Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS

USO E COBERTURA DO SOLO E SUAS IMPLICAÇÕES NA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE UTILIZANDO DADOS LANDSAT E MAPBIOMAS NA CIDADE DE RIO VERDE - GOIÁS

Land use /land cover implications on land surface temperature using Landsat and MapBiomas data in Rio Verde city – Goiás – Brazil

Uso y cobertura del suelo y sus implicaciones para la temperatura de la superficie utilizando datos de Landsat y MapBiomas en la ciudade de Rio Verde – Goias – Brasil

Vinícius Carrião dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
vinicius.arquiteto@ifg.edu.br

Bernard Silva de Oliveira
Universidade Federal de Goiás
bernard_oliveira@ufg.br

Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Universidade Federal de Goiás
karla_hora@ufg.br

Nilson Clementino Ferreira
Universidade Federal de Goiás
nilson.ferreira@ufg.br

Resumo: O impulso das atividades do agronegócio globalizado no Brasil tem favorecido o crescimento acelerado de pequenas e médias cidades no Centro-Oeste, Norte e Nordeste do país com elevados custos ambientais e sociais em um contexto de alterações climáticas. Este estudo buscou relacionar os valores da temperatura de superfície (TS) com os usos e ocupação do solo urbano e rural do município de Rio Verde por meio de dados Landsat e da aplicação *Google Earth Engine* entre os anos de 1993 e 2018. A partir dos mapas da TS de quatro anos-chave foi elaborado um transecto sobre a região de interesse de modo investigar o objetivo proposto. Constatou-se a elevação progressiva da TS em

função das mudanças de uso do solo com a abertura de novos bairros, a supressão de vegetação e de obras urbanas. A espacialização da TS foi determinada por estas alterações de uso do solo com destaque para as áreas de solo exposto a serem urbanizadas, assim como pelo regime de utilização das terras de culturas temporárias fora da cidade. Os usos e coberturas do solo urbano e rural demonstraram comportamentos termais aproximados para o episódio de estiagem estudado. Os padrões de uso e cobertura do solo por serem parte contribuinte do clima urbano e do balanço energético local, para além de seus atributos de valor e produtivo, têm uma dimensão climática que não pode ser negligenciada pelos tomadores de decisão da administração urbana e municipal. Desconsiderá-la pode acentuar os impactos sobre a população, os desafios ambientais e os custos de gestão.
Palavras-chave: Clima urbano. Temperatura de superfície. *Google earth engine*. Agronegócio.

Abstract: The increase of globalized agribusiness activities in Brazil has enhanced the rapid growth of small and medium-sized cities in the Midwest, North, and Northeast regions of the country, with high environmental and social impacts in a climate change context. This study tried to correlate land surface temperature (LST) numbers to urban and rural land use and occupation in the municipality of Rio Verde, using Landsat data and Google Earth Engine between 1993 and 2018. Based on LST maps from four key years, a transect was drawn up for the region of interest in order to investigate the proposed objective. A progressive increase in LST was observed as a result of changes in land use with the development of new neighborhoods and urban interventions. The spatial distribution of LST was determined by these changes in land use, particularly by areas of exposed soil that would be urbanized, as well as by the use of temporary crop land in the city outskirts. Urban and rural land use and land cover presented similar thermal behavior during the studied drought period. Land use and land cover patterns have a climatic dimension that must not be neglected by urban and municipal decision-makers as they contribute to the urban climate and local energy balance budget, in addition to their value and productive attributes. Overlooking this relevance can accentuate the impacts on population, environmental challenges, and management costs.
Keywords: Urban climate. Land surface temperature. *Google earth engine*. Agrobusiness.

Resumen: El impulso de las actividades del agronegocio globalizado en Brasil ha favorecido el crecimiento acelerado de pequeñas y medianas ciudades en las regiones Centro-Oeste, Norte y Noreste del país, con elevados costos ambientales y sociales en un contexto de cambios climáticos. Este estudio buscó establecer la relación entre los valores de la temperatura de superficie (TS) y los usos y ocupación del suelo urbano y rural del municipio de Rio Verde, mediante datos Landsat y la aplicación Google Earth Engine, entre los años 1993 y 2018. A partir de los mapas de TS de cuatro años clave se elaboró un transecto sobre la región de interés con el fin de investigar el objetivo propuesto. Se constató un aumento progresivo de la TS en función de las transformaciones en el uso del suelo, relacionadas con la apertura de nuevos barrios y obras urbanas. La espacialización de la TS estuvo determinada por estas alteraciones en el uso del suelo, con destaque para las áreas de suelo expuesto destinadas a la urbanización, así como por el régimen de utilización de las tierras de cultivos temporales fuera del perímetro urbano. Los usos y coberturas del suelo urbano y rural mostraron comportamientos térmicos aproximados durante el episodio de sequía estudiado. Los patrones de uso y cobertura del suelo, al constituir parte del clima urbano y del balance energético local más allá de sus atributos de valor y productividad, poseen una dimensión climática que no puede ser desatendida por los responsables de la toma de decisiones de la administración urbana y municipal. Desconsiderarla puede intensificar los impactos sobre la población, los desafíos ambientales y los costos de gestión.
Palabras clave: Clima urbano. Temperatura de la superficie. Google *earth engine*. Agronegocio.

Submetido em: 30/01/2025
Aceito para publicação em: 19/05/2026
Publicado em: 24/07/2026

1. INTRODUÇÃO

A urbanização se dá ao custo de áreas com cobertura vegetal e por meio de atividades humanas concentradas geradoras de calor e resíduos. Áreas vegetadas tornam-se impermeáveis. As culturas agrícolas substituem a vegetação nativa por monocultivos e dinâmicas de cultivo temporárias, mantendo o solo descoberto, e superfícies de água, como rios e lagos são desviados, canalizados ou barrados redefinindo o saldo do balanço energético local (FENG *et al*.; 2020, DERDOURI *et al*., 2021).

Mudanças de uso e cobertura do solo relacionam-se diretamente com os materiais e condições de umidade das superfícies. Estas alterações, assim como sua composição e morfologia, afetam os microclimas locais, as condições de saúde e conforto das populações e associam-se às alterações climáticas em curso (MARQUES, 2018; HAMOODI *et al.*, 2017; DIEM *et al*., 2024). Estas mudanças promovidas pela urbanização elevam a temperatura do ar no meio urbano e contribuem para a formação de ilhas de calor (PATEL *et al.,* 2024; DERDOURI *et al.,* 2021). Por esta razão o uso e a cobertura do solo (em inglês, *land-use, land-cover* ou LULC) é um tema ambiental de destaque.

A temperatura de superfície, o albedo, a umidade do solo e a presença de vegetação podem ser adotados como parâmetros ou indicadores para o estudo do balanço energético da superfície (WENG *et al*., 2006; AMANOLLAHI *et al*., 2016). Pode-se obter a temperatura de superfície para áreas urbanas e regiões de agricultura por meio da resposta espectral dos diferentes materiais que compõem a superfície do planeta e que é captada pelos sensores dos satélites que observam a Terra (NEGA, BALEW, 2022).

Por ser calculada a partir dos dados de radiação registrados pelos sensores orbitais e não da medição da variável temperatura por meio de termômetros, a temperatura da superfície do solo (em inglês, LST) é denominada temperatura radiométrica (LI *et al*.; 2013, p.18). Seu estudo tem sido favorecido pela disponibilidade de dados orbitais que têm ampla cobertura espaço-temporal, em contraposição à elevada demanda de tempo, de recursos e da restrita extensão espacial das mediações em solo (DERDOURI *et al.*, 2021; AMANOLLAHI *et al*., 2016).

A temperatura de superfície (TS) é também um indicador do impacto ambiental das mudanças de LULC e o parâmetro utilizado para caracterizar as ilhas de calor urbana de superfície (NEGA, BALEW; 2022). As mudanças de LULC em escala global têm resultado em

registros de temperatura de superfície mais elevados (DIEM *et al*., 2024). Este processo acelerado protagonizado sobretudo pelos países do sul global, em intensa urbanização, tem sido acompanhado de consideráveis prejuízos ambientais. A TS, contudo, se relaciona mais diretamente com as variáveis de impermeabilidade e vegetação do que com a densidade populacional nas aglomerações urbanas e fatores socioeconômicos (DERDOURI *et al*., 2021), sendo estes, determinantes para a contribuição do calor antropogênico no balanço energético da superfície (WENG *et al*., 2006; FENG *et al*., 2014).

