


Análise Geográfica da Distribuição de Temperatura da Superfície, Cobertura Vegetal e sua Relação com Indicadores Socioeconômicos – Cuiabá/MT

Geographic analysis of the distribution of surface temperature, vegetation cover and its relationship with socioeconomic indicators – Cuiabá/MT

Lucyla Silva Soria¹ 

Vagner Paz Mengue² 

Fernando Comerlato Scottá³ 

Palavras-chave

Planejamento urbano
Cobertura do solo
NDVI
Temperatura

Resumo

No Brasil e no Mundo os problemas consequentes do planejamento urbano, as alterações da cobertura do solo, e o aumento da infraestrutura urbana, influenciam na mudança de temperatura. O objetivo desta pesquisa é entender a diferença de temperatura nos últimos 36 anos (1985-2021) da cidade de Cuiabá/MT, e sua relação com a vegetação e os fatores socioeconômicos e étnico raciais. Foram utilizadas imagens anuais (36 imagens) do satélite Landsat 5 e 8 entre os anos de 1985 a 2021, o Google Earth Engine foi utilizado para obtenção destes dados da área urbana da cidade de Cuiabá. Foram realizados mapeamento da distribuição espacial da temperatura da superfície, vegetação e alteração dos usos e cobertura do solo através dos dados do projeto MapBiomas, os dados socioeconômicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) censo de 2010. Os resultados indicaram que nos últimos 36 anos a temperatura da superfície de Cuiabá aumentou em média 13°C, como parte do resultado do crescimento de infraestruturas urbanas e perda de cobertura vegetal, em específico nas áreas periféricas, existindo assim, uma desigualdade entre a população com alta renda que vive em bairros com temperatura mais amenas e a população de baixa renda que vive em bairros com temperaturas mais elevadas. Nos dados de temperatura e cor da pele, a população branca no geral vive em bairros com temperaturas mais amenas, diferentemente da população preta que em sua maioria sofre com as condições de altas temperaturas.

Keywords

Urban planning
Land cover
NDVI
Temperature

Abstract

In Brazil and around the world, the problems resulting from urban planning, changes in land cover and the increase in urban infrastructure influence temperature change. The aim of this research is to understand the difference in temperature over the last 36 years (1985-2021) in the city of Cuiabá/MT, and its relationship with vegetation and socioeconomic and racial-ethnic factors. Annual images (36 images) from the Landsat 5 and 8 satellites between 1985 and 2021 were used, and Google Earth Engine was used to obtain this data for the urban area of the city of Cuiabá. Mapping of the spatial distribution of surface temperature, vegetation and changes in land use and cover was carried out using data from the MapBiomas project and socio-economic data from the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, Brazilian Institute of Geography and Statistics in English) 2010 census. The results indicated that over the last 36 years Cuiabá's surface temperature has increased by an average of 13°C, as part of the result of the growth of urban infrastructure and loss of vegetation cover, specifically in the peripheral areas. There is an inequality between the high-income population living in neighborhoods with milder temperatures and the low-income population living in neighborhoods with highertemperatures. In the temperature and skin color data, the white population generally lives in neighborhoods with milder temperatures, unlike the black population, which mostly suffers from high temperatures.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil. lucylasoria@hotmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil. vagnergeo@yahoo.com.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. fernandoscotta.sema@gmail.com

INTRODUÇÃO

No Brasil e nos países tropicais o modelo de produção dos espaços urbanos conta com a remoção da cobertura vegetal para ocupação, concentração urbana, construção com materiais de baixa capacidade térmica, excesso de veículos emissores de combustíveis fósseis (Silva, 2021; Freitas; Cunha, 2013). E como resultado desse modo se dá a intensificação do clima urbano, com elevadas temperaturas e produzindo as ilhas de calor Urbana, reduzindo a umidade relativa do ar. No município de Cuiabá não é diferente, conhecido por ser uma cidade com o clima quente nos períodos de seca (agosto a outubro), sua temperatura elevada é particularmente agravada pelos fatores naturais e sociais causando um grande desconforto térmico (Teobaldo neto, 2019).

Os espaços livres urbanos nas cidades, como os de Presidente Prudente e Ribeirão Preto - SP, exibem uma distribuição desigual, com variações nas infraestruturas e na presença de vegetação entre os bairros centrais e periféricos. (Gomes; Soares, 2003). Nem todos somos afetados com o excesso de calor e entender quem é afetado é importante. Deste modo, como o processo de urbanização nas cidades brasileiras está relacionado à lógica capitalista de produção do espaço urbano, que gera espaços segregados e fragmentados e não considera as condições ambientais e naturais, tornou-se comum identificar impactos sensíveis aos diferentes grupos sociais que habitam a cidade (Sant'anna Neto, 2011). Estudo feito por Benz e Burney (2021) nos EUA, mostrou a desigualdade de temperatura nos bairros, comparando locais onde a maioria da população é de classe de baixa renda ou preta, considerando-se que nesses bairros a temperatura é mais elevada que em bairros de brancos e bairros com renda alta. Diversos estudos no Brasil e no mundo focam nesta temática (Cutter; Finch, 2008; Freitas *et al.*, 2013; Costa *et al.*, 2015; Pascolino; Junior, 2021) onde desenvolvem pesquisas utilizando imagens de satélite e dados censitários. Dias *et al.* (2023) analisou a relação espacial da temperatura e a desigualdade socioeconômica na cidade de São Paulo - SP, com a obtenção dos valores de NDVI e temperatura entre 2009 e 2010, com dados de impermeabilização do solo, e observaram que a maior temperatura se localizava nos locais de população de renda mais baixa, indicando a segregação socioespacial, econômica e a segregação ambiental.

A utilização do sensoriamento remoto para medições em diferentes escalas, e análises de

ambientes urbanos por plataformas orbitais está cada vez mais sendo aplicada em diferentes estudos, como por exemplo, para a análise espacial e de mudanças de uso do solo. Rhee *et al.* (2014) relacionaram os padrões de cobertura da terra e a temperatura da superfície utilizando regressão linear simples e o classificador *Random Forest* em Denver no Colorado (Estados Unidos). Assim, os resultados mostraram que alguns padrões de cobertura do solo afetam a temperatura superficial, como é o caso da cobertura arbórea, que é a característica especial mais importante a afetar a temperatura superficial. No artigo de Guha *et al.* (2018), através dos dados do Landsat 8 OLI e TIRS na cidade de Florença e Nápoles, na Itália, foi verificada a relação entre a temperatura da superfície, o NDVI e o Índice acumulado de diferença normalizada (NDBI), e identificado que o solo exposto e áreas construídas são as principais responsáveis pelo aumento de temperatura superficial em 3,15°C e 3,31°C. E quando há presença de vegetação e corpos d'água, o nível de temperatura superficial reduz.

Assim, muitos trabalhos relacionam a temperatura com a falta de vegetação e até a segregação espacial, e assim ocorre o monitoramento urbano para detecção das transformações sucedidas do uso do solo e a análise das consequências. Para a constatação das mudanças do uso do solo é necessário identificar o tipo, quantidade e localização das alterações, enquanto para a análise dos impactos do uso deve-se avaliar os efeitos das mudanças no ambiente.

Com seus 304 anos Cuiabá é uma cidade antiga quando comparamos com outras cidades dentro do Estado de Mato Grosso, assim, podemos observar problemas consequentes do planejamento urbanístico da cidade, onde antes era considerada uma cidade "verde". A cobertura do solo urbano se alterou conforme os anos e as áreas com infraestrutura urbana aumentaram, acarretando a diminuição de áreas verdes. Teobaldo Neto (2019) investigou a dimensão do risco/perigo que representa o clima urbano na estação da seca (agosto e outubro) em Cuiabá. Com a expansão urbana criando espaços estruturados em bairros de elite e espaços ocupados pela população de baixa renda, a desigualdade agravou-se junto à elevação das temperaturas do ar na área urbana.

A exposição aos perigos ou até desastres ambientais e a vulnerabilidade é resultante do histórico desigual da urbanização e a produção de espaços, que concluem a diferença socioespacial e sua ocupação seletiva. A desigualdade no espaço urbano são produtos de interesse como cada território foi construído,

assim, os riscos climáticos urbanos em cada território se diferenciam. Além da desigualdade social, a vulnerabilidade mostra a associação dos fatores históricos e socioeconômicos. (Rampazzo, 2019). O risco só ocorre quando a vulnerabilidade é explicada, vulnerabilidade não é risco, mas o risco só existe pela vulnerabilidade e pode ser reduzido apenas com a mudança da estrutura e organização da vulnerabilidade do espaço (Nascimento junior, 2018). Conforme Ugeda Júnior (2015) o risco é criado socialmente, e a população está exposta a ele de formas diferentes, ocorrendo a vulnerabilidade.

Na análise da ilha de calor urbana, as baixas latitudes e a altitude foram motivos afirmativos para o clima quente. Durante esse período, o desconforto térmico na cidade de Cuiabá é intensificado não apenas devido à escassa cobertura vegetal, queimadas e emissões de combustíveis fósseis no trânsito, mas também pela influência da continentalidade e pelas baixas altitudes (Maitelli, 1994).

Diante disso, o objetivo geral deste estudo é realizar uma análise geográfica na cidade de Cuiabá correlacionando os dados de temperatura de superfície e dados de cobertura vegetal, nos últimos 36 anos, pretende-se analisar se existe relação entre os dados de temperatura e vegetação com a segregação socioespacial dentro da área urbana da cidade de Cuiabá.

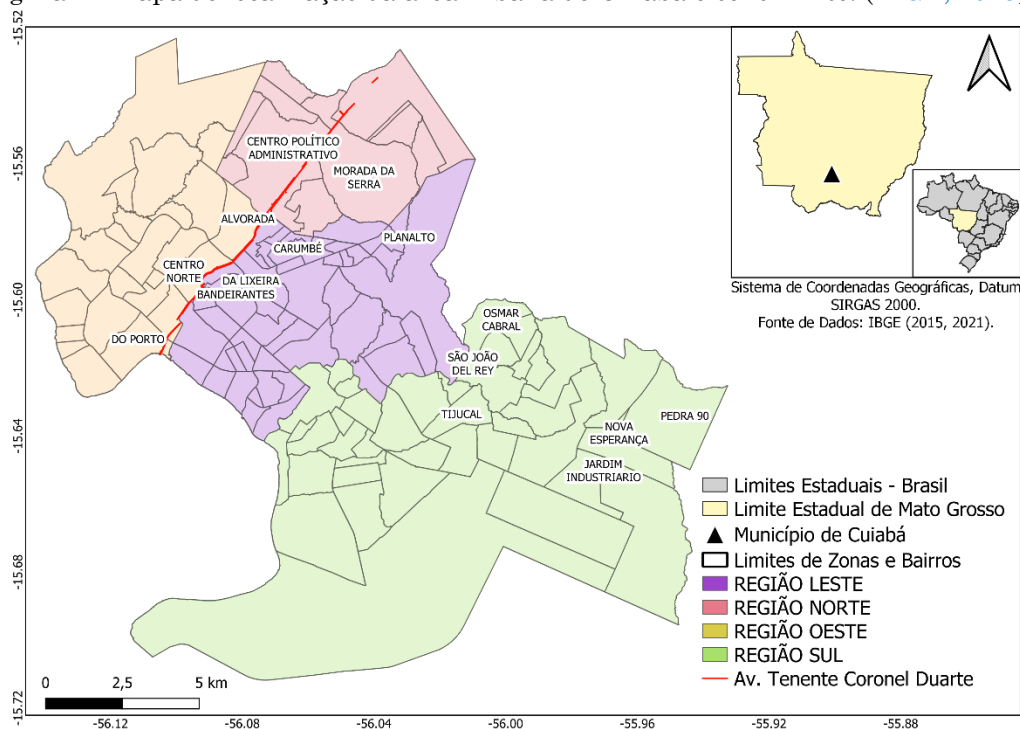
MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Cuiabá está localizado na região Centro-Oeste do Brasil, na mesorregião Centro-sul Mato-Grossense, ao sul do estado de Mato Grosso, Microrregião Cuiabá. Sua área territorial é de 4.327,448 km², com população de 650.912 pessoas conforme último censo do IBGE (2022). O clima predominante na região municipal é classificado como tropical quente e sub-úmido, apresentando uma precipitação anual total de 1350 mm, com maior intensidade nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, contando com a temperatura média anual de 26,46°C, conforme a última normal climatológica de 1991 a 2020 (INPE, 2023).

Suas principais atividades econômicas são: indústria, comércio, pecuária, pesca, agricultura de lavouras de subsistência e hortifrutigranjeiros. (Ferreira, 2001). A divisão territorial da área urbana da cidade é composta por 115 bairros (Figura 01) e a subdivisão da região administrativa divide-se em 4 zonas: Região Norte com 10 bairros, Região Sul com 34 bairros e 1 distrito industrial, Região Leste com 49 bairros, e a Região Oeste com 24 bairros (Prefeitura Municipal de Cuiabá, 2010).

Figura 1 - Mapa de localização da área urbana de Cuiabá e seus limite. (IBGE, 2015, 2021)



Fonte: Os autores (2023).

Dados de temperatura da superfície e de vegetação

Para obtenção dos dados de Temperatura da Superfície e do NDVI, as imagens Landsat 5 e Landsat 8 foram obtidas através da base de dados do Google Earth Engine (Gorelick *et al.*, 2017) que contém um conjunto de dados de reflectância de superfície corrigida atmosféricamente, além da correção geométrica, o produto do catálogo do GEE utilizado é o ("LANDSAT/LT05/C02/T1_L2") e ("LANDSAT/LC08/C02/T1_L2"). A resolução espacial das imagens é de 30 metros.

A série temporal das imagens foi de 1985 até 2021, onde foram selecionadas através de processos de filtragem as imagens livre de nuvens e, posteriormente, foram extraídas as médias anuais dos meses de seca (agosto a outubro) dos valores de Temperatura (Banda 6 do Landsat 5 e Banda 10 do Landsat 8) e os valores médios anuais dos meses de seca (agosto a outubro) de NDVI para todo o município, totalizando uma série temporal com 36 imagens. O script construído no GEE pode ser acessado pelo GOOGLE (2024).

Importante destacar que foram escolhidos somente os meses do período de seca para aquisição das imagens, por apresentarem baixa cobertura de nuvens, diferentemente do período chuvoso, onde as imagens estão sempre recobertas com altas porcentagens de nuvens. O NDVI é um índice de vegetação proposto por Rouse *et al.* (1973), obtido a partir da razão entre a subtração e a soma das reflectâncias das bandas da região do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (Red) do espectro eletromagnético. Equação (01).

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (01)$$

Para analisar se existe relação entre os dados socioeconômicos do IBGE com dados de temperatura e NDVI para diferentes áreas de Cuiabá foi utilizado dados da média do período seco, somente do ano de 2009 com imagens do Landsat 5. Importante destacar que a seleção do ano de 2009 para examinar a correlação entre os dados do IBGE e os dados de temperatura e vegetação, fundamenta-se na proximidade com o último censo disponível na época desta pesquisa (IBGE, 2010). Além disso, a opção pelo período seco foi motivada pela ausência de nuvens nas imagens de satélite

Dados de uso e cobertura da terra

Para identificar as mudanças e transformações do uso e cobertura da terra e relacionar com os

dados de temperatura e NDVI, foram utilizados dados do Projeto MapBiomás, da Coleção 7.1. Os dados foram adquiridos no nível 1 com 5 classes (Floresta, Formação natural não florestal, Agropecuária, Área não vegetada e Corpo d'água), sendo utilizados dois mapas de uso e cobertura da terra, de 1985 e 2021.

A quantificação e análise dos processos de transformação do uso e cobertura da terra nos últimos 36 anos foi efetuada com base em uma tabulação cruzada entre o mapa de uso e cobertura da terra de 1985 e 2021. A partir deste procedimento foi possível quantificar e mapear as classes do uso e cobertura da terra que apresentaram ganhos ou perdas de área e identificar as classes mais significativas para as mudanças na paisagem da área de estudo, principalmente as classes florestais de áreas não vegetadas (área urbana).

Dados socioeconômicos

Segregação espacial pode ser caracterizado conforme Villaça (2001) um processo segundo o qual diferentes classes ou camadas sociais tendem a se concentrar cada vez mais em diferentes regiões gerais ou conjuntos de bairro da metrópole, portanto, uma separação no espaço da população por classes de renda, raça, etnia, ocupação socioprofissional, entre outras variáveis. Conforme Hughes (2004) e Negri (2008) existem diversos tipos de segregação espacial como, por raça, etnia, por classes, socioeconômica, entre outros. No caso do Brasil, a maioria das pesquisas (Carvalho, 2020; Gomes-ribeiro; Queiroz-ribeiro, 2021), demonstra que um dos principais tipos de segregação espacial é a socioeconômica (renda e raça), por meio da qual as classes sociais distribuem-se de forma desigual no espaço urbano das grandes e médias cidades.

Diante das considerações acerca dos princípios de segregação espacial, optou-se por selecionar duas variáveis socioeconômicas do IBGE (renda e raça) para estabelecer correlações com os dados referentes a temperatura de superfície e vegetação. Para verificar se existe relação entre segregação espacial e a distribuição espacial da temperatura da superfície na área urbana de Cuiabá, foram utilizados os dados do IBGE para os setores censitários do ano de 2010, ano do último censo realizado no Brasil, os quais representam a menor unidade territorial intra-urbana contendo dados socioeconômicos.

Foram selecionados somente os setores censitários classificados como urbanos, totalizando 799 setores. Com base nos resultados por universo por setor censitário, foi

escolhido como variável econômica o “Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento)” dentro da tabela básica, variável v005.

Posteriormente, a variável censitária acima mencionada foi classificada em classes sociais (Tabela 1) conforme classificação de Costa (2019). Cabe ressaltar que de acordo com a média nacional, em 2010, mais de 50 % da

população brasileira se encaixava na classe C, enquanto aproximadamente 11 % compunham as classes A e B, e menos de 40 % as classes D e E. Diante disso, foi dividida a classe C em duas faixas: C1 e C2, conforme estudo de Dias *et al.* (2023), para que fosse minimizada a discrepância entre a quantidade de indivíduos nas referidas faixas de renda.

Tabela 1 - Relação entre classes sociais e renda por salários-mínimos.

Classe	Salários-Mínimos
A e B	> 10
C1	6 a 10
C2	4 a 6
D	2 a 4
E	< 2

Fonte: Costa (2019).

Para a variável social foi escolhido cor ou raça dentro da tabela "Planilha pessoas 03_MT", variáveis Pessoas Residentes e cor ou raça - branca (v002) e variáveis Pessoas Residentes e cor ou raça - preta (v003), dividida pela população total (v001) para calcular a porcentagem por cada setor censitário.

Análises estatísticas

Foi utilizado como unidade de análise os limites dos setores censitários do IBGE do ano de 2010. A área de estudo apresenta 799 setores censitários. Para verificar se existe relação entre segregação espacial e distribuição espacial da temperatura da superfície na área urbana de Cuiabá, para cada setor censitário foram extraídos os valores médios de temperatura de superfície, os quais foram cruzados com os dados socioeconômicos do IBGE.

Para esta etapa foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson entre os dados do IBGE e dados médios por setor censitário de temperatura para avaliar se existe relação entre as variáveis. Também foi testada a relação de temperatura de superfície com os dados socioeconômicos (Renda e Cor da População), ocasião em que foi inicialmente realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk para verificar se a amostra de dados segue uma distribuição normal (Gaussiana). Posteriormente, utilizou-se os testes não paramétricos Kruskal-Wallis (KW) e Games-Howell (GH) para verificar se há

diferenças significativas entre os grupos independentes (classes). Equação (02).

$$H = 12/(N(N + 1))\sum_{i=1}^k(R_i^2/n_i) - 3(N + 1) \quad (02)$$

Onde:

- H é a estatística do teste de KW.
- N é o total de observações.
- k é o número de grupos independentes.
- R_i é a soma dos postos dos valores no grupo i .
- n_i é o número de observações no grupo i .

No caso de indicação de significância estatística com o teste KW, o teste Games-Howell (GH) foi utilizado para testar especificamente quais grupos possuem diferenças significativas. A estatística do teste (Equação 03) é baseada na diferença média padronizada entre grupos e é dada por:

$$t_{ij} = (\bar{X}_i - \bar{X}_j) / \sqrt{(s_i^2/n_i) + (s_j^2/n_j)} \quad (03)$$

Onde:

- t_{ij} é a estatística do teste de GH entre os grupos i e j .
- $\bar{X}_i - \bar{X}_j$ são as médias dos grupos i e j , respectivamente.
- s_i^2 e s_j^2 são as variâncias dos grupos i e j , respectivamente.

- n_i e n_j são os tamanhos dos grupos i e j , respectivamente.

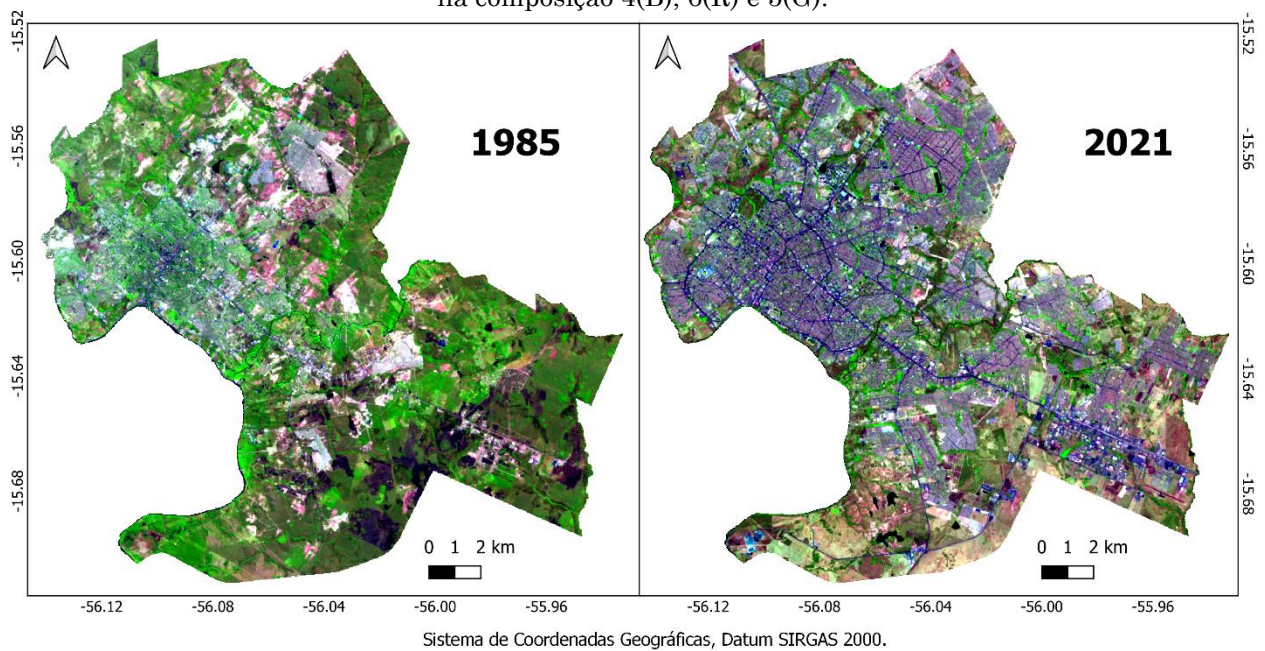
Foi utilizado o software livre QGIS, versão 3.16 para as análises espaciais e confecção dos mapas. Gráficos boxplot e as análises estatísticas foram realizados no *Software Statsmodels* em ambiente *Python*. No ambiente do Excel 2013 da *Microsoft Office* foram realizadas análises estatísticas e os gráficos de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da transformação do uso e cobertura da terra e a dinâmica da temperatura e cobertura vegetal

As imagens de satélite da área Urbana de Cuiabá em falsa cor das bandas 5, 4 e 3 (Landsat 5) e 6, 5 e 4 (Landsat 8), capturadas no ano de 1985 e 2021 são apresentadas na Figura 2. Em 30 anos é nítido o aumento da mancha urbana e sua expansão se deu principalmente sobre áreas de vegetação (Cerrado) e pastagem, com mais intensidade na zona norte e leste da cidade.

Figura 2 - Imagem de satélite (1985) Landsat 5 na composição 3(B), 5(R) e 4(G) e (2021) Landsat 8 na composição 4(B), 6(R) e 5(G).

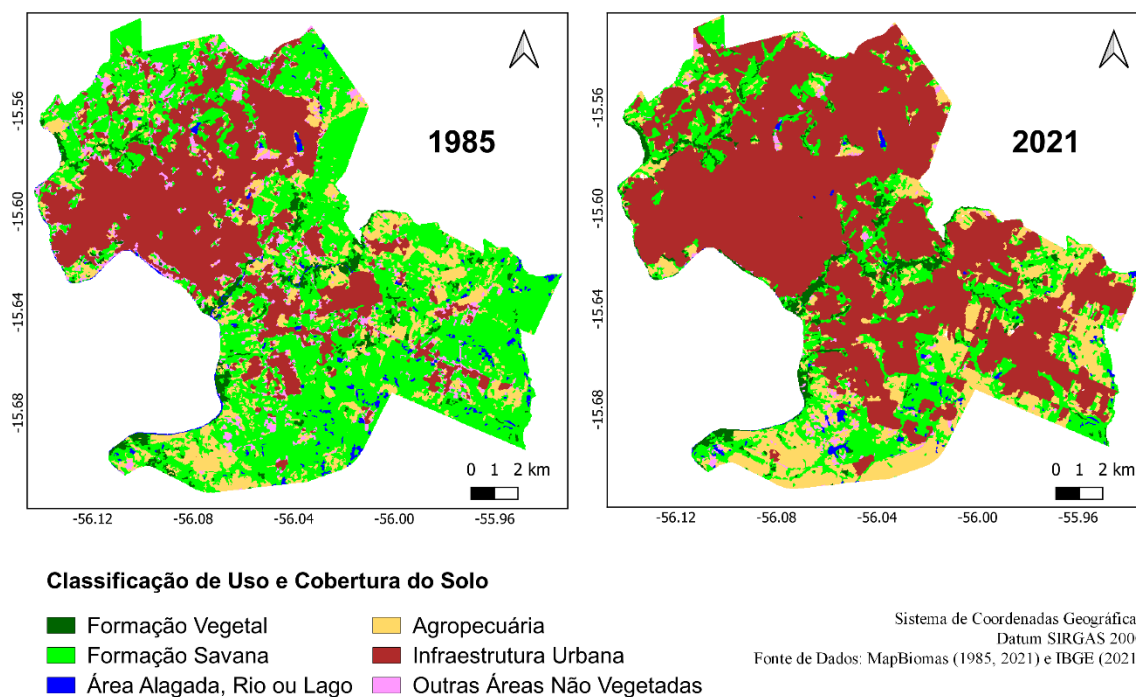


Fonte: IBGE (2021) e NASA (2023). Elaborado pelos autores (2023).

O mapa de uso e cobertura do solo do projeto MapBiomias para a cidade de Cuiabá (Figura 3), possui as seguintes classes: formação florestal, formação campestre, mosaico de agricultura e pastagem, mosaico de cultura, outras áreas não vegetadas, pastagem, corpos d'água, formação savana (cerrado), áreas úmidas, mineração e área urbana. A área de ocupação por infraestrutura urbana (cor vinho) de 1985 a 2021 aumentou principalmente nas regiões

norte e entre a região Leste-Oeste, no chamado núcleo central da cidade. Observamos também o aumento de áreas com agropecuária (cor amarela) na região sul. As áreas que mais tiveram crescimento urbano foram as áreas da região Norte e a Leste do município, que antes eram ocupadas por áreas alagadas, rio ou lago, agropecuária, formação florestal e principalmente pela formação savana.

Figura 3 - Mapa de classificação de Uso e cobertura do solo nos anos 1985 e 2021 (MapBiomias 1985, 2021; IBGE, 2021).



Fonte: Os autores (2023).

A seguir foi representado o total de área/ha de cada classificação, com a porcentagem de

perda e de ganho, dos anos de 1985 e 2021 (tabela 2).

Tabela 2 - Classificação do uso do solo com total de área (%) de perda e ganho

Classificação de Uso do solo	1985 (Área/hac)	2021 (Área/ha)	Perda/Ganho (%)
Infraestrutura Urbana	7.558,76	15.157,60	100,53%
Agropecuária	3.360,96	3.907,15	16,25%
Formação florestal	792,028	868,145	9,61%
Área alagada, rio ou lago	402,536	212,715	-47,16%
Formação Savana	11.846,36	4.906,19	-58,58%
Áreas não vegetadas	1.421,13	330,031	-76,78%

Fonte: Os autores (2023).

Dessa forma, os resultados mostraram que a porcentagem de área urbana foi a classe que mais aumentou entre 1985 e 2021. Um dos motivos do aumento foi uma maior interferência social com o crescimento da população urbana, que em 1985 a era de 283.075 de pessoas (IBGE, 1985) e em 2021 subiu para 650.912 pessoas (IBGE, 2022).

Conforme dados extraídos do Projeto Mapbiomas entre os anos de 1985 a 2021, houve uma conversão principalmente das áreas de Formação Savana (cerrado) para área urbana, o

que pode ter contribuído para o aumento de temperatura em alguns bairros, já que a cobertura vegetal foi substituída por áreas construídas, que conforme destaca Peng e Li (2009), “as modificações causadas pelo homem, afetam o balanço de energia, gerando ilhas de calor, a qualidade do ar, impactada pela emissão de efluentes atmosféricos”. Com o processamento da série temporal do Landsat 5 e 8, obteve-se os valores médios de temperatura de superfície e NDVI para os meses de seca em Cuiabá, em áreas onde a expansão urbana

ocorreu sobre áreas de vegetação no período de 1985 a 2021 (Figura 4). Os resultados foram obtidos com os dados das médias de NDVI e temperatura processados através do Landsat 5 e 8, sendo calculados os valores médios das áreas de transição para infraestrutura urbana, para

podermos analisar e identificar as mudanças e as diferenças, bem como se houve crescimentos de temperatura ao longo dos anos, e se houve diminuição dos valores de NDVI entre os anos 1985 e 2021.

Figura 4 - Gráficos das médias ao longo do tempo de NDVI e Temperatura de Superfície para a área urbana de Cuiabá



Fonte: Os autores (2023).

Observando os resultados obtidos com os valores médios do NDVI localizados nas áreas de transição na área urbana de Cuiabá (Figura 4), percebemos que no início da série as amplitudes entre os anos de 1985 e 1994 são maiores em relação aos anos seguintes, devido aos diferentes usos do solo e cobertura ao longo do tempo. O que antes era cerrado e pastagem, com forte influência do período seco e chuvoso, foi convertido para áreas urbanas, que não sofrem tanta influência ao longo das estações, mantendo os valores de NDVI estáveis ao longo do tempo. As flutuações dos valores de NDVI em alguns anos, são causados por ruídos na série temporal, como nuvens e anos onde o período seco foi mais intenso. É importante verificar que existe uma tendência de queda dos valores de NDVI nos últimos anos, que pode indicar um crescente processo de urbanização da cidade de Cuiabá.

Uma das hipóteses da pouca alteração dos

valores de NDVI ao longo dos anos pode estar relacionado com o fato de que a vegetação savana (cerrado) foi convertida em área urbana, e normalmente a vegetação do cerrado no período de estiagem (período das imagens) está seca, ou seja, os valores de NDVI são extremamente baixos, muito similares espectralmente aos valores médios de uma área urbana.

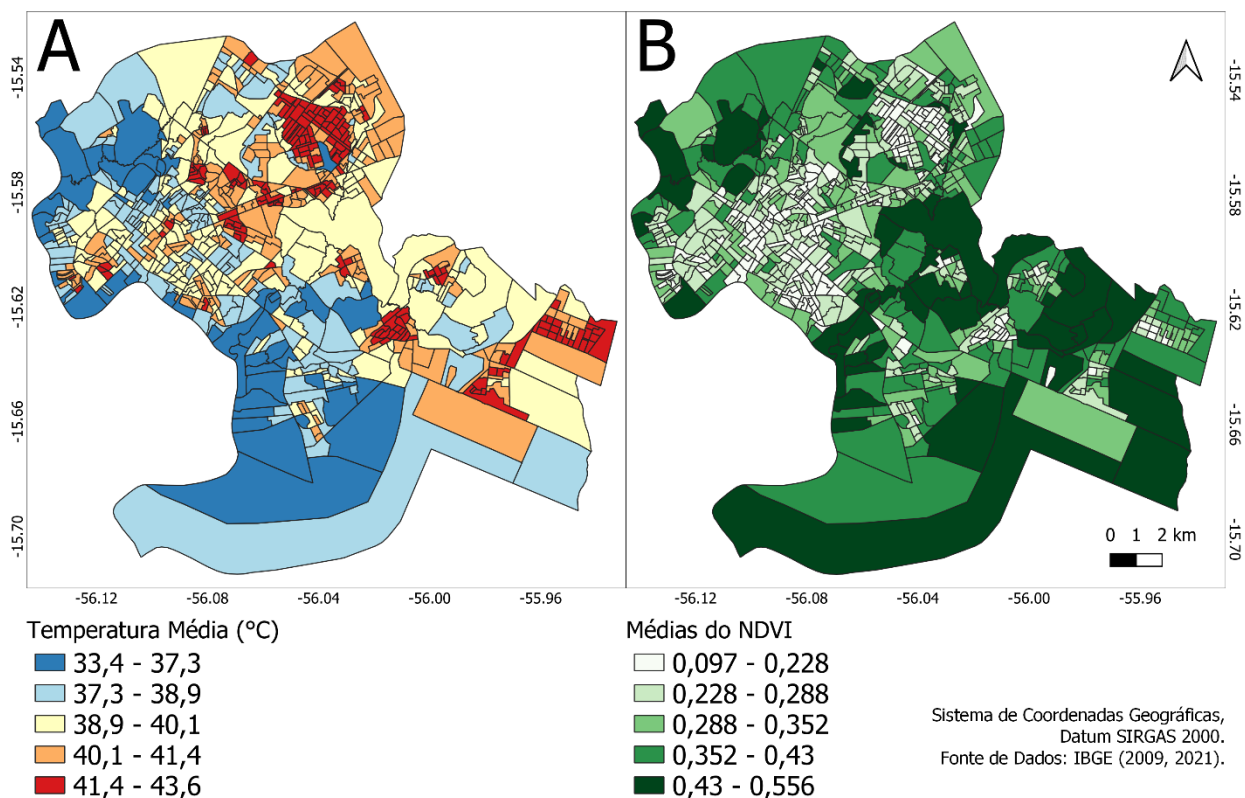
Nas médias dos valores de temperatura da superfície das áreas de transição há dois comportamentos: há uma queda entre 1985 e 1994, e o aumento de 1995 e 2021. Ao analisar os dados no início dos anos 1990, a temperatura de superfície média era em torno de 27°C a 29°C, já no final da série temporal a temperatura média subiu para 43,8°C, portanto, um aumento médio em torno de 13°C, que é bastante considerável nesse curto período de estudo. Esse aumento de temperatura da superfície entre os anos de 1985 a 2021, em todas as regiões de

Cuiabá, se deu pela ocorrência da expansão da cidade, com o crescimento da população e infraestrutura urbana, onde antes o solo era ocupado em sua maioria por formação vegetal e savânica. É importante destacar que, ao longo das últimas décadas, tem havido significativas influências nas temperaturas globais, resultantes das mudanças climáticas. Observa-se um aumento contínuo na temperatura média global, especialmente a partir da década de 1980. Notavelmente, o ano de 2023 registrou a maior anomalia positiva desde o início dos registros históricos (1850), com um aumento de 1,79°C (NOAA, 2024).

Segregação espacial e distribuição espacial da temperatura da superfície na cidade de Cuiabá

Para uma análise mais clara em relação à distribuição de temperatura na cidade, na Figura 5, foi apresentado o mapa de temperatura média e o mapa com os valores médios de NDVI, ambos por setores censitários para o ano de 2010, ano do censo, entre os meses da seca da região (agosto a outubro).

Figura 5 - Mapas das médias de temperatura da superfície de agosto a outubro de 2009 por setor censitário (A). Valores Médios de NDVI por setor censitário para o ano de 2009 (B) (IBGE, 2009, 2021)



Fonte: Os autores (2023).

Com isso, analisamos que a maior média de temperatura está localizada nas periferias da cidade, enquanto nas áreas localizadas próximas ao rio Cuiabá obteve-se a média da menor temperatura da cidade. Destaca-se a região do bairro Centro Político Administrativo (CPA), Morada da Serra e Pedra 90 com altos valores de temperatura média por setor censitário, tons vermelhos no mapa (figura 5), todos bairros com pouca cobertura vegetal. Já alguns setores censitários localizados na região central da cidade, tons de azul no mapa, não possuem temperaturas extremas com valores

médios entre 37,3°C a 40,1°C, principalmente por possuírem praças e ruas arborizadas, atenuando desta maneira a temperatura elevada.

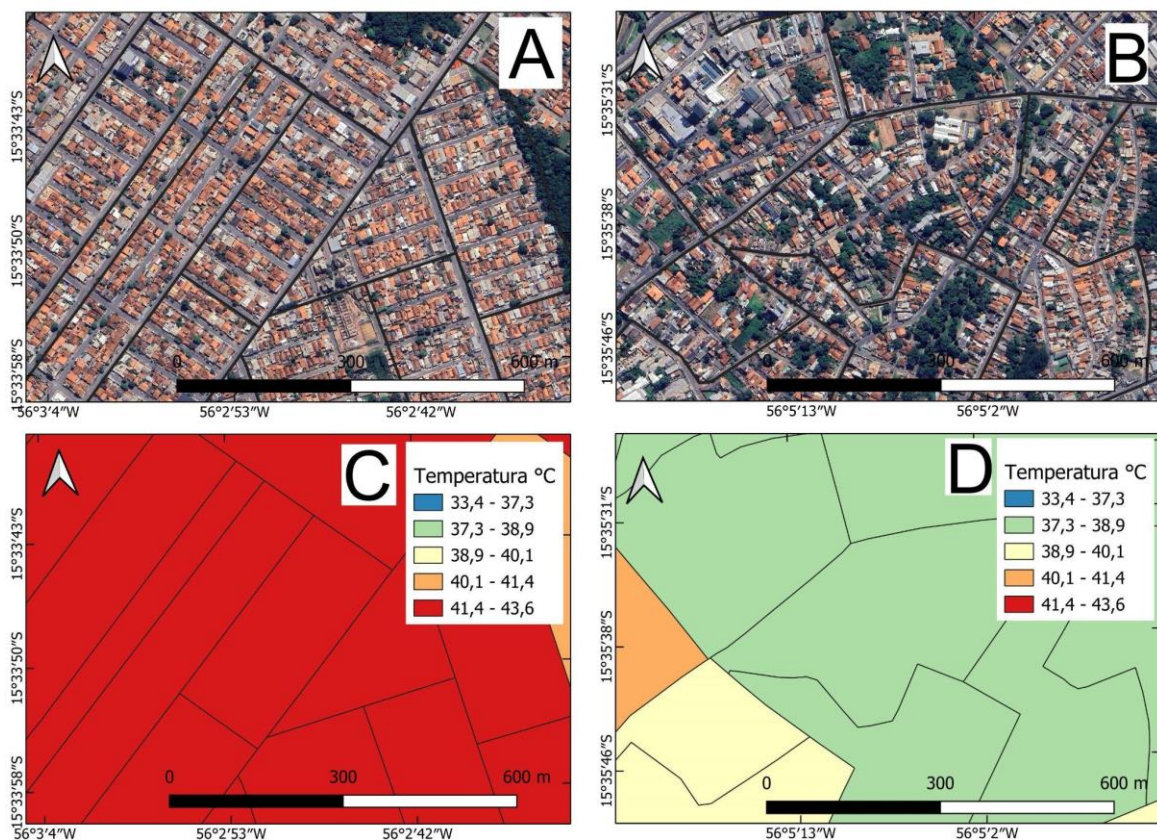
Em relação ao mapa de NDVI, algumas regiões, como por exemplo na região central da cidade, os valores médios de NDVI são muito baixos, devido à grande concentração urbana, situação que também se verifica na região dos bairros CPA e Morada da Serra (região norte da cidade), também pela intensa urbanização e pouca cobertura vegetal, o que pode ocasionar valores extremos de temperatura,

principalmente nos meses mais quentes do ano (agosto e setembro). Por outro lado, a região Sul da cidade possui os maiores valores de NDVI, o que é explicado pela baixa urbanização nestas áreas e grandes concentrações de cobertura vegetal, uma vez que essas regiões com maiores áreas não passaram pela transição para área urbana como a região mais central, mas sim pela transição para a agropecuária, além da característica de serem áreas industriais da cidade. A alta cobertura urbana na área central entre a região Leste e Oeste se explica por ser o

núcleo inicial, onde a cidade começou a se expandir e logo seguiu na direção nordeste, ao longo da Avenida Tenente Coronel Duarte, o que explica a concentração urbana na região Norte (Figueredo *et al.*, 2019).

Existe ainda uma diferença de cobertura urbana entre os bairros centrais (da Lixeira, Centro Norte e Bandeirante) e os bairros periféricos (CPA e Morada da Serra), onde as casas são construídas mais próximas umas das outras (Figura 6).

Figura 6 - (A) Imagem de alta resolução da região CPA e Morada da Serra. (B) Imagem de alta resolução da região do bairro Lixeira. (C) Temperatura de superfície da região CPA e Morada da Serra. (D) Temperatura da superfície da região do bairro Lixeira



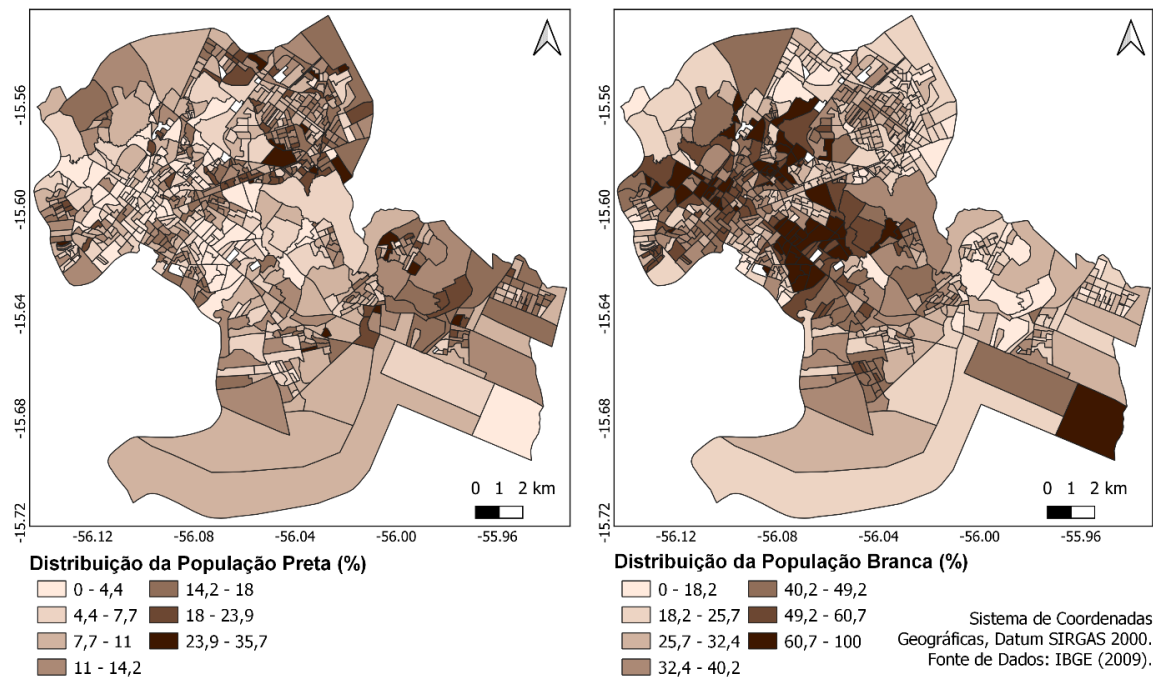
Fonte: IBGE (2010) e Google (2024). Elaborado pelos autores (2023).

Para comparação dos dados de temperatura de superfície e NDVI, a região do CPA e Morada da Serra (Letras A e C da Figura 6) possui valores de temperatura de 43,33°C e NDVI médio de 0,19, ou seja, altas temperaturas e baixa cobertura vegetal. Enquanto na região do Bairro da Lixeira (Letras B e D da Figura 6), que é conhecido por ser mais arborizado, a temperatura de superfície média foi de 38,39°C e NDVI médio de 0,29, ou seja, em torno de 5°C a menos que a região do CPA. Com relação aos aspectos econômicos, os bairros mais quentes, como o CPA, possuem uma renda média de R\$ 2.006,26 ou 4,31 salários-mínimos para a época,

já o bairro da lixeira a renda média é superior, com R\$ 2.718,80 ou 5,84 salários-mínimos para a época.

Para entendermos se existe relação entre a temperatura com a distribuição étnico-racial, foi realizada a representação dos dados da distribuição por setor censitário (ano de 2009) de raça da população preta e da população branca na área urbana de Cuiabá (Figura 7). Podemos perceber que a maioria da população preta está distribuída nas periferias da cidade, nas regiões norte e sul, enquanto a população branca está distribuída em sua maioria na área central da cidade.

Figura 7 - Mapa da distribuição da população preta e branca nos setores censitários (IBGE, 2009)



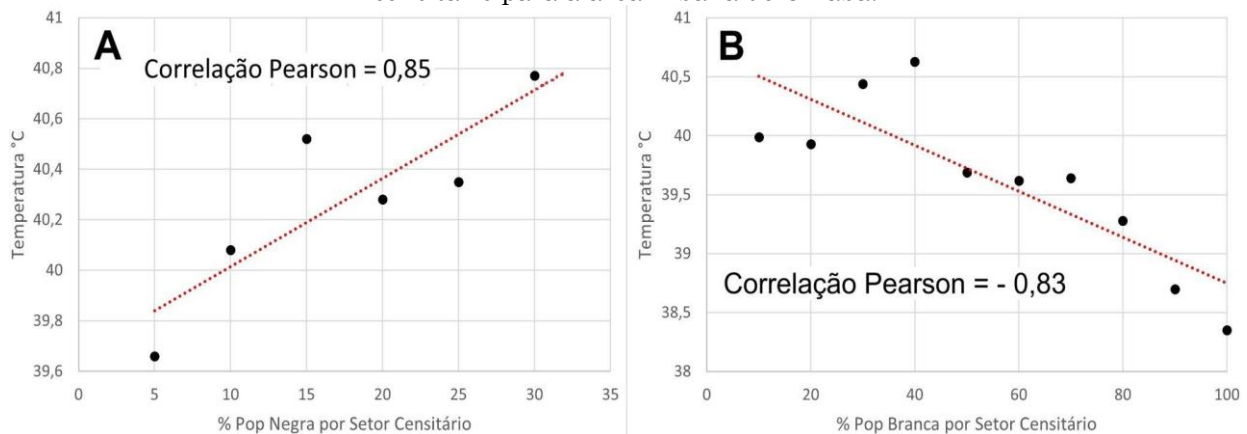
Fonte: Os autores (2023).

A partir do gráfico de dispersão entre temperatura e percentual de população preta e branca por setor censitário (Figura 8), gerado a partir da aplicação do coeficiente de correlação de Pearson, é possível perceber que a relação entre temperatura e percentual de população branca é inversamente proporcional (B). Para a população preta (A) os dados mostram um valor de correlação de 0,85, indicando forte relação entre a temperatura de superfície e a cor população, com o sinal positivo indicando que a relação entre as variáveis é direta, ou seja, aumentando o percentual de população preta dentro do setor censitário a temperatura também vai aumentando gradativamente. Já para a população branca, acontece o oposto, o

valor de correlação foi de -0,83, indicando forte relação, mas com o sinal negativo indicando que a relação entre as variáveis é inversa, aumentando a porcentagem de população branca dentro do setor censitário com a diminuição da temperatura.

Os resultados desta pesquisa corroboram com a ideia de que existe uma fragmentação entre classes sociais e raciais e a distribuição espacial da temperatura da superfície na cidade de Cuiabá. Portanto, quando analisamos dois grupos raciais dentro da mesma cidade, temos resultados diferentes com relação aos dados de temperatura de superfície a que estes grupos estão submetidos.

Figura 8 - Porcentagem de População Preta (A) e Branca (B) e a relação entre temperatura por setor censitário para a área urbana de Cuiabá.

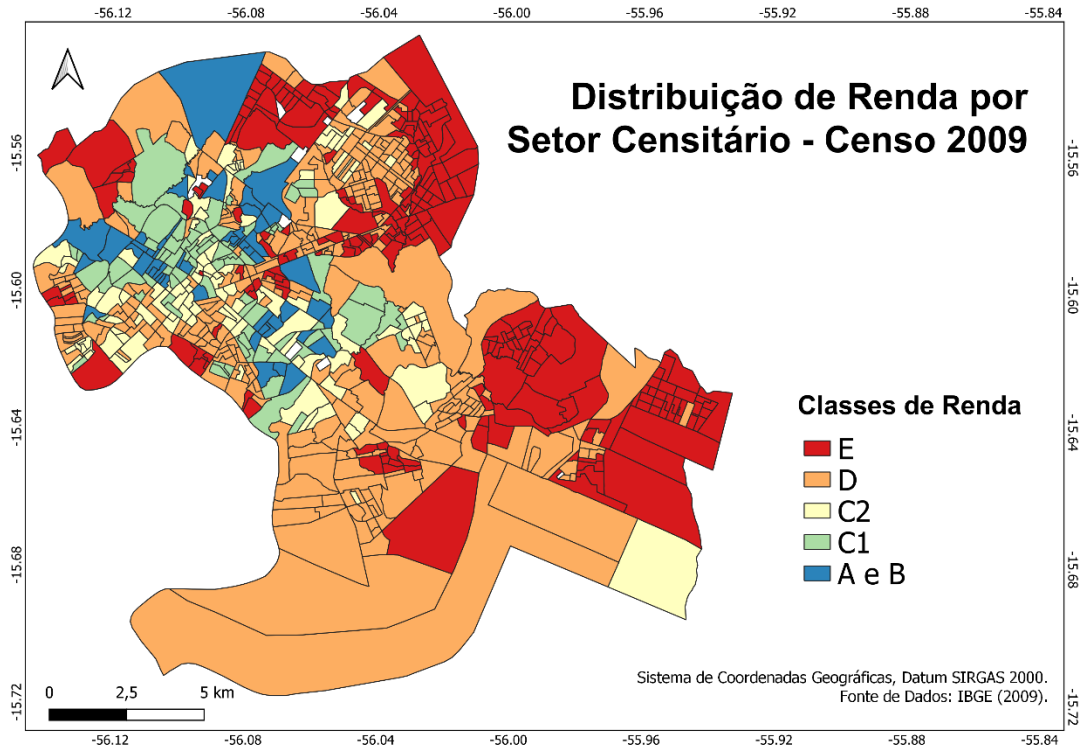


Fonte: Os autores (2023).

Para entