no dossel das árvores e na vegetação arbustiva e campestre.

Figura 72- Diferenças de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para o mês de setembro em 20 anos.



Organização: Autora, 2022.

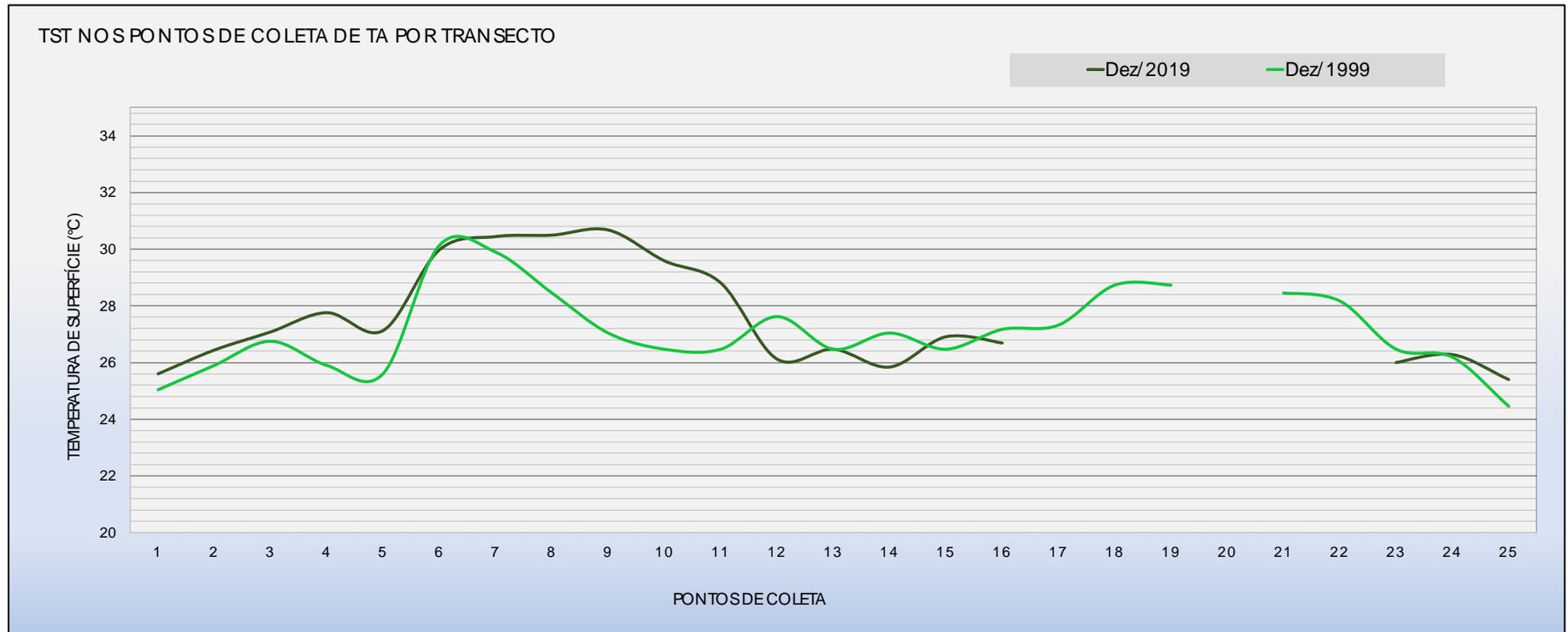
A média de TST ao longo do transecto sobreposto no mapa de dezembro/1999 foi de 27,12°C, após 20 anos essa média foi de 27,55°C em dezembro/2019, portanto com um aumento de 0,43 ° C. Como já pontuado em outras análises, embora esses valores sofram influência de outros fatores intrínsecos ao solo e a relação com elementos climáticos de escalas superiores, a presença de chuvas esperadas para este mês de dezembro, atribui a esse período menores amplitudes, assim como menores variações térmicas, que contribuem para oscilação e valores mais uniformes de TST e consequentemente de TA.

Os valores de TST em dezembro/ 1999 se mostraram superiores aos valores de dezembro/2019 em pontos cujo a cobertura em dias de análise mais recente era de vegetação natural, no trecho entre 12° e 15° ponto e o Ponto 16, situado no povoado. Atentando aos mapas de composição colorida e NDVI essa parte demonstra um estado de vigor vegetativo menos intenso que em 2019, podendo indicar baixos índices pluviométricos até aquele momento ou até mesmo intensidade de atividades antrópicas na área próxima ao núcleo da CQMSJ. O mesmo notou-se em pontos como o Ponto 6 que atualmente é lavoura e no Ponto 23 onde é cercado por capoeira. Nos demais pontos, as leituras de TST para dezembro de 2019 foram superiores que o mesmo período anterior para 1999, assim como na comparação de setembro indicam maiores variações trechos que passaram por mudança quanto ao uso da terra.

No mês de dezembro de 1999 e 2019, percebem-se menores valores de TST, resultantes de um arranjo atmosférico que se distingue significativamente de um mês como setembro. A atuação de sistemas responsáveis pelo retorno das chuvas, como a massa Equatorial continental (mEc) e a própria massa Tropical atlântica (mTa) mais deslocada em direção ao oceano, é responsável pelo aumento da umidade do ar e da nebulosidade, dificultando a chegada de radiação diretamente no solo.

Nessas condições, a vegetação encontra o auge do seu vigor vegetativo, passando a cobrir o solo com maior eficiência. Isso também dificulta a chegada da energia radiativa diretamente no terreno, pois ela passa a ser mais bem interceptada e absorvida pelas folhas. A maior umidade disponível no solo, capaz de ser evaporada e evapotranspirada, influencia diretamente para a dissipação do calor, eventualmente acumulado na superfície, sob a forma de calor latente (PEREIRA *et al.*, 2007).

Figura 73- Diferenças de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para o mês de dezembro em 20 anos.⁹