A equação geral da TS tem como variáveis a radiância espectral registrada pelos sensores remotos e a emissividade das diferentes superfícies, no entanto, há diferentes métodos para o cálculo da TS, associando outras variáveis e demandando ou não dados atmosféricos. A acurácia dos resultados dos algoritmos de cálculo é variada, assim como a complexidade e a dependência da qualidade dos dados. A escolha por um ou outro método varia com os objetivos almejados pelos estudos e os meios disponíveis (LI *et al*., 2013; DIEM *et al*., 2024).

Efeitos atmosféricos e aspectos técnicos, como o ângulo de observação do sensor, afetam a recuperação da TS. O vapor de água e a poluição (aerossóis), por exemplo, variam horizontalmente no espaço influenciando as respostas térmicas, sobretudo em estudos temporais de sazonalidade (LI *et al*., 2013). São também desafios nos estudos da TS a) a atenção à escala de estudo que pode influenciar a acurácia dos resultados; b) a diversidade de algoritmos e de finalidade das diversas pesquisas que diminuem a possibilidade de comparações em nível global e ainda c) a influência da estratégia metodológica (PATEL *et al*., 2024).

Índices espectrais relacionados às superfícies são também utilizados para a recuperação dos valores da TS, assim como para a classificação de categorias de LULC, embora sejam modelos simplificados baseados em pressupostos, demandando consideração adequada quando empregados (MAJUMDER *et al*., 2020). O índice de vegetação (*normalized difference vegetation index* - NDVI), da água, denominado *normalized difference water index* (NDWI), o índice de área construída ou impermeabilizada (*normalized difference built-up index* - NDBI) e o de terrenos expostos (*bare land* – NDBal) são exemplos de índices utilizados para se apreciar a coerência dos valores de LST recuperados (DERDOURI *et al*., 2021).

As características físicas e de organização das classes ou categorias de LULC contribuem com o fluxo de radiação das superfícies, diferindo o ambiente construído das florestas, dos campos de vegetação rasteira, do solo exposto e da água. No contexto urbano, o balanço energético varia consideravelmente em função de propriedades térmicas como: capacidade térmica, condutibilidade térmica e inércia térmica dos materiais de construção e da geometria das superfícies (WENG *et al*., 2006). Uma mesma categoria de LULC, no entanto, pode ter diferentes resultados espectrais pois fatores como altitude, tipos de solo, materiais construtivos, densidade dos edifícios, adensamento e espécies de vegetação, estação do ano e categorias vizinhas afetam os resultados obtidos por meio de imagens de satélites (NEGA; BALEW, 2022).

Há diferentes formas para se estabelecer as categorias de LULC e predominam nas pesquisas sobre o tema as técnicas de classificação de imagens que levam em conta a composição e características dos materiais componentes das superfícies (AMANOLLAHI *et al*., 2016, NEGA; BALEW, 2022). Na categoria de LULC urbana, tipologias de uso e ocupação do solo, como bairros residenciais de casas ou equipamentos urbanos com extensos pavimentos para estacionamento, evidenciam diferentes comportamentos térmicos, determinados pelo adensamento, porosidade, altura dos edifícios, aspectos construtivos de coberturas, nível de desenvolvimento local e presença de elementos como vegetação e corpos d´água (DERDOURI *et al*., 2021; WENG *et al*., 2006).

No Brasil pequenas e médias cidades do país têm experimentado um crescimento urbano acelerado promovido pelo avanço do agronegócio globalizado (PEQUENO; ELIAS, 2015), como Primavera do Leste (emancipada em 1986; taxa de urbanização de 95,8% e 85.146 habitantes em 2022) e Nova Mutum (1988; 88,6%; 55.839) no Mato Grosso, Chapadão do Sul (1987; 92,7%; 30,993) no Mato Grosso do Sul e Luis Eduardo Magalhães (2000; 97,2%; 107.909), no oeste baiano (IBGE, 2024). Da mesma forma o desenvolvimento econômico e urbano da região sudoeste do estado de Goiás vem se consolidando há décadas segundo a dinâmica produtiva do agronegócio (ARRAIS, 2013; MAURO, 2021). Rio Verde, Jataí, Paraúna, Montividiu, Mineiros e Chapadão do Céu são municípios desta região e fazem parte da lista dos maiores produtores de soja de Goiás (IBGE, 2024).

Chapadão do céu partiu de 66 hectares de área urbana em 1990 para 657 hectares em 2020, aumentando 10 vezes sua malha urbana em 30 anos. Rio Verde, a mais populosa destas

cidades, teve um acréscimo de 88% de sua área urbanizada entre as décadas de 1990 e 2020 (Tabela 1), crescimento acompanhado pelo aumento da temperatura de superfície (PEREIRA *et al*., 2024) e a concentração da monocultura da soja no município.

As significativas mudanças das superfícies nestas cidades e seu entorno impactam a temperatura atmosférica e a análise espaço-temporal da TS oportuniza a compreensão da dimensão térmica das superfícies de distintas categorias de LULC.

Tabela 1- Crescimento da área urbana de cidades do sudoeste goiano

Município	1990 (Ha)	2020 (Ha)	Acréscimo
Rio Verde	2.608	4.911	88,0%
Jataí	2.895	3.789	31,0%
Paraúna	365	538	47,0%
Montividiu	205	467	28,0%
Mineiros	1.118	2.280	103,0%
Chapadão do Céu	66	657	995,4%

Fonte: MapBiomas, 2024.

Na literatura, estudos dedicados à temperatura de superfície e o uso e a cobertura do solo predominam em relação às pesquisas que têm a TS por tema ou variável. Os países asiáticos como China e Índia detêm o maior número de publicações, acompanhados pelos países do Oriente Médio, como Irã e Paquistão (NEGA; BALEW, 2022; DERDOURI *et al*., 2021; DIEM *et al*., 2024).

Derdouri *et al*. (2021) apontam que 14% dos estudos revisados por eles foram dedicados ao clima Aw da classificação Köppen-Geiger, da qual faz parte o Cerrado brasileiro, e que do conjunto total de pesquisas analisadas, mais da metade adotaram escalas temporais de 10 anos ou mais. Os pesquisadores afirmam ainda que a América do Sul carece de mais estudos relativos ao tema e que novas pesquisas devem avançar na incorporação de mais variáveis, como as socioeconômicas e socioambientais.

É destacada a importância de que gestores e tomadores de decisão entendam os impactos das mudanças de uso e cobertura do solo sobre a temperatura de superfície e o balanço energético nas cidades de modo que a temática seja objeto de permanentes discussões e busca por soluções (ZHOU *et al*., 2011; DIEM *et al*., 2024).

Este estudo teve por objetivo relacionar os valores da TS com os usos e ocupação do solo urbano e rural no município de Rio Verde por meio de dados orbitais entre os anos de 1993 e 2018 e a) verificar a dinâmica da temperatura de superfície na região de interesse definida e b) identificar determinantes da espacialização da TS na área urbana e de transição urbano-rural.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

A cidade de Rio Verde (coordenadas geográficas 17°41’53” S e 51°55’53” W e altitude de 748M) faz parte da microrregião sudoeste do estado de Goiás (Figura 1). O município tem 837.421 Hectares e clima tipo Aw Tropical, segundo a classificação Köppen e Geiger, no bioma Cerrado brasileiro. A temperatura média varia entre 20 e 35°C e a precipitação média entre 1500 e 1800MM anuais concentradas nos meses de outubro a abril caracterizando a estação chuvosa em oposição a estação seca de maio a setembro (LOPES SOBRINHO *et al*., 2020; PEREIRA *et al*., 2024, NASCIMENTO, OLIVEIRA, 2020)

O município, com 225.696 habitantes, taxa de urbanização de 94,2% e um PIB per capita de R$ 65,948,14 é o centro do agronegócio no sudoeste goiano, o maior produtor de soja do estado de Goiás e também um dos maiores do país, tendo o PIB municipal aumentado em 16 vezes entre 2000 e 2021 (IBGE, 2024).

Figura 1- Mapa de localização de Rio Verde, estado de Goiás, Brasil.



Fonte: Municípios (IBGE, 2022), Países (IBGE, 2023). Sistema de coordenadas geográficas datum SIRGAS 2000.

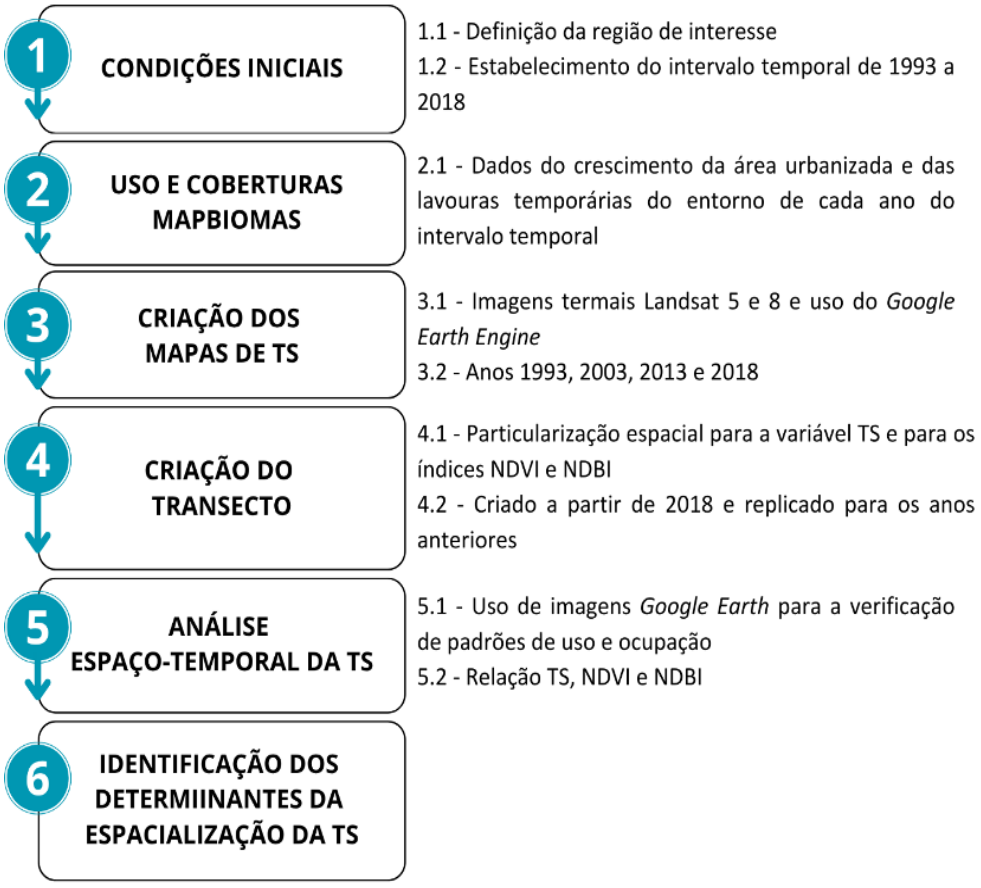
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

2.2. Dados e estratégia metodológica

A sequência de procedimentos metodológicos adotados neste estudo tem 6 etapas (Figura 2). Como condição inicial foi definida uma região de interesse que incorpora o núcleo urbano da cidade de Rio Verde em 2022 (MapBiomas, 2024) e uma faixa de entorno de 6 km, compreendendo lavouras e atividades agropecuárias imediatamente justapostas ao núcleo urbano.

A definição do intervalo temporal de 1993 a 2018 foi estabelecida em função da proximidade de data dos censos demográficos nacionais e da disponibilidade de imagens orbitais que pudessem ser utilizadas sem reprocessamento. De modo a compreender a dinâmica da TS entre 1993 e 2018, os anos de 2003 e 2013 foram definidos como marcos intermediários e o ano de 2018 como situação consequente das mudanças de uso e ocupação do solo. Foram verificadas as alterações de LULC tanto urbana quanto do entorno rural em cada intervalo temporal, com a expansão da área da cidade e a conversão e concentração das lavouras de soja no entorno da cidade.

Figura 2 - Sequência de procedimentos metodológicos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os dados de uso e cobertura do solo da coleção 9 do MapBiomas (2024) foram utilizados na etapa 2. Esta coleção está organizada em seis classes gerais (nível 1) e este estudo se deteve à classe **área não vegetada** que compreende à área urbanizada e a classe **agropecuária** que incorpora as atividades de cultura de diferentes tipos. A área urbanizada e as diversas categorias de atividades agropecuárias fazem parte de um segundo nível de classificação, cuja acurácia geral é de 76,1% (MapBiomas, 2024).

A partir dos dados de uso do solo da região de interesse foram criados mapas da temperatura da superfície utilizando a aplicação *Google Earth Engine* (GEE) a partir de imagens termais Landsat 5 e 8, como adotado por Roy e Bari (2022) em seus estudos de ilhas de calor superficiais urbanas. As imagens foram diretamente obtidas pela aplicação GEE da Coleção 2 Landsat, nível 2, disponibilizada gratuitamente pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Nas imagens termais a TS é calculada por meio de algoritmo *single-channel* a partir dos dados da banda 10 do Landsat 8 e da banda 6 do Landsat 5. Os dados atmosféricos e de emissividade utilizados são de fontes complementares, como do sensor ASTER GER, do satélite MODIS TERRA e dos processamentos de dados GEOS-5 FP-IT e MERRA-2 (USGS, 2021; USGS, 2024). As imagens Landsat limitam-se a condições diurnas, embora estudos possam abranger também o período noturno, como feito por Ferreira e Ugeda Júnior (2020), utilizando imagens do sensor ASTER a bordo do satélite Terra.

Nos mapas da TS para os anos de 1993, 2003, 2013 e 2018 são apresentadas as médias calculadas pelo GEE a partir dos dados de TS das imagens disponíveis para a cidade de Rio Verde para os meses de agosto e setembro com cobertura de nuvens de até 3% (Quadros 1). Os meses de agosto e setembro foram adotados como recorte por se tratar do final da estação de estiagem e o inverno do hemisfério sul, quando se registram temperaturas elevadas, baixa umidade e menor cobertura de nuvens.

Quadro 1 – Dados das imagens Landsat processadas pelo GEE.

Ano/Imagens	Satélite	Data	Hora de passagem	cobertura de nuvens (%)
1993 2 imagens	Landsat 5	05/08/1993	09:49	0
		30/08/1993	09:43	0
2003 3 imagens	Landsat 5	01/08/2003	10:04	0
		17/18/2003	10:04	0
		18/09/2003	10:05	0
2013 5 imagens	Landsat 8	05/08/2013	10:23	0
		12/08/2013	10:29	0
		21/08/2013	10:23	0,07
		28/08/2013	10:29	0,03
		06/09/2013	10:23	0
2018 4 imagens	Landsat 8	10/08/2018	10:26	0
		19/08/2018	10:20	0,01
		04/09/2018	10:20	1,65
		11/09/2018	10:27	0,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Estes meses cobrem o vazio sanitário obrigatório para a cultura da soja no estado de Goiás, quando é necessária a limpeza dos campos e dos maquinários para se eliminar a proliferação da praga da ferrugem asiática. Durante o vazio sanitário, instituído para Goiás a partir de 2006 e com um calendário anual, os solos de cultura estão expostos ou parcialmente cobertos com a palhada da safra anterior.

A partir do mapa da TS de 2018 foi definido um transecto sobre a região de interesse em função da maior amplitude das médias de temperatura identificadas, tomadas como referência de possíveis consequências de mudanças de uso e cobertura do solo no intervalo temporal adotado. O transecto permitiu visualizar a conexão entre os valores da TS e os tipos de estruturas e coberturas da superfície como uma amostra da dinâmica da LST na região de estudo. O perfil do transecto definido inicialmente foi aplicado aos mapas dos anos anteriores de modo a se verificar a permanência ou as variações destas conexões ao longo dos anos.

Além da temperatura da superfície, os valores de NDVI e NDBI foram incorporados a cada um dos perfis do transecto. Estes índices foram calculados pelo GEE segundo as equações 1 e 2 a partir das imagens Landsat com nível 2 (L2) de correção do USGS, incorporando, informações da superfície terrestre e temperatura de superfície. A análise dos perfis do transecto e dos mapas foi apoiada pelo histórico de imagens do *Google Earth* para a

verificação das estruturas urbanas e dos tipos de coberturas do solo tanto na cidade quanto no entorno não-urbano.

$$NDVI = NIR - RED/NIR + RED \quad (1)$$

$$NDBI = SWIR - NIR/SWIR + NIR \quad (2)$$

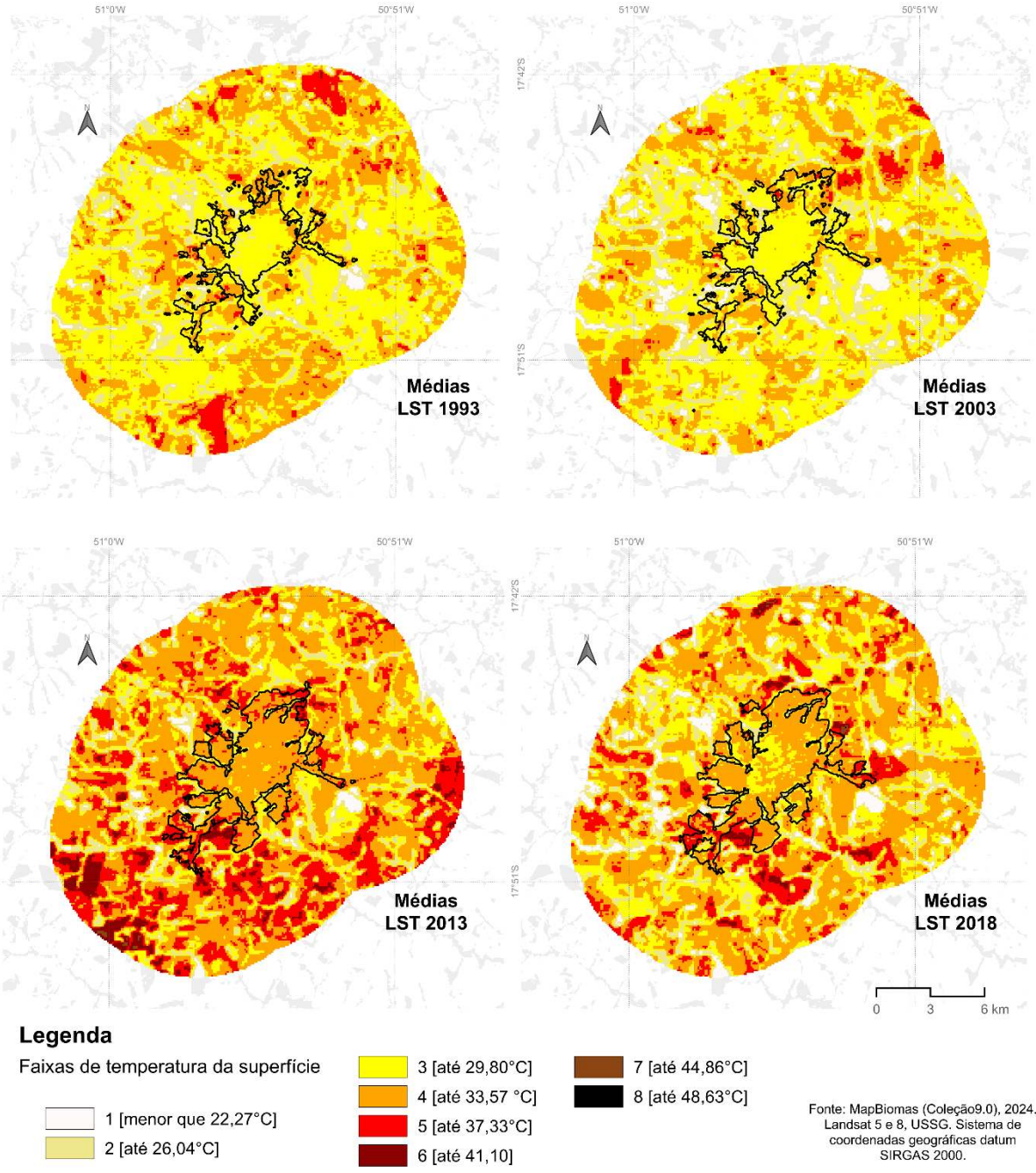
Onde NIR corresponde à região do infravermelho próximo; RED refere-se à região do vermelho e SWIR à região de ondas curtas do infravermelho no espectro eletromagnético.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os mapas das médias da TS elaborados a partir das imagens Landsat 5 e 8 para os meses de agosto e setembro (Figura 3) evidenciam a variabilidade da distribuição espacial da temperatura de superfície a cada ano na região de interesse. Pode ser percebida a maior uniformidade das faixas de temperatura intraurbanas e a influência da distribuição da vegetação na região do entorno, como também identificaram em seus estudos Buyantuyev e Wu (2009), Amanollahi *et al.* (2016) e Nega e Balew (2022).

Em 1993 e 2003 prevaleceram a faixa de temperatura 3 (FTS.3 - valores acima de 26,04°C até 29,8°C) e a faixa 4 (FTS.4) no núcleo urbano, representando aproximadamente 94% da mancha urbana nestes dois anos. O percentual restante da área concentra-se na faixa 2 (FTS.2) associado sobretudo a fundos de vale. Áreas urbanas não edificadas destacam as ocorrências da faixa 5 nestes anos. No entorno, além destas faixas de temperatura, é possível identificar a FTS.6 em áreas de cultivo com terreno exposto ou palhada.

Figura 3 – Mapas de médias das temperaturas de superfície.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Nos anos de 2013 e 2018 observa-se a elevação geral das temperaturas, tanto na área urbana quanto no entorno. Os valores das médias da TS apontam um aumento progressivo (Tabela 2). As médias das TS no núcleo urbano não diferem significativamente daquelas calculadas para o entorno. O ambiente não-urbano, no entanto, tem variabilidade expressiva e foi onde se registraram as maiores máximas e também as maiores amplitudes térmicas. Pode-se presumir que este aumento progressivo da TS se refletiu na temperatura atmosférica

embora os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia não sejam suficientes para uma comparação conclusiva (Tabela 3). Há lacunas nos dados atmosféricos para os anos estudos.

Tabela 2 – Médias de TS obtidas por meio do GEE

Valores de TS Landsat (°C) - agosto e setembro				
Ano	**Mínima**	**Média**	**Máxima**	**Desvio-padrão**
1993	23,31	32,68	41,85	2,67
2003	22,27	32,04	41,65	2,96
2013	23,71	31,14	45,88	3,54
2018	22,35	33,72	48,63	3,65

Fonte: USSG (2024).

Tabela 3 – Médias de temperatura do ar para os meses de agosto e setembro.

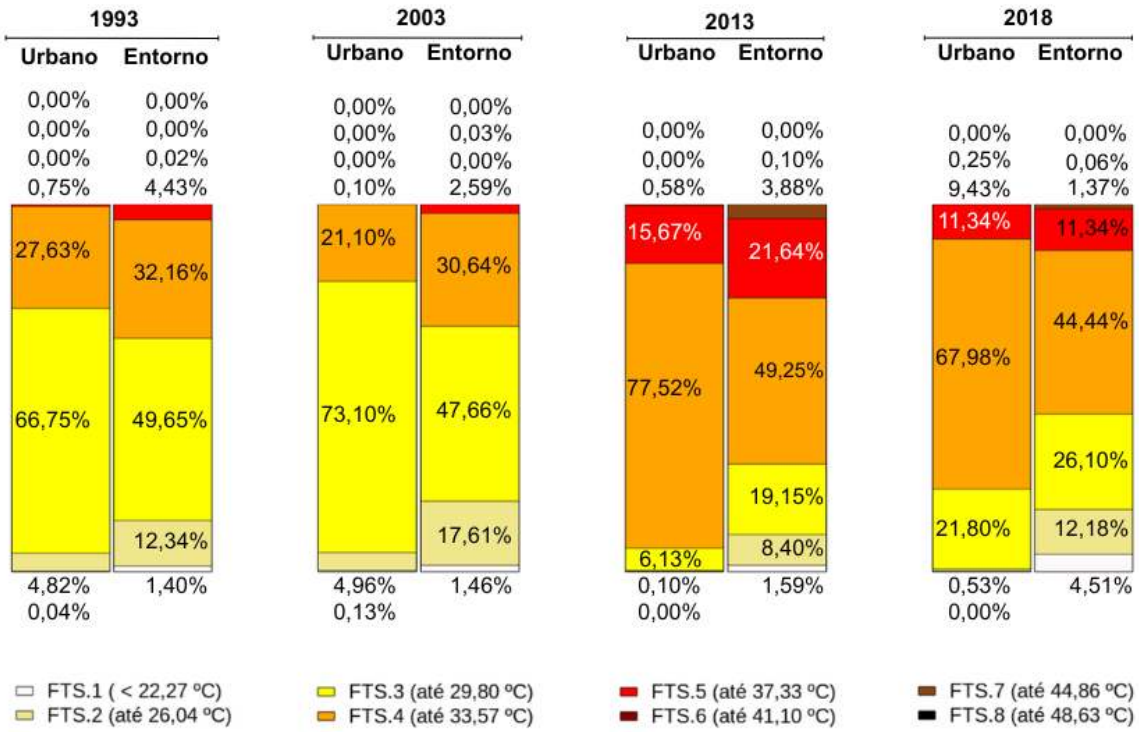
Ano	**mínima (média)**	**média**	**máxima (média)**	**mínima (média)**	**média**	**máxima (média)**
	mês de agosto			mês de setembro		
1993	-	-	-	-	-	-
2003	14,1 °C	22,0°C	29,9 °C	17,3 °C	23,4 °C	32,2 °C
2013	13,5 °C	22,0 °C	30,5 °C	16,9 °C	25,5 °C	32,4 °C
2018	15,1 °C	-	-	17,9 °C	-	-

Fonte: INMET (2024).

Em 2013, no núcleo urbano, a FTS.4 (valores entre 29,80°C até 33,57°C) passa a prevalecer e as faixas 5 e 6 surgem nos limites da cidade onde novos bairros foram abertos, mas ainda não pavimentados ou edificados. A FTS.3 passa a caracterizar as áreas verdes urbanas, nascentes ou fundos de vale não urbanizados, deixando de predominar no núcleo urbano (Figura 4).

Entre os anos de 2003 e 2013, a cidade de Rio Verde teve uma expansão urbana mais acentuada que na década anterior (MapBiomas, 2024) com novas ocupações ao norte e ao sul do núcleo urbano (Tabela 4) assim como mudanças dos usos e coberturas de toda a região de interesse. Foram reduzidas as áreas de vegetação natural, a diversidade dos tipos de culturas e as pastagens. Nos 25 anos compreendidos pela análise, as pastagens foram reduzidas em 68% na região de interesse, em contraposição ao acréscimo de 72% de área urbanizada e 252% de área dedicada ao cultivo de soja.

Figura 4 – Distribuição das faixas de temperatura por classe de uso do solo



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Tabela 4- Área urbanizada e de cultura de soja no município e na região de interesse.

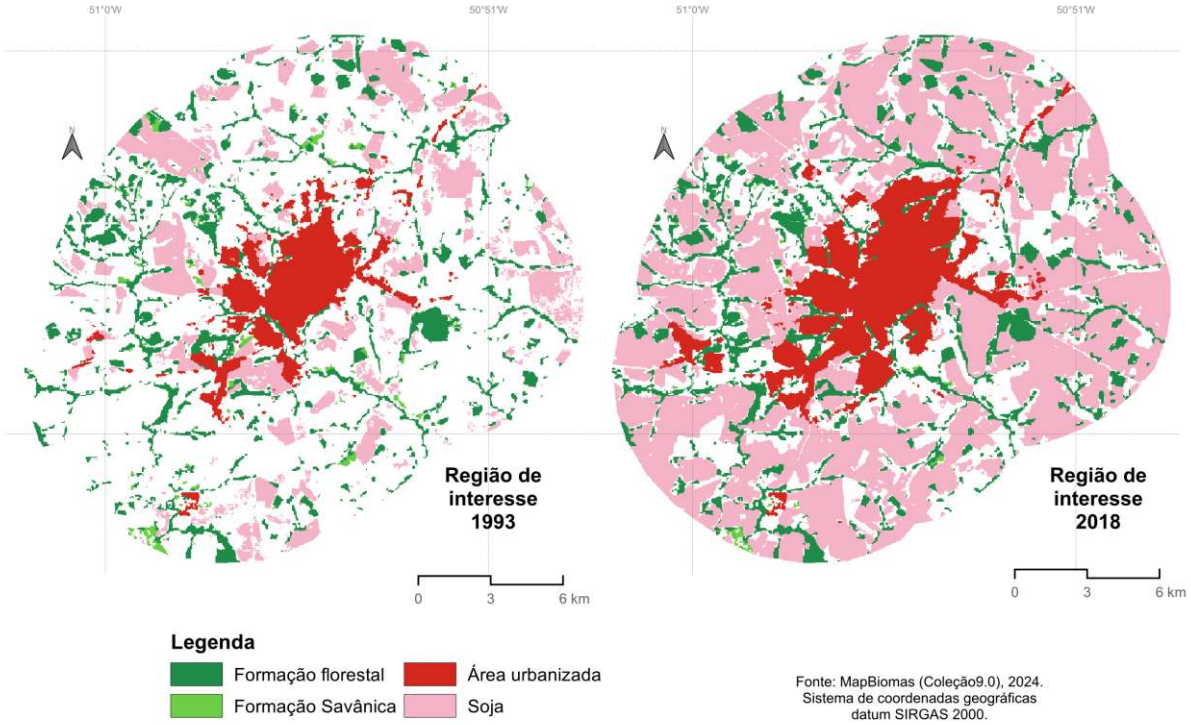
	Área urbanizada	área urbanizada/ município	Área de culturas de soja	área de soja/ município	área urbanizada/ região de interesse	Área de culturas de soja	área de soja/reg. de interesse
	Município de Rio Verde - 837.421,0 Hectares (Ha)				Região de interesse - 38.293,752 Ha		
1993	2.769	0,33%	179.828	21,47%	7,23%	5.313	13,87%
2003	3.363	0,40%	278.348	33,24%	8,78%	11.214	29,28%
2013	4.335	0,52%	361.772	43,20%	11,32%	16.454	42,97%
2018	4.796	0,57%	411.230	49,11%	12,52%	18.714	48,87%

Fonte: MapBiomas (2024); elaborado pelos autores (2025).

É destacada a mudança na dinâmica de uso da terra no entorno da cidade com a ampliação do regime de culturas temporárias, com destaque para a soja e o milho (Figura 5). Nos meses de agosto e setembro, os solos para estas culturas temporárias encontram-se sem vegetação, cobertos com a palhada da safra anterior ou expostos, influenciando o balanço energético local e apresentando um comportamento térmico superficial distinto do período de crescimento das culturas na estação chuvosa.

Verifica-se nos mapas da TS que à medida que se ampliam as diferenças de temperatura também aumentam o número de faixas que compõe as transições junto das áreas vegetadas. As faixas de temperatura foram definidas com intervalos iguais de 3,76°C entre a menor mínima registrada no GEE e a maior máxima, de modo que as transições de sucessivas faixas estreitas evidenciam que a temperatura da superfície varia consideravelmente em curta distância e demonstra ainda a preponderância da evapotranspiração na determinação da temperatura, sobretudo na condição atmosférica da estação seca (MOREIRA *et al*., 2017; CALLEJAS *et al*., 2019).

Figura 5 – Mudança de uso do solo na região de interesse e predomínio das culturas de soja.



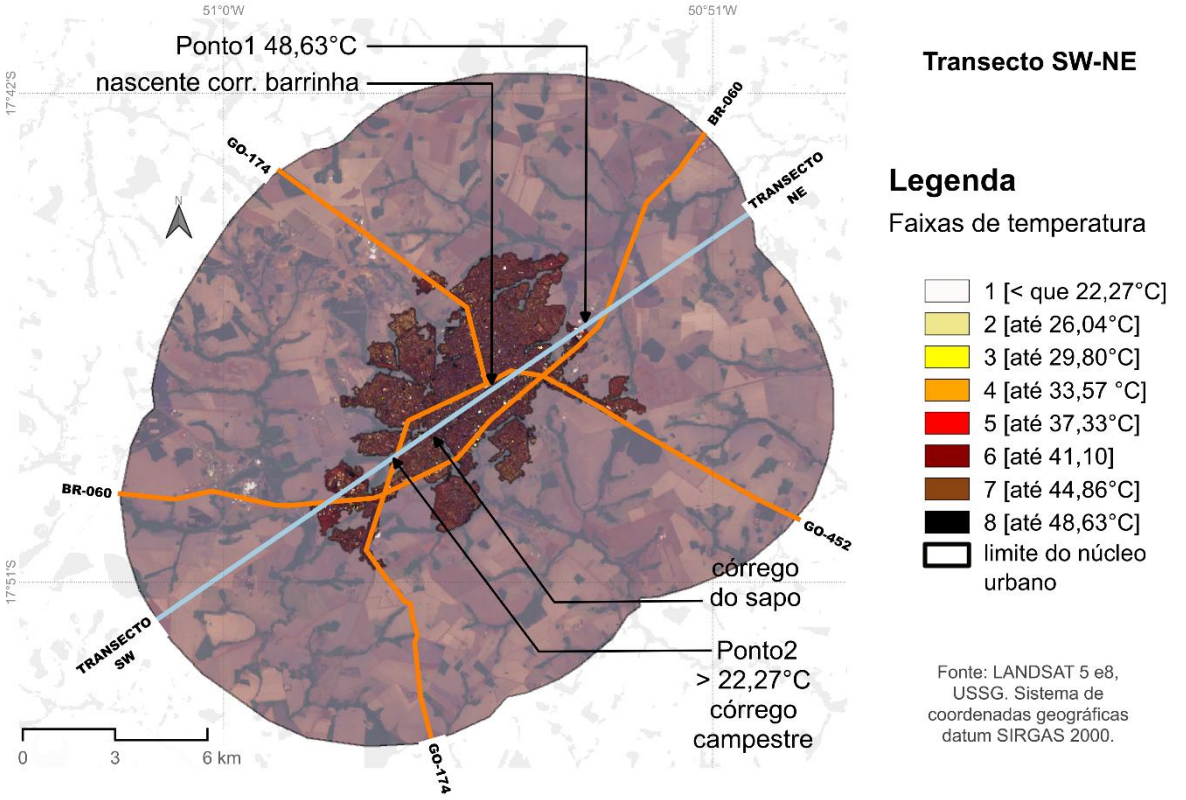
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Na caracterização da temperatura de superfície interagem as propriedades dos materiais de superfície e as condições atmosféricas. A urbanização modifica a umidade do solo e a área vegetada, assim perde-se evapotranspiração e são afetados os fluxos e o balanço energético das superfícies, com o aumento do fluxo de calor sensível, resultando no aumento da intensidade das ilhas de calor atmosféricas (WENG et al. 2006).

De modo a particularizar a análise foi definido um transecto a partir do mapa de TS de 2018 conectando os pontos extremos das médias da temperatura (Figura 6), seccionando a

região central de maior adensamento e dois pontos da rodovia BR-060, que divide a cidade em sua porção leste. O transecto da TS, replicado para os demais anos do estudo, permitiu visualizar as diferenças de temperatura das estruturas superficiais e entre as duas classes de uso do solo em análise.

Figura 6 – Transecto sobre a região de interesse e elementos de destaque.



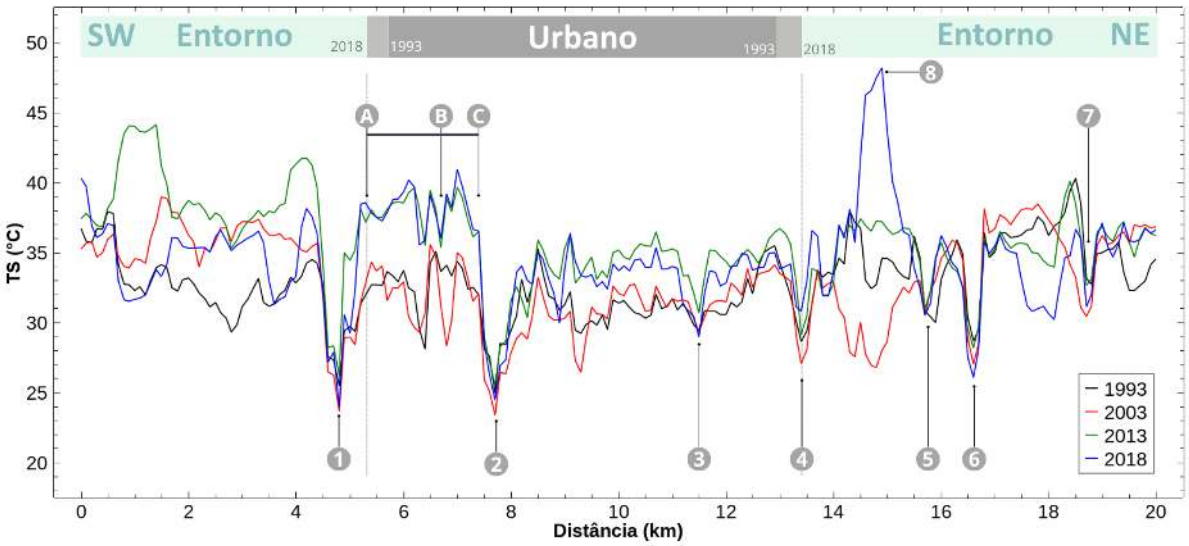
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Ao se comparar os registros da TS nos perfis do transecto dos diferentes anos (Figura 7) verifica-se a progressão da elevação das temperaturas apontada na abordagem das médias. Destacam-se os vales do gráfico que pontuam os fundos de vale (pontos 1 a 7) e percebe-se a variabilidade mais expressiva nos trechos do entorno urbano, nas extremidades horizontais das linhas do gráfico, onde diferentes condições da cobertura do solo podem ser encontradas.

No trecho urbano, é possível identificar os impactos da expansão e do uso do solo da cidade na temperatura de superfície. Na Figura 7, o segmento AB caracteriza a urbanização de grandes áreas ao sul da rodovia BR-060 para instalações industriais e logísticas a partir de 2003. O seguimento BC corresponde à área da cooperativa COMIGO que foi sendo pavimentada e edificada com novos galpões no intervalo temporal estudado e a abertura das

ruas com a supressão da vegetação da área do bairro Jardim Esperanzza, na região sudoeste da cidade.

Figura 7 – Perfis da TS do transecto nos anos de 1993, 2003, 2013, 2018.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os pontos 2 e 4 apontam os fundos de vale dos córregos Campestre (nascente direita) e Chapadinha, a sudoeste e nordeste da área central da cidade, respectivamente. O aumento progressivo da TS junto do córrego Chapadinha (ponto 4) representa o avanço da consolidação urbana no seu entorno com a supressão da vegetação, enquanto no ponto seccionado do córrego Campestre (ponto 2), em região de urbanização mais antiga, não se verifica um aumento da temperatura expressivo entre 1993 e 2018, em função da contribuição evapotranspirativa (MOREIRA *et al*., 2017) de uma faixa de vegetação mais larga do que a que guarnece o leito do córrego Chapadinha. A condição deste trecho do córrego Campestre, no entanto, pode ser alterada pois a área é passível de urbanização segundo a legislação de zoneamento vigente (RIO VERDE, 2024) e está localizada em uma região com elevada valorização imobiliária.

O pico identificado como ponto 8 na Figura 7 corresponde a uma área contígua ao trecho urbano com remanescente de vegetação queimada no ano de 2018, caracterizando o ponto de maior média de TS. Este ponto exemplifica a sensibilidade dos dados orbitais às condições da superfície. A variação das médias neste ponto ao longo dos anos demonstra a alteração dos usos e a circunstância da cobertura do solo, inicialmente como pastagem,

seguido do uso como cultura temporária e por fim como urbanização não consolidada com terreno exposto e vegetação rasteira e esparsa.

As alterações do uso e das condições da cobertura da terra no entorno não contíguo ao trecho de urbanização consolidada também explicam a variabilidade dos valores da TS nos anos estudados. Pastagens e outros tipos de culturas e usos foram sendo substituídos pelo regime da cultura temporária da soja e do milho.

Os valores do NDVI e do NDBI para as classes de uso do solo urbana e não-urbana dos perfis do transecto não variaram significativamente entre os anos estudados (Tabela 5) e têm intensidade e orientação coerente com o apontado em estudos anteriores (MACHADO et al., 2020; NEGA, BALEW; 2022). A variação do NDBI na região do entorno urbano se deu em função das diferentes condições do solo, ora exposto, ora com remanescentes de vegetação queimada, ora com palhada. A variação é expressiva quando comparados os dados da estação seca e chuvosa. Nesta o valor do NDBI para o entorno acentua-se negativamente dada a umidade que altera a atmosfera e o solo.

Embora os valores do NDVI também tenham variado pouco entre as duas classes de uso do solo, foi o entorno urbano que apresentou maior variabilidade entre os anos. O fator sazonal demonstra-se novamente destacado com valores acentuados para o NDVI na estação chuvosa com o vigor vegetativo das lavouras e do Cerrado.

Tabela 5 – Médias da TS, NDVI e NDVI do transecto.

	Ano	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
TS	1993	32,531	1,913	32,707	2,728
	2003	32,356	1,636	32,019	3,052
	2013	35,843	1,683	35,073	3,697
	2018	37,779	1,823	33,593	3,806
NDVI	1993	0,096	0,027	0,126	0,051
	2003	0,100	0,035	0,147	0,062
	2013	0,095	0,036	0,175	0,066
	2018	0,097	0,038	0,176	0,064
NDBI	1993	0,032	0,027	0,037	0,056
	2003	0,034	0,032	0,028	0,071
	2013	0,036	0,031	0,007	0,069
	2018	0,038	0,033	0,011	0,073

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

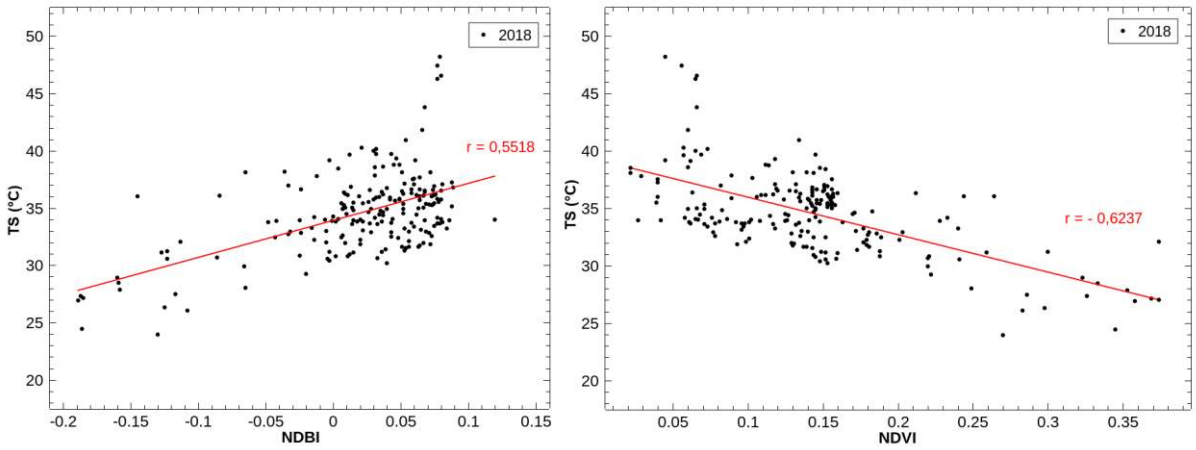
Entre os valores da TS e o NDVI evidencia-se forte correlação negativa no final do período da estação seca (Tabela 6 e Figura 8). No núcleo urbano, a forte correlação é mantida mesmo no período chuvoso. O valor de r para 1993, o menor da série, pode demonstrar a contribuição da vegetação no trecho urbano do transecto e que foi sendo reduzida com as mudanças e intensificação da urbanização entre os anos de 2003 e 2013. Mudanças como a supressão de vegetação com maior ocupação construtiva de fundos de vale restringindo-os aos limites legais, a canalização de cursos d'água e modificações para ampliação do sistema viário. Comparando os dados entre as estações seca e chuvosa de 2018, vê-se que a variação expressiva do coeficiente r acontece para a classe de uso não-urbana.

Tabela 6 – Coeficiente de correlação r para as variáveis TS, NDVI e NDBI do transecto

	TS vs. NDVI			TS vs. NDBI		
Ano/Estação	Geral	Núcleo Urbano	Entorno não-urbano	Geral	Núcleo Urbano	Entorno não-urbano
1993	-0,589	-0,499	-0,640	0,287	0,597	0,065
2003	-0,701	-0,737	-0,755	0,731	0,741	0,709
2013	-0,587	-0,675	-0,676	0,596	0,682	0,564
2018	-0,624	-0,678	-0,695	0,552	0,690	0,488
2018 chuvoso	-0,482	-0,653	-0,197	0,622	0,705	0,322

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 8 – Gráficos de correlação da TS no transecto e os índices NDVI e NDBI para 2018



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os valores de *r* para o NDBI evidenciam a correlação positiva tanto para o trecho do núcleo urbano quanto para os trechos do entorno no período seco. A intensidade da

correlação, no entanto, varia entre as classes de uso do solo, sendo forte para o trecho urbanizado e variável para o entorno. O que pode acontecer não só em função da aplicabilidade específica do índice para área impermeáveis, mas também em função das alterações do tipo de uso destas áreas e das condições da cobertura do solo com propriedades específicas, diferindo o solo exposto do solo coberto com palhada.

Os usos e a ocupação do solo, dentro e fora da cidade com destaque para as áreas de expansão urbana e a predominância dos monocultivos, caracterizam a espacialização da TS em Rio Verde. Na legislação de zoneamento urbano vigente há áreas de expansão em todas as direções, sendo as maiores aquelas destinadas a residências unifamiliares, concentrando-se ao norte, sudeste e sul da cidade (RIO VERDE, 2024).

A lei de uso do solo faculta ainda o adensamento vertical da maior parte da área urbana consolidada, de modo que o crescimento urbano permanecerá acontecendo não só no plano horizontal acompanhado da elevação dos valores da terra urbana. Os edifícios de múltiplos pavimentos existentes somam três dezenas e estão dispersos na região do bairro central e ao sul deste. Tem-se aumentado o número de lançamentos de empreendimentos imobiliários deste tipo nestas áreas de forte valorização imobiliária destinados à consumidores de renda elevada.

Áreas de expansão urbana voltadas a indústrias e estabelecimentos de serviço e comércio de grande porte concentram-se a oeste e sudoeste da cidade, nas proximidades da rodovia BR-060 e na direção do anel viário Paulo Campos. Embora estes usos tenham tipologias construtivas distintas das residenciais podendo caracterizar zonas climáticas específicas (STEWART, OKE; 2012), na escala adotada neste estudo não foi identificado um comportamento termal superficial particularizado para elas, seja em relação às áreas de baixa densidade construtiva que predominam na cidade, seja com relação às lavouras temporárias na região do entorno urbano.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados de temperatura de superfície Landsat obtidos por meio do *Google Earth Engine* foram relacionados com duas classes de uso do solo do MapBiomas e aos resultados das alterações do uso do solo urbano e rural de Rio Verde no intervalo temporal de 1993 a 2018. Os mapas da TS para a região de interesse permitiram verificar a dinâmica da temperatura de superfície em função destas alterações de uso e cobertura da terra. Por meio do transecto pode-se destacar, em um quadro pormenorizado, as respostas termais das superfícies das estruturas urbanas e dos diferentes usos do solo, determinantes no saldo do balanço energético local (CALLEJAS et al.,2019; MOREIRA et al., 2017).

Os resultados da análise confirmam a contribuição das características das superfícies na determinação da espacialidade da TS e a influência de aspectos sazonais como o regime do uso do solo e o das chuvas. As culturas temporárias e a prática do vazio sanitário estabelecem fases ou estações para a cobertura do solo ao longo do ano, assim como há a estação chuvosa e a seca.

A TS e os índices calculados para as classes de uso do solo urbano e não-urbano não apresentaram diferenças significativas de valores entre si para o período de seca estudado com comportamento termal assemelhado. Pode-se constatar, contudo, que a classe não-urbana apresenta maior variabilidade e sensibilidade sazonal. O regime das culturas temporárias, talvez por sua extensão e caráter intensivo, modificou e caracteriza um quadro da TS local com possibilidades de influência no campo térmico atmosférico urbano. Esta condição, que pode ser também compartilhada por outras cidades do agronegócio no Cerrado brasileiro, alinha-se a consideração de Patel *et al*. (2024) sobre proeminência dos países do sul global na contribuição para as alterações climáticas relacionadas ao uso do solo em função da disponibilidade de terras e de condições climáticas favoráveis fortemente exploradas com os avanços tecnológicos aplicados à produção no campo.

Avanços podem ser realizados em novos estudos com a consideração de aspectos físicos como a topografia, fatores atmosféricos como aerossóis, chuvas e eventos climatológicos atípicos, além de dados socioeconômicos espacializados (BUYANTUYEV; WU, 2009; SANT'ANNA NETO, 2011; DERDOURI *et al*., 2021).

REFERÊNCIAS

AMANOLLAHI, J. TZANIS, C. RAMLI, M. F. ABDULLAH, A. M. Urban heat evolution in a tropical área utilizing Landsat imagery. **Atmospheric Research**, 167, 2016, 175-182. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.07.019 0169-8095. Acesso em: 23 ago. 2024.

ARRAIS, T. A. A produção do território goiano: economia, urbanização e metropolização. Goiânia: Editora da UFG, 2013.

BUYANTUYEV, A. WU, J. Urban heat islands and landscape heterogeneity: linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns. **Landscape Ecol**., 25, 2010, 17–33. DOI: 10.1007/s10980-009-9402-4. Acesso em: 17 set. 2024.

CALLEJAS, I. J. A.; BIUDES, M. S.; MACHADO, N. G.; DURANTE, L. C.; LOBO, F. A. Patterns of energy Exchange for tropical urban and rural ecosystems located in Brazil central. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, v.13, n.1, 2019, p.69-79. DOI: 10.4090/juee.2019.v13n1.069079. Acesso em: 29 abr. 2025

DERDOURI, A.; WANG, R.; MURAYAMA, Y.; OSARAGI, T. Understanding the links between LULC Changes and SUHI in cities: Insights form Two-Decadal Studies (2001-2020). **Remote Sensing**, 13 , 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/rs13183654. Acesso em: 23 ago. 2024.

DIEM, P. K.; NGUYEN C. T.; DIEM, N. K.; DIEP, N. T. H.; THAO, P. T. B.; HONG, T. G.; PHAN, T. N. Remote sensing for urban heat island research: progress, current issues and perspectives. **Remote Sensing Applications Society and Environment**, 33, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101081. Acesso em: 18 set. 2024.

FENG, H. ZHAO, X. CHEN, F. WU, L. Using land use change trajectories to quantify the effects of urbanization on urban heat island. **Advances in Space Research**, 53, 2014, 463-473. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2013.11.028. Acesso em: 03 jan. 2025.

FENG, H. YE, S. ZOU, B. Contribution of vegetation change to the surface radiation budget: a satellite perpective. **Global and Planetary Change**, 192, 2020, 103225. DOI: https://doi.org/10.1016/j.globacha.2020.103225. Acesso em: 03 jan. 2025.

FERREIRA, H. V. L. UGEDA JÚNIOR, J. C. Variação da temperatura da superfície através de imagens ASTER em zonas climáticas locais da cidade de Cuiabá, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, 2020, jan-jun. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v26i0.67546. . Acesso em: 28 jan. 2025.

HAMOODI, M. N. CORNER, R. DEWAN, A. Thermophysical behaviour of LULC surfaces and their effect on the urban thermal environment, **Journal of Spatial Science**, 2017. DOI: 10.1080/14498596.2017.1386598. Acesso em: 23 ago. 2024.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/rio-verde/panorama Acesso em: 27 set. 2024

INMET. **Banco de dados meteorológicos**. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/ Acessado em: 22/10/2024.

LI, Z. TANG, B. WU, H. REN, H. YAN, G. WAN, Z. TRIGO, I. F. SOBRINO, J. A. Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives. **Remote Sensing of Environment**, 131, 2013, 14-37. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.12.008. Acesso em: 30 dez. 2024.

LOPES SOBRINHO, O.P. SANTOS, L.N.S. SANTOS, G. O. CUNHA, F.N. SOARES, F. A. L. TEIXEIRA, M. B. Balanço hídrico climatológico mensal e classificação climática Köppen e Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, 2020, jul-dez. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.68692. Acesso em: 19 out. 2022.

MACHADO, N.G. BIUDES, M. S. ANGELINI, L. P. QUERINO, C. A. S. ANGELINI, P. C. B. S. Impact of changes in surface cover energy balance in a tropical city by remote sensing: a case study in Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, 20, 2020, 100373. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100373. Acesso em: 02 jun. 2024.

MAJUMDER, A. KINGRA, P. K. SETIA, R. SINGH, S.P. PATERIYA, B. (2020) Influence of land use/land cover changes on surface temperature and its effect on crop yield in different agro-climatic regions of Indian Punjab. **Geocarto International**, 35:6, 2020, 663-686, DOI: 10.1080/10106049.2018.1520927. Acesso em: 23 ago. 2024.

MAPBIOMAS. **Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, 2023. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/. Acesso em 21/09/2024.

MARQUES, L. C. **Capitalismo e Colapso Ambiental**. 3ª Ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2018.

MAURO, R. A. **A expansão do agronegócio e suas dinâmicas sócio-econômicas e territoriais no Centro Oeste brasileiro**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócioambientais (IESA), Programa de Pós-graduação em Geografia. Goiânia, 2021, 270fl.

MOREIRA, E. B. M.; NÓBREGA, R. S.; SILVA, B. B.; RIBEIRO, E. P. O modelo SEBAL para estudos de clima intraurbano: aplicação em Recife, Pernambuco, Brasil. **Revista RA'e GA**, v. 39, 2017, abr. p.247-265. DOI: 10.5380/raega. Acesso em: 11 jun. 2024.

NASCIMENTO, D. T. F. OLIVEIRA, I. J. Os sistemas atmosféricos atuantes e responsáveis pela gênese de chuvas no estado de Goiás e Distrito Federal. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, 2020, jul-dez. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.73112. Acesso em: 25 jan. 2025.

NEGA, W. BALEW, A. The relationship between land use land cover and land surface temperature using remote sensing: systematic reviews of studies globally over the past 5 years. **Environmental Science and Pollution Research**, 29, 2022, 42493–42508. DOI: 10.1007/s11356-022-19997-z. Acesso em: 23 ago. 2024.

PATEL, S. INDRAGANTI, M. JAWARNEH, R. N. A comprehensive systematic review: Impact of Land Use/ Land Cover (LULC) on Land Surface Temperatures (LST) and outdoor thermal comfort. **Building and Environment**, 249, 2024, 111130. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111130. Acesso em: 23 ago. 2024.

PEQUENO, R.; ELIAS, D. (Re)Estruturação urbana e desigualdades socioespaciais em região e cidade do agronegócio. **GEOgraphia**, 35, 2015, 11-39. DOI:

https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2015.v17i35.a13727. Acesso em: 08 set. 2024.

PEREIRA, L. S. ANGELINI, L. P. DANELICHEN, V. C. H. GOMES, L. F. Avaliação espaço-temporal da transformação do uso e ocupação da terra e seus impactos na temperatura de superfície em Rio Verde – GO. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.17, n.1, 2024, 494-507. DOI: 10.26848/rbgf.v17.1.p494-507. Acesso em: 18 set. 2024.

RIO VERDE. Lei Complementar n°362, de 16 de dezembro de 2024. Altera a Lei Complementar nº 5.478, de 03 de setembro de 2008, que dispõe sobre o uso e ocupação do Solo Urbano - zoneamento da sede do Município de Rio Verde. Rio Verde: Câmara Municipal, 2024. Disponível em: https://legislacao.rioverde.go.gov.br/leis/6421/lei-complementar-362-2024 Acesso em: 20/10/2024.

ROY, B. BARI, E. Examining the relationship between land surface temperature and landscape features using spectral índices with Google Earth Engine. **Heliyon**, 8, 2022, e10668. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10668. . Acesso em: 22 jan. 2025.

SANT'ANNA NETO. J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 8, 2011, jan-jun. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v8i0.25794. Acesso em: 31 jul. 2023.

STEWART, I. D. OKE, T. R. Local climate zone for urban temperature studies. **American Meteorological Society,** Dec. 2012. DOI:10.1175/BAMS-D-11-00019.1. Acesso em: 24 jul. 2025.

USGS. LANDSAT 4-7. Collection2. Level 2 Science Products (L2SP) Guide. Versão 4.0, set., 2021.

USGS. LANDSAT 8-9. Collection2. Level 2 Science Products (L2SP) Guide. Versão 6.0, mai., 2024.

WENG Q.; LU, D.; LIANG, B. Urban surface biophysical descriptors and land surface temperature variations. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, 11, (72), 2006, 1275-1286. DOI: https://doi.org/10.14358/PERS.72.11.1275. Acesso em: 23 ago. 2024.

ZHOU, W. HUANG, G. CADENASSO, M. L. Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes. **Landscape and Urban Planning**, 102, 2011, 54-63. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.03.009. Acesso em: 04 set. 2024.