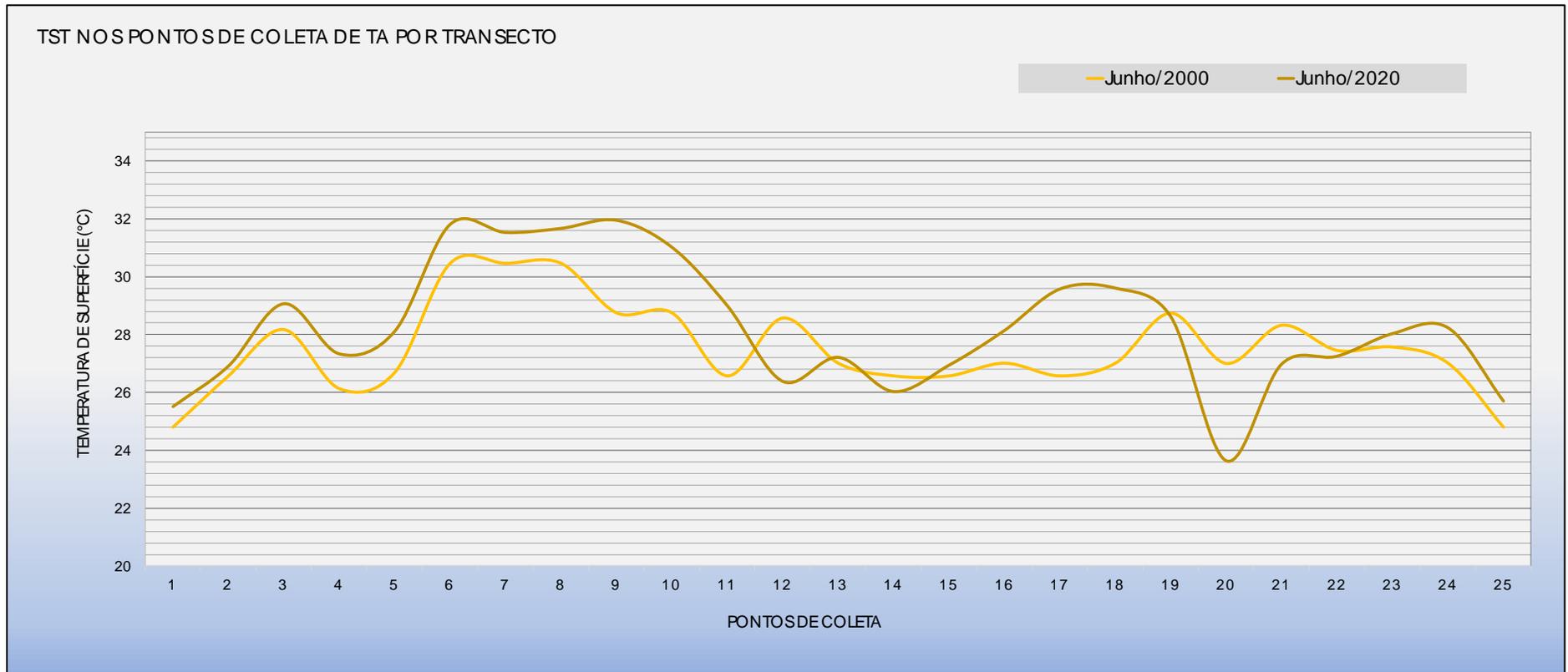
Organização: Autora, 2022.

⁹ Dados ausentes de Temperatura de Superfície (TST) correspondem a pontos que situavam em locais cobertos por nuvens, de maneira que impossibilitou a verificação de valores dessa variável.

A média de TST no transecto para junho/1999 foi de 27,53 °C e de junho/2020 com TST de 28,55°C. Portanto a diferença da média de TST para o mês de junho entre dos anos de 2000 e 2021, foi de 0,72 C°, demonstrando uma variação pequena de TST nesse intervalo de tempo mais uniforme. Com essa média menor que a diferença entre os meses de setembro/1999 e setembro/2020,

A maior diferença se deu no Ponto 20 (3,37°C), cuja cobertura da terra atualmente se mescla entre pasto/ capoeira. Embora a maior parte do trecho as aferições de junho/1999 tenham valores de TST menores que para o mesmo período no ano de 2020, em alguns pontos isso é superado passando a ultrapassar as leituras de 21 anos depois, isso ocorre no ponto 12 (Cerrado) do 15 ao 18, trecho com cobertura de cerrado típico, povoado, e a junção entre capoeira e cerrado típico, e ao final do transecto, depois do 23° ponto em diante (Capoeira).

Figura 74- Diferenças de TST (Temperatura de Superfície Terrestre) para o mês de junho em 20 anos.



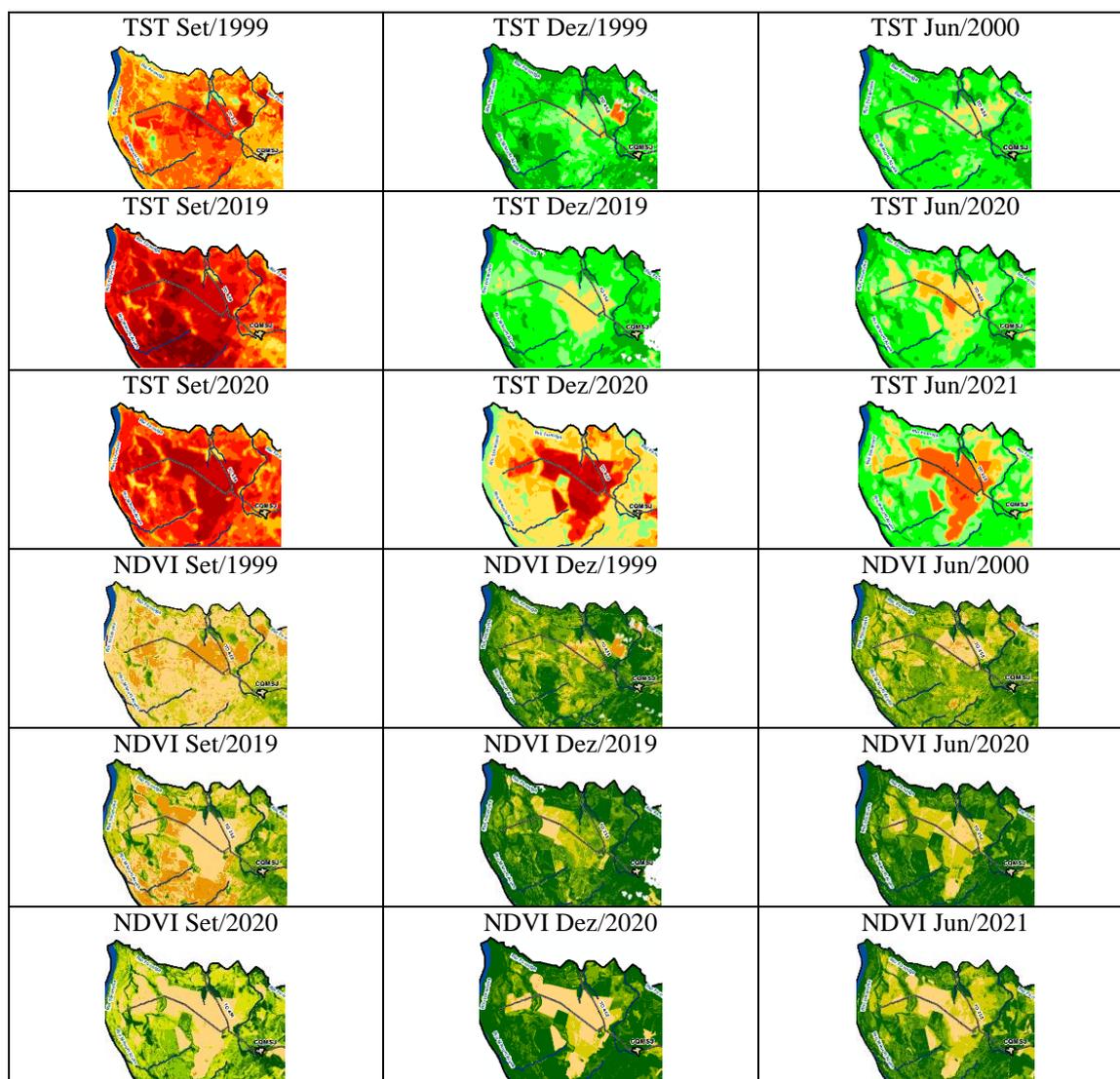
Organização: Autora, 2022.

5.4.4.3 Comparativos entre recortes espaciais da situação anterior de 1999/2000 e situação posterior (2019-2021).

Os comparativos entre os anos anteriores e os mais recentes denotam que as alterações não seguem um padrão homogêneo, concentram-se espacialmente em áreas agrícolas a oeste da área de estudo, na porção leste, próxima ao Córrego São Felipe, e na porção sul da área de estudo. Tais alterações se deram em função da intensificação do uso agropecuário da terra sobre essas áreas, em especial.

A Figura 75, traz um comparativo das mudanças ocorridas entre os valores de NDVI e TST nos anos estudados.

Figura 75- Comparativo entre anos de 1999, 2000, 2019, 2020 e 2021 na parte oeste da área de estudo.



Os dados gerais de TST e de NDVI para setembro/1999 remetem a uma maior homogeneidade entre seus valores, quando comparados aos mesmos períodos de anos mais recentes, sugerindo que a maior parte da área de estudo era explorada por atividades de menor impacto ambiental. Os recortes da parte leste mantiveram-se com características semelhantes ao longo do tempo, já demonstrando, em anos anteriores, locais com solo exposto próximos ao que se tem em anos recentes, sendo que grande parte se configura como capoeira.

Os dados gerais das imagens de setembro/2019 e setembro/2020 foram influenciados pelas áreas de queimadas, o primeiro na parte oeste e o segundo na parte leste, modificando tanto os valores de TST, quanto de NDVI. Ao longo do tempo, o local de produção agrícola na parte oeste se tornou mais segmentado e bem definido em relação às áreas adjacentes.

A imagem de dezembro/2021 sugere que houve pouca precipitação acumulada até a sua data. As áreas agrícolas estão sem cultivo (alta TST e baixo NDVI) e as áreas de vegetação estão mais secas. Isso destoa da situação verificada em dezembro/2019, na qual o aspecto das imagens de composição colorida e a espacialidade do NDVI remetem a um maior teor de chuvas acumuladas até este mês, o que permite melhor rebrota de vegetação.

Em junho/2021, as áreas agrícolas também estão sem cultivo na porção sul, o que justificou as altas TST e o baixo NDVI. Em junho/2000 essas áreas já eram modificadas, possivelmente destinadas à pastagem, para criação de gado. As composições coloridas ajudam a ilustrar isso.

Ao longo do tempo, as áreas de uso agropecuário na porção oeste se consolidaram, muito provavelmente envolvendo a substituição de pastagens por cultivo agrícola. Outras partes do território quilombola, em 1999, já demonstravam locais destinados a atividades agropecuárias parecidos com o que se tem em 2019. Uma parcela dessas áreas (na porção leste, por exemplo) estava constituída por capoeiras em 2019, dado o seu abandono temporário. No entanto, em trabalhos de campo posteriores, têm-se observado sua retomada para formação de pastagens e cultivos agrícolas, consolidando a tendência de maior exploração agropecuária no território quilombola, por meio de agentes externos à comunidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do ponto de vista da comunidade, a avaliação da TA e TST desenvolvida nesse estudo, foi de encontro com a percepção de mudanças ambientais notadas coletivamente em decorrência da intensificação do agronegócio sobre seu território, como o aumento da sensação de calor e a redução de tipos de tempos atmosféricos mais amenos. Neste sentido, durante o estudo, as medidas e estimativas das variáveis climáticas em marcos temporais de um recorte de 22 anos expressaram mudanças em graus variados em toda a área de estudo. Desse modo a pesquisa científica se torna mais uma produção que reafirma a contribuição e o conhecimento da comunidade acerca do território que ocupa e a relação entre as mudanças de uso e ocupação da terra e suas consequências ambientais sobre o mesmo.

As variações espaciais da TA ao longo do transecto, indicam que as diferenças térmicas entre os pontos não alcançam valores tão elevados quanto aquelas normalmente verificadas em estudos de clima urbano (ilhas de calor nas cidades), mas sugerem que as mudanças ambientais conduzem à formação de mosaicos microclimáticos que podem se intensificar ao longo do tempo, evidenciados espacialmente nos resultados de TST e NDVI. Por isso, a área de estudo e a própria temática da pesquisa requerem atenção, em virtude do avanço da fronteira agrícola sobre remanescentes de cerrado. As diferenças observadas podem justificar a percepção dos quilombolas a respeito do aumento do calor.

Em relação ao comportamento temporal das diferenças térmicas, observado na análise simultânea da TA em diferentes tipos de uso ou cobertura da terra, observa-se que o padrão é muito semelhante àquele verificado em estudos de clima urbano, ou seja, determinados tipos de tempo, mais ou menos presentes em cada estação do ano, podem elevar ou atenuar as diferenças térmicas. Maior umidade, nebulosidade, precipitação e ventos tendem a homogeneizar as temperaturas do ar. Menor umidade, nebulosidade, precipitação e ventos tendem a acentuar as diferenças térmicas. A comparação com padrões observados em áreas urbanas se deve à grande disponibilidade de estudos e pesquisas sobre o clima nesses locais, ao passo que as investigações em áreas rurais são bem menos recorrentes.

Locais com maior cobertura vegetal sofrem interferência considerável desse tipo de superfície, reduzindo a TA e a TST nesses espaços, especialmente no período diurno. Já no período noturno, locais com maior geração de calor antropogênico, retenção de calor por materiais construtivos e com maior número de obstáculos à circulação do ar tendem a apresentar níveis de calor mais elevados do que áreas de cerrado e de cultivo agrícola ao seu redor.

Desse modo, tanto o desmatamento quanto as mudanças nos materiais construtivos nas moradias parecem contribuir, de modo geral, para o aumento do calor, ainda que em horários diferentes do dia. Isso remete à necessidade de regularização do território, controle do desmatamento, recuperação de áreas degradadas e políticas de valorização de práticas ancestrais quilombolas, a exemplo das técnicas construtivas, como o adobe.

Além dos efeitos da sazonalidade climática, que normalmente distinguem os meses analisados, as mudanças no uso e cobertura da terra podem estar envolvidas nas diferenças térmicas observadas entre os anos 1999 e 2021. A elevação da TST, por seu turno, poderá implicar em alterações nos microclimas do território quilombola, passando a afetar diretamente a vida da comunidade que habita essa área por um longo tempo, desde seus antepassados.

Comparando o comportamento da TST e do NDVI entre os anos estudados, essas variáveis se alteraram principalmente em porções do território cuja cobertura da terra modificou-se especialmente por força de novos agentes que passaram a ocupar a área. Trata-se de locais que atualmente são destinados ao plantio agrícola, como na parte oeste, além de pastagens e outras áreas recém desmatadas, na parte leste. O não aproveitamento dessas últimas, conduz a um processo de regeneração florestal que leva à formação de capoeiras, porém o grau de cobertura da terra não será o mesmo até que essa vegetação atinja estágios mais maduros, o que pode durar um período de vários anos.

Por outro lado, a porção imediatamente no entorno do povoado quilombola e também aquelas próximas aos cursos d'água, por apresentarem vegetação de maior porte e melhor conservada, mantêm-se com temperaturas menores, o que pode contribuir para microclimas mais frescos. Essas áreas encontram-se mais vinculadas à posse e ao uso quilombola, cujo modo de vida e a produção de alimentos não depende de grandes áreas suprimidas de vegetação, assim como acontece com a produção agrícola comercial de larga escala, segundo o modelo do agronegócio.

Contudo, a problemática que envolve esse território se mostra complexa, não permitindo ser lida simplesmente por um olhar maniqueísta, a partir das figuras de um agressor e de uma vítima. Os papéis e os interesses são complexos, pode haver conflitos internos entre os quilombolas e destes com outros agentes externos, sendo que tudo isso pode trazer implicações ambientais e, mais especificamente, climáticas. Tais aspectos reforçam a necessidade de melhor avaliar as diferentes formas de uso da natureza, suas consequências ambientais e sobre a qualidade de vida, além dos próprios benefícios que a regularização desse território quilombola, em especial, poderá trazer à comunidade em foco.

Por fim, pontua-se que a escala de análise permitiu verificar tendências de aumento das temperaturas (TST e TA) em nível local e microclimático, não excluindo a possibilidade de continuação do estudo em escalas superiores, sendo possível que haja interferência de outras escalas (regional, zonal e global) nessas tendências, embora a pesquisa não tenha se voltado a essa verificação.

6.1 Contribuições da dissertação

Esse estudo dá sequência a pesquisas de protagonismo e participação ativa da comunidade da CQMSJ, emergindo a partir da consciência e percepção ambiental dos próprios quilombolas, que indicam suas demandas por pesquisas. Seu desenvolvimento vai de encontro aos objetivos de uma ciência cidadã, que visa a atender aos interesses populares. Assim, buscou-se contribuir com a construção de um material técnico-científico que poderá ser agregado aos demais estudos existentes e servir como subsídio para a regularização do território reivindicado pela CQMSJ, bem como para o desenvolvimento de futuros projetos e políticas públicas junto a essa comunidade.

Em um plano mais amplo, este trabalho também buscou um melhor entendimento sobre as alterações ambientais em curso no cerrado tocantinense, especialmente em virtude do avanço do agronegócio nesse estado. Como consequência, vê-se a aceleração de mudanças permanentes dentro dos territórios tradicionais, principalmente aqueles ainda não regularizados do ponto de vista fundiário, situação comum vivida pelas comunidades quilombolas. Logo, procura-se reforçar a necessidade da regularização desses territórios, formado por pessoas que habitam seu lugar perpetuando saberes sobre a natureza, convivendo numa lógica de produção econômica, política e cultural voltada para o coletivo.

6.2 Trabalhos futuros

A temperatura do ar e a temperatura de superfície sobre diferentes tipos de uso e cobertura da terra no território da CQMSJ constituem elementos que indicam alterações microclimáticas ocorridas nos últimos anos, conforme procurou-se demonstrar. Porém, por serem elementos que se relacionam além das condições de superfície, possuem vínculos diretos com outras variáveis e fatores climáticos, a exemplo dos estados atmosféricos e da ventilação.

Desse modo, estudos que se debruçam sobre outros componentes microclimáticos relacionados ao balanço radiativo local e às condições de superfície podem ainda ser desenvolvidos, no sentido de melhor elucidar as várias faces desse fenômeno. Destaque também

deve ser dado a estudos que contemplem a questão do conforto nas moradias quilombolas, o uso de diferentes materiais construtivos e suas repercussões em termos de temperatura.

Por fim, além do aspecto climático, outras dimensões e problemáticas ambientais podem ser exploradas, em atendimento às demandas da própria comunidade, em especial quanto às questões da água e do uso de agrotóxicos no âmbito de seu território.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.
- ABENTROTH, N. K. C. S. **Comunidade Quilombola Morro de São João no município de Santa Rosa do Tocantins: Memórias e territórios**. 2020. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2020. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/2059>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2009. 160 p. ISBN: 9788576171591.
- AGUIAR, D; LOPES, H. (Orgs). **Saberes dos povos do Cerrado e Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Campanha em Defesa do Cerrado e ActionAid Brasil, 2020. 254p. Disponível em: <https://campanhacerrado.org.br/images/biblioteca/Saberes%20dos%20Povos%20do%20Cerrado%20e%20Biodiversidade.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022.
- AIRES, A. A.; BEZERRA, J. M. Mapeamento do índice de vegetação e temperatura de superfície da cidade de Pau dos Ferros-RN. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 113-131, jul./set. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/12459>. Acesso em: 14/08/2022.
- ALBUQUERQUE, Rui H. P. L. de. **Capital comercial, indústria têxtil e produção agrícola**. São Paulo, HUCITEC, 1983.
- ALVES, V. E. L. A mobilidade sulista e a expansão da fronteira agrícola brasileira. **Revista Agrária**, São Paulo, Nº 2, pp. 40-68, 2005.
- ALVES, S. P. L. **Marketing verde e os desafios na preservação do Cerrado**. 68 f. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2014. Disponível em: <http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/handle/tede/2528?locale=es> Acesso em: 26 mai. 2015.
- ALVES, E. SOUZA, G. da S. e, MARRA, R. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010. **Revista de Política Agrícola**, Ano XX, nº 2, abr./maio/jun. 2011.
- ARAÚJO, J. C.; MERCADANTE, M. Produtos transgênicos na agricultura. **Biblioteca digital da Câmara dos Deputados**, 1999.
- AUGUSTO, L. G. S. *et al.* Parte 2 - Agrotóxicos, Saúde, Ambiente e Sustentabilidade. In: CARNEIRO, Fernando Ferreira et al (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.
- AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 4ª ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1986.
- BALSAN, R. Impactos Decorrentes da Modernização da Agricultura Brasileira. **CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária**, 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.

BENEDETTI, A. C. P. et al. Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) do sensor Modis: aplicações para estudos de uso e cobertura da terra na metade sul do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011. **Anais...** Curitiba, INPE, 2011, p. 6144-6152.

BEUCHLE, R. *et al.* Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, p. 116-127, 2015. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0143622815000284?token=DEE242F1AD33E77C36C9E96E6E1A532775DCE320A2919564BCE43A0B9CB7FA30E13C49D5C1470BE95B16E640C48E5031&originRegion=useast1&originCreation=20220801093542>. Acesso em: 12 jul. 2022.

BEZERRA, J. E. Agronegócio e ideologia: contribuições teóricas. **Revista NERA**. Ano 12, n. 14. p. 112-124. Jan./jun., 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237562629_Agronegocio_e_ideologia_contribuicoes_teoricas/link/57d0cf5408ae6399a389e07d/download. Acesso em: 10 jul. 2022.

BIUDES, M. S. *et al.* Ground and remote sensing-based measurements of leaf area index in a transitional forest and seasonal flooded forest in Brazil. *International Journal of Biometeorology*, v.58, p.1181–1193, 2014.

BRASIL. **Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados**. Carta Aberta dos Cientistas Brasileiros. Brasília. 2003. Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/internet/SitaqWeb/TextoHTML.asp>. Acesso em: 29 set. 2021.

BRASIL. Decreto nº 8.447, de 06 de maio de 2015, dispõe sobre o plano de desenvolvimento agropecuário do MATOPIBA e a criação de seu Comitê Gestor. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8447.htm. Acesso em: 05 de nov. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: out. 2017.

BRASIL. Lei n. 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, Ano CXXXV, n. 79, p. 8241-8246. 28 abr. 1997. Seção 1.

BRASIL. Lei n. 11.105, de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei no 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória no 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os artigos, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei no 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, v. 142, n. 58, Seção 1, p. 1-5, mar. 2005a. Disponível em: . Acesso em: 17 jul. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2ª Conferência Nacional da Assistência Técnica e Extensão Rural: ATER, agroecologia e alimentos saudáveis. Ciência e tecnologia no Governo Federal. Brasília, 2015.

BRASÍLIA. **Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados**. ARAUJO, J. C. de. MERCADANTE, M. Produtos transgênicos na agricultura. Brasília, 1999. 54 p.

BRITO, F. E. M. O admirável mundo sombrio anunciado pela Monsanto. **O olho da História**. Salvador, p. 1-9, julho, 2009. Disponível em: <http://oolhodahistoria.ufba.br/category/resenhas/>. Acesso em: 12 ago. 2021.

BUAINAIN, A. M. *et al.* **Dimensões do agronegócio brasileiro: políticas, instituições e perspectivas**. Brasília: MDA. Acesso em: 06 jun. 2022. 2007

CAMACHO, R. S. A barbárie moderna do agronegócio versus a agricultura camponesa: implicações sociais e ambientais. **GeoGraphos**, v. 3, n. 16, p. 1-29, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/agraria/article/view/45578/49600>. Acesso em: 12 jul. 2022.

CARNEIRO, F. F. *et al.* Dossiê ABRASCO: uma alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio: **Expressão Popular**, 2015. 2ª Parte. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/26221/2/Livro%20EPSJV%20013036.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2020.

CARVALHO, G. S. Regularização fundiária dos territórios Quilombolas: Direito a propriedade, titulação e Permanência na terra da população negra do Estado do Tocantins. **Escritas**, Araguaína, v.3, p.103- 119, 2011.

CARVALHO, I. A. **O território quilombola**: e as relações socioculturais na comunidade afrodescendente de Morro de São João no município de Santa Rosa – TO. 2018. 22 f. Monografia (Graduação em geografia) Universidade federal do Tocantins. Porto Nacional, TO, 2018.

CASTILHO, D.; CHAVEIRO, E. F. Por uma análise territorial do Cerrado. In: PELÁ, M.; CASTILHO, D. (Orgs.). **Cerrados**: perspectivas e olhares. Goiânia: Ed. Vieira, 2010, p. 35-50. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/214/o/Livro_CERRADOS_perspectivas_e_olhares.pdf. Acesso em: 13 jul. 2022.

CASTRO, C. de S. **Mudanças ambientais relacionadas ao agronegócio e implicações sobre o campo térmico**: uma abordagem no território quilombola Morro de São João, Tocantins. 2020. 22 f. Relatório (Iniciação científica – PIBIC/CNPq), Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2020.

CASTRO, C. de S.; SOUZA, L. B. e. Alterações microclimáticas e perfil térmico no Território Quilombola Morro de São João, Tocantins. **Geografia Ensino & Pesquisa**, 2022.

CELERES. 3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17. Uberlândia: **Céleres**, 2017. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/status-atual-e-perspectivas-regulatorias-para-as-novas-ferramentas-de-melhoramento-genetico/28>. Acesso em: 4 nov. 2021.

CHANG, M. Functions of water. **In: Forest Hydrology: an introduction to water and forest** / Mingteh Chang, 2nd ed. Texas: Taylor & Francis, p. 5-22, 2006.

CHAVEIRO, E. F. A urbanização do Cerrado: espaços indomáveis, espaços deprimidos. **Revista UFG**, Goiânia, v. 12, n. 9, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revistaufg/article/view/48318>. Acesso em: 24 ago. 2022.

CHAVEIRO, E. F.; BARREIRA, C. C. M. A. Cartografia de um pensamento de Cerrado. In: PELÁ, M.; CASTILHO, D. (Org.). **Cerrados: perspectivas e olhares**. Goiânia: Vieira, 2010. p. 15-33.

CHAVES, M, R, **Descentralização da política de meio ambiente no Brasil e gestão dos recursos naturais no cerrado goiano**. 2003.186 f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104467/chavesmrdrrcla.pdf?sequence1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 jul. 2022.

CHEDE, C. F. **Manual de Meteorologia Aeronáutica**. ETA Editora Técnica de Aviação LTDA. Rio de Janeiro, abril de 1974.

CHOUHAN, R.; RAO, N. 2011. Vegetation detection in multispectral remote sensing images: Protective role-analysis of vegetation in 2004 indian ocean tsunami. **Geo-Information for disaster management**, Turkey. Disponível em: <https://www.isprs.org/proceedings/2011/GI4DM/PDF/OP37.pdf>. Acesso: 12 mai. 2022.

CLETO, E. A. T. **Resiliência e reconhecimento em neocomunidades: o caso da comunidade quilombola Morro de São João – TO**. 2015. 211f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional) – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Palmas (TO), 2015. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/188/1/Elaine%20Aparecida%20Toricelli%20Cleto%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 04 ago.2022.

COSTA, J. F. F. **Avaliação dos componentes do Balanço de Energia e Evapotranspiração em região semi-árida usando imagens orbitais Landsat-5TM e Terra Modis**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa Institucional de Pós-Graduação em Recursos Naturais-PIPRN, 2005. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=104910. Acesso 17 de ago. 2022.

COSTA, R. H. da. **O mito da desterritorialização: Do “fim dos territórios” à Multiterritorialidade**. 12^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

CUNHA, M. C. Povos tradicionais e a Convenção da Diversidade Biológica. **Estudos avançados**, v. 13, n. 36, p. 147-163, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/j6KPbNjZLGcwXMpbRGyVZ8y/?lang=pt>. Acesso em: 13 jul. 2022.

DELGADO, G. C. **Do capital financeiro na agricultura à economia do agronegócio: mudanças cíclicas em meio século (1965 – 2012)**. Porto Alegre: Editora da

UFRGS, 2012.73p. Disponível em:

https://regabrasil.files.wordpress.com/2018/10/docapitalfinanceironaagricultura-guilherme_delgado.pdf . Acesso em: 13 jul. 2022.

DICKISON, W. C. 2000. **Integrative Plant Anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press. 533 p.

DURY, G. H. High temperature extremes in Australia. **Annals of the Association of American Geographers**. v.62 (3), p.388–400, 1972.

ELOY, L.; CARVALHO, I. S. H. DE. **Sistemas agrícolas tradicionais no Cerrado: caracterização, transformações e perspectivas**. COLEÇÃO TRANSIÇÃO

AGROECOLÓGICA. Conservação e uso da agrobiodiversidade, ed-01, Vol-03, 2017. Disponível em:

https://www.academia.edu/35608215/Sistemas_agr%C3%ADcolas_tradicionais_no_Cerrado_caracteriza%C3%A7%C3%A3o_transforma%C3%A7%C3%B5es_e_perspectivas. Acesso em: 12 jul. 2022.

ELITECH, Brasil. **Imagem de Datalogger de temperatura**. 2022.

FAJARDO, S. **Territorialidades Corporativas no Rural Paranaense**. Guarapuava: Unicentro, 2008. 414 p.

FAUSTO, M. A. *et al.* Impacto da alteração do uso do solo no saldo de radiação no Cerrado do sul de Mato Grosso. **Revista Ambiente e Água**. v. 11, n. 2, p 350- 351, 2016.

FERNANDES, B. M. Entrada no território dos territórios, In: *Campesinato e Território em Disputa*. Paulino, E. T.; Fabrini, J. E. (org's) São Paulo: **Editora Expressão Popular**, 2008, 273-302p. (Coleção Geografia em Movimento). Disponível em:

http://www2.fct.unesp.br/grupos/nera/artigodomes/3artigodomes_2008.pdf. Acesso em: 13 jul. 2022.

FERNANDES, B. M.; WELCH, C. W.; GONÇALVES, E. **Os usos da terra no Brasil**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.

FERREIRA, L. P. A; ANDRADE, K. S. Memória oral e toponímia das comunidades remanescentes de quilombos do Tocantins. 2013. UFT/Araguaína. In: **Anais do I Simpósio de Linguística, Literatura e Ensino do Tocantins**. Tocantins: PIBIC/UFT /Araguaína, 2013b. p. 335-346. Disponível em:

eventos.uft.edu.br/index.php/sic/X/paper/download/1301/535. Acesso em: 04 ago. 2022.

FERREIRA, N.J. **Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS- N**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

FIABANI, A. As terras dos quilombos. In: LOPES, M. A. O.

(org.). **Entre o costume e a lei**: superando o silêncio e descortinando a história afro-brasileira. São José, SP: Premier, 2011. p. 155-184.

FIABANI, A. **Os novos quilombos**: luta pela terra e afirmação étnica no Brasil (1988-2008). 2008. 275f. Tese (Doutorado em História) Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2008. Disponível em:

<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/2177> Acesso em: 15 jan. 2018.

FILLATTI, J.J.; KISER, J.K.; ROSE, R.; COMAI, L. Efficient transfer of a glyphosate tolerance gene into tomato using a binary *Agrobacterium tumefaciens* vector. **Bio/Technology**, New York, v.5, p.726-730, 1987.

FOLHES, M. T. **Modelagem da evapotranspiração para a gestão hídrica de perímetros irrigados com base em sensores remotos**. 2007. 175 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2007.

FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. 1999. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the **Institute of Ecosystem Studies**, Millbrook, New York.

FURTADO, C. **Um projeto para o Brasil**. Rio de Janeiro: Saga, 1969.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GBURCIK, P., MATIC-BESARABIC, S., GBURCIK V. “**Heat Island And Air Quality Spatial Distribution in Belgrade City**”. In: **5th International Conference on Urban Climate**, Lodz, Poland, 2003.

GIANOTTI, A. R. DE C.; SOUZA, M. J.H. DE MACHADO, E.L.M.; PEREIRA, I.M. VIEIRA, A. D; MAGALHÃES, M. R. Análise Microclimática em duas fitofisionomias do Cerrado no Alto Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**. V.28, p.246-256,2013.

GLASS, V. A ciência segundo a CTNBio. **Revista Sem Terra**, nov. /dez., 2009. Disponível em: <https://www.cut.org.br/noticias/a-ciencia-segundo-a-ctnbio-e6f4>. Acesso em: 23 nov 2020.

GOLDFARB, Y. CTNBIO: 100% Transgênico. Cap.2. In: BERRÓN, G. GONZÁLEZ, L. **A Privatização da Democracia** - Um catálogo da captura corporativa no Brasil. São Paulo; Vigência; 2016. 144 p. Disponível em: <http://www.vigencia.org/artigo/2-ctnbio-100-transgenicos/>. Acesso em: 29 set. 2021.

GOMES, L. C. F.; SANTOS, C. A. C.; ALMEIDA, H. A. Balanço de energia à superfície para a cidade de Patos-PB usando técnicas de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 15-28, 2013.

GONÇALVES, J. S. Agricultura sob a égide do capital financeiro: passo rumo ao aprofundamento do desenvolvimento do agronegócio. **Informações econômicas**. São Paulo, v. 35, nº 4, p. 7-36, abril, 2005.

GUIMARÃES, S. E. S. **História do quilombo Morro de São João**. Santa Rosa do Tocantins, TO: Impresso. [20-40]. 2012.

IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, **Produção Agrícola Municipal** 2020.

IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 189p.

LEITE, E. F. **Caracterização, diagnóstico e zoneamento ambiental**: o exemplo da bacia hidrográfica do Rio Formiga-TO. 2011. 228f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2011.

_____, E. F.; ROSA, R.. Determinação e caracterização de unidades de paisagem natural na Bacia Hidrográfica do Rio Formiga-TO a partir de técnicas de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. **Anais**. Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

LEITE, I. B. **Os Quilombos no Brasil**: Questões Conceituais e Normativas. Florianópolis: NUER, 2005.

LEITE, M. E. *et al.* Comportamento e influência do albedo e temperatura de superfície no balanço de radiação em áreas de Cerrado. **Revista Caminhos de Geografia**, n.73, v.21, p.131-147, 2020.

LIFSCHITZ, Javier Alejandro. **Comunidades tradicionais e neocomunidades**. Rio de Janeiro: Contra Capa, 2011.

LIRA, E. R; RIBEIRO NETO, O. B. N. O Território e a Identidade: o caso da Comunidade Afrodescendente Mata Grande no Município de Monte do Carmo – TO. **Revista Produção Acadêmica**, NURBA, vol. 2, n. 2. dez. 2016, p. 36-56. Online. Porto Nacional, 2016.

Disponível em:

<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/producaoacademica/article/view/3121>. Acesso em: 04 ago. 2022.

LITTLE, P. E. **Conhecimentos tradicionais para o século XXI: etnografias da intercientificidade**. São Paulo: Annablume, 2010.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles**: O Exemplo de São Paulo. 1ª ed., São Paulo, Ed. HUCITEC, 1985.

LOPES, J. R. B. **Do latifúndio a empresa**: Unidade e diversidade do capitalismo no campo. Rio de Janeiro: SCIELO Books; 2008.

MARKHAM, B.L.; BARKER, J.L. Landsat MSS and TM Post- Calibration Dynamic Rangers, Exoatmospheric Reflectance and At-Satellite Temperatures. **EOSAT Landsat Tech**. p. 3-8, ago. 1986.

MAZOYER, M; ROUDART, L. **História das Agriculturas do Mundo**: do Neolítico à Crise Contemporânea. Trad. Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira. São Paulo/Brasília: Edunesp/NEAD/MDA, 2010, 568p.

MELO, J. A. A. de; GOMES, H. B.; CANEIRO, R. G.; SANTIAGO, D. de B.; AZEVEDO, C. D. da S. Estimativa da Temperatura de Superfície através de imagens orbitais. **Plataforma Espaço Digital**. Editora Rezende, p. 1-5, 2010.

MENDES, C. M. R.; BALIM, A. P. C.; MOTA, L. R. **O Despertar da Justiça Ambiental: Dos Movimentos Ambientais aos Socioambientais**. Santa Cruz do Sul: XI Seminário Internacional de Demandas Sociais e Políticas Públicas na Sociedade Contemporânea. 2014. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidspp/article/view/11736>. Acesso em: 14 jul. 2022.

MENDES, C. M. da R.; BALIM, A. P. C.; MOTA, L. R. **O Despertar da Justiça Ambiental: Dos Movimentos Ambientais aos Socioambientais**. Santa Cruz do Sul: XI Seminário Internacional de Demandas Sociais e Políticas Públicas na Sociedade Contemporânea. 2014. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidspp/article/view/11736>. Acesso em: 14 jul. 2022.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/busca?id=Pwqm#remissao-1>. Acesso em: 25 mar. 2022

MING, T. C.; LIU, W. T. H. Estimativa de albedo, temperatura e NDVI do Estado de São Paulo através de dados AVHRR do satélite NOAA. In: Congresso Brasileiro De Meteorologia, 11. 2000. Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: CBMET, 2000. Artigos, p. 3843-3849. CD-ROM, On-line. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/>. Acesso em: 12 mai. 2022.

MIRANDA, R. A. de. Breve História da Agropecuária Brasileira. In: LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. (Ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: cenário histórico, divisão política, características demográficas, socioeconômicas e ambientais**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1, cap. 2, p. 31-57.

MIRANDA, R. O agronegócio da soja no Brasil: do estado ao capital privado. **Novos Rumos Sociológicos**, v. 1, n. 2, p. 122-141, 2014.

MONQUERO, P. A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 517-531, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/dwMFtzj5khrNXCQHV9cWL9p/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 set 2021.

MONTEIRO, C. A. F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, v.5, n.9, p.61-79, 1990.

_____. **Análise ritmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. Climatologia, n. 1, p. 1-21, 1971.

MONTIBELLER FILHO, G. **Ecodesenvolvimento e Desenvolvimento Sustentável: Conceitos e Princípios**. Florianópolis: Revista Textos de Economia, v. 04, n. 01, p.

131-142, 1993. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/download/6645/6263/20545>. Acesso em: 13 jul. 2022.

MOREIRA, E. S. **Modo de vida e produção da comunidade afrodescendente do Morro de São João no município de Santa Rosa – TO**. 2009. 50 f. Monografia (Graduação em geografia) – Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, TO, 2009.

NASCIMENTO, A. O quilombismo. Petrópolis: **Vozes**, 1980. Disponível em:

<https://baobavoador.noblogs.org/files/2016/01/OQUILOMBISMOAbdiasDoNascimento.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2022.

NASCIMENTO, D. T. *et al.* Climatologia do Cerrado: variabilidades, suscetibilidades e mudanças climáticas no contexto do Cerrado brasileiro. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, p. 272. 2021.

NASCIMENTO, D. T. F. ; NOVAIS, G. T. . Clima do Cerrado: dinâmico e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Élisée** - Revista de Geografia da UEG , v. 9, p. 1-39,

2020. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/10854>. Acesso em: 14 maio 2021.

NOGUEIRA, M. **Gerais a dentro a fora: identidade e territorialidade entre Geraizeiros do Norte de Minas Gerais**. Brasília: Mil Folhas. 2017, 240 p. (Coleção Mil Saberes). Disponível em: <https://journals.openedition.org/aa/2539>. Acesso em: 15 jul. 2022.

_____. **Gerais adentro e a fora: identidade e territorialidade entre**

Geraizeiros do Norte de Minas Gerais. 233 f. Tese (Doutorado em Antropologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009. Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4614/1/2009_MonicaCeleidaRabeloNogueira.pdf. Acesso em: 15 jul. 2022.

NUNES, A.; SANTOS JÚNIOR, C. F. dos.; SAVIAN, M.; LIZ, M. S. M. de. A prática agroecológica e as transformações de manejo no agroecossistema na comunidade tradicional no Município São Domingos do Capim/PA. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 10, p. 74513–74531, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n10-033. Disponível em:

<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/17661>. Acesso em: 24 ago. 2022.

OKE, T. K. “The energetic basic of the urban heat island”. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 108, pp.1-24, 1982.

OLIVEIRA, A. U. de. A mundialização do Capital e a crise do neoliberalismo: o lugar mundial da agricultura brasileira. **Geusp – Espaço e tempo** (Online), v.19, nº 2, p. 228-244, ago. 2015.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. (1994). Estudos ecológicos da vegetação como subsídio para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v.1, nº1, 64- 72.

PADGETTE, S.R *et al.* New weed control opportunities: development of soybeans with a roundup ready gene. In: DUKE, S.O (Ed.). **Herbicide resistente crops: agricultural, economic, environmental, regulatory and technological aspects**. Boca Raton, FL.: CRC Press, p. 53-84, 1996.

PASINI, S. D. **Ecologia funcional de espécies de Bromeliaceae utilizando caracteres anatômicos e ecofisiológicos**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2014.

PAUL, K. I.; POLGLASE, P. J.; SMETHURST, P. J.; O' CONNELL, A. M.; CARLYLE, C. J.; KHANNA, P. K. Soil temperature under forests: a simple model for predicting soil temperature under a range of forest types. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.121, n. 3, p. 167– 182, 2004.

PELAEZ, V. Science and Governance in the national systems of innovation approach. In. Galbraith, J. (Org.). **Innovation, Evolution and Economic Change**. London: Edward Elgar, 2006, p.241-263.

PEREIRA, A. L. **Famílias quilombolas: história, resistência e luta contra a vulnerabilidade social, insegurança alimentar e nutricional na Comunidade Mumbuca –Estado do Tocantins**. 2012. 310 f. Tese (Programa de pós-graduação em sociologia) –Universidade Estadual Paulista; Faculdade de ciências e letras de Araraquara. Araraquara, SP, 2012.

Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106244/pereira_al_dr_arafcl.pdf?sequencia=1&isAllowed=y. Acesso em: 04 jul. 2022.

PEREIRA, A.R., ANGELOCCI, L.R., SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações**. Guaíba. Ed. Agropecuária, 2002, 478p.

PINTO, P. H. P. **As chuvas no estado do Tocantins: distribuição geográfica e gênese das variações rítmicas**. Dissertação (mestrado em geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – campus Rio Claro/SP, 2013.

PIRES, E. G. Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento da temperatura de superfície terrestre: Uma análise espaço- temporal de Nova Rosalândia- TO. In: **Braz. J. of Develop.** Curitiba, v. 6, n. 7, p.49355-49372, jul. 2020.

PIRES, E. G. **Avaliação de parâmetros biofísicos, derivados de dados satelitários, na área de influência do reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães – TO**. 2017. 224p. Doutorado em Geografia- Universidade Federal do Goiás, Goiania, 2017.

PIRES, M. O. Programas agrícolas na ocupação do Cerrado. **Sociedade e Cultura**, v. 3, n. 1 e 2, jan./dez. 2000. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/703/70312129007.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2022.

POLETTI, I. **Biomass do Brasil: da exploração à convivência**. Brasília – Brasil, 2017. 124p. Disponível em: http://fmclimaticas.org.br/wp-content/uploads/2017/03/livro_BIOMAS_DO_BRASIL_2017_final.pdf. Acesso em: 17 jul. 2022.

PRADO JR., CAIO. **Formação do Brasil contemporâneo**: Colônia. São Paulo, Brasiliense, 1981.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: A agricultura em regiões tropicais. São Paulo, Nobel, 1987.

RANAGALAGE, M.; ESTOQUE, R.C.; MURAYAMA, Y. An urban heat island study of the Colombo metropolitan area, Sri Lanka, based on landsat data (1997–2017). **ISPRS Int. J. Geo Inf.**, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317801699>. Acesso em: 18 de set 2021.

RAMOS, P. C. M. 10 anos de transgênicos no Brasil. **Associação Carreira de Meio Ambiente (ASIBAMA) Nacional**. Brasília, 10 de outubro de 2013.

RIBEIRO, A.G. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro: v23(4646):288-294, 1993.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. Pp. 89-166. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds.), **Cerrado**: ambiente e flora EMBRAPA - CPAC, Planaltina.

RICKLEFS, E. R. **A economia da natureza**. Tradução: Cecília Bueno Pedro P. de Lima e Silva. Colaboração: Rogério Ribeiro de Oliveira. Terceira edição, Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro – R.J, 1996.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda., 1997.

ROBIN, M. M. **O Mundo segundo a Monsanto**: da dioxina aos transgênicos, uma multinacional que quer o seu bem. São Paulo: Radical Livros, 2008.

ROSENBERG, N. J.; VERMA, S. B.; BLAD, B. L. **Microclimate**: the biological environment. 2 Edition: John Wiley & Sons, United States of America, 1983.

ROSS, J. L. S. **Os fundamentos da Geografia da Natureza**. In. ROSS, Jurandyr Sanches (org). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003. Pag. 11-66.

SALIM, C. A. As políticas econômica e tecnológica para o desenvolvimento agrário das áreas de cerrados no Brasil: Avaliação e perspectivas. **Cad. Dif. Tecnol.** Brasília: [s.n.], v.3, n.2, p.297-34, maio/ago. 1986.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 2006, 260p. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/1799/A%20natureza%20do%20Espa%C3%A7o.pdf?sequence=1>. Acesso em: 17 jul. 2022.

SANTOS, M. O retorno do território. In: SANTOS, Milton; SOUZA, Maria Adélia A. de; SILVEIRA, Maria Laura (Orgs.). **Território**: globalização e fragmentação. 5ª ed. São Paulo: Hucitec, 2002. 332p.

SANTOS, N. B. F. dos; FERREIRA JUNIOR, L. G; FERREIRA, N. C. Análise espacial da temperatura de superfície no cerrado: uma análise sazonal a partir de dados orbitais de resolução moderada, para o período de 2003 a 2008. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 63, n. 3, p. 30-33, jul 2011. Disponível em:

<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252011000300012&lng=en&nrm=iso>.

Acessado: 18 out. 2022. <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252011000300012>.

SAUER, S.; LEITE, S. P. Expansão agrícola, pre-ços e apropriação de terra por estrangeiros no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 3, p. 503-524, 2012.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/resr/a/HZrSybsxDJ6Hf5hSNB9GGXk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 jul. 2022.

SCHMITT, A; TURATTI, M. C. M; CARVALHO, M. C. P. **A atualização do conceito de quilombo:** identidade e território nas definições teóricas. *Ambiente e Sociedade*, n. 10, Jan./Jun. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/n10/16889.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2022.

SILVA, B. B.; BRAGA, A. C.; BRAGA, C. C. Balanço de radiação no perímetro irrigado São Gonçalo - PB mediante imagens orbitais. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 145-152, 2011.

SILVA, L. L. O papel do estado no processo de ocupação das áreas de Cerrado entre as décadas de 60 e 80. **Caminhos de Geografia**, [S. l.], v. 2, n. 2, 2000. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15251>. Acesso em: 2 ago. 2021.

SILVA, M. G. **A titulação das terras das comunidades tradicionais quilombolas no Brasil:** análise da atuação do estado. 2017. 313 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana) – Faculdade de filosofia, letras e ciências humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2017. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-09042018-155054/pt-br.php>. Acesso em: 06 ago. 2022.

SILVA, M. V. Pisando em terra firme(?): identidades juvenis e reprodução social na localidade rural Roça Nova, Sebastião Leal - PI. 2011. 175 f. **Relatório** (Pós-doutorado) Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

.

SILVA; A.J; MONTEIRO, M.S.L; SILVA, M.V. **Contrapontos da Consolidação do Agronegócio no Cerrado Brasileiro.** *Sociedade e Território* – Natal. Vol. 27, N. 3, p. 95 - 114. Jul./Dez. de 2015.

STEPHANOU, K. A. O crédito e a acumulação capitalista no brasil pós-2003. **Revista da Graduação**, v. 7, n. 1, 24 jun. 2014. Disponível em:

<https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/graduacao/article/view/17820>. Acesso em: 21 abr. 2022.

SOBRINO, J. A.; JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C.; PAOLINI, L. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. **Remote Sensing of Environment**, v. 90, p. 434-440, 2004.

SOUZA, L. B. e; CHAVEIRO, E. F. Território, ambiente e modos de vida: conflito entre o agronegócio e a comunidade quilombola de Morro de São João, Tocantins. In: **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 31, p. 1-26, 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/42482>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SOUZA, L. B. e. Ritmo climático e tipos de tempo no Estado do Tocantins, Brasil. In: XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2016, Goiânia. **Anais**. Goiânia: UFG, v. 1. p. 2266-2277, 2016.

_____, L. B. e. BARROS, J, R. Agronegócio e ambiente no Cerrado tocantinense: um panorama dos municípios com base em indicadores. In: **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 13, p. 124- 140, abr. 2019.

_____, L.B. e. Implicações climáticas de um modelo desenvolvimentista: impactos, riscos e injustiças no estado do Tocantins, Brasil. **Revista de Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 19, n. 12, p. 129-143, jul. /dez. 2016.

SOUZA, M. L. **Ambientes e territórios: uma introdução à ecologia política**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.

STULL, R. B. An Introduction to Boundary Layer Meteorology. 1ª ed., Massachusetts, Kluwer Academic Norwell, 1988.

TAVARES, M. E. G; ALMEIDA, M. G. Fronteiras étnico-raciais - o negro na formação da cultura tocantinense. In: SANTOS, R. S; LIRA, E. R; CALAÇA, M; CHAVEIRO, E. F. (Orgs.). **Território e diversidade territorial no cerrado: cidades, projetos regionais e comunidades tradicionais**. Goiânia: Kelps, 2013. 290p.

THUSWOHL, M. Grupo de seis empresas controla mercado global de transgênicos. **Repórter Brasil**, 2013. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2013/11/grupo-de-seis-empresas-controla-mercado-global-de-transgenicos-2/>. Acesso em: 29 set. 2021.

TOCANTINS. (2020). Secretaria da Fazenda e Planejamento. Superintendência de Planejamento Governamental. Diretoria de Gestão de Informações Territoriais e Socioeconômicas. Gerência de Zoneamento Territorial. Palmas: SEFAZ/GZT. Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. **Elaboração das Cartas Climáticas do Estado do Tocantins**. Palmas. 464 p., Ilust. Série TOCANTINS / Recursos Naturais /Cartas Climáticas - v. 1. 2020.

TOCANTINS. **Secretaria da Cidadania e Justiça do Tocantins**. Palmas: SECAD 2018. Disponível em: <https://cidadaniaejustica.to.gov.br>. Acesso em: 06 ago. 2022.

TOCANTINS. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. Diretoria de Pesquisas e Informação (DPI). **Anuário Estatístico do Estado do Tocantins - 1997**. Palmas: SEPLAN, 1997.

TRECCANI, G. D. **Terras de Quilombo**: caminhos e entraves do processo de titulação. Secretaria Executiva da Justiça, Programa Raízes, 2006
Disponível em: <http://www.direito.mppr.mp.br/arquivos/File/Girolamo.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2022.

USGS - United States Geological Survey. **Landsat Missions**. USGS, 2021. Disponível em: <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/>. Acesso em: 07 set. 2021.

VAN DE GRIEND, A. A. & OWE, M. On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. **International Journal of Remote Sensing**, V. 14, p.1119- 1131, 1993.

VASLIN, M. **Transformação genética de batata** (*S. tuberosum* L.). 1993. 98p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Rio de Janeiro-Departamento de Genética, Rio de Janeiro.

WOOD D; LENNÉ J. M. The conservation of agrobiodiversity on-farm: questioning the emerging paradigm. **Biodiversity and Conservation**, n. 6, p. 109-29, 1997. Disponível em: [ar.icrisat.org/5097/1/BiodiverConserv6\(1\)109-129.pdf](ar.icrisat.org/5097/1/BiodiverConserv6(1)109-129.pdf). Acesso em: 18 jul. 2022.

WWF Brasil - **Banco de dados**, 2006. Disponível em: <https://www.wwf.org.br>. Acesso em: 15 jul. 2022.

ZAVATTINI, J. A; BOIN, M. N. Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa. Campinas: **Alínea**, 2013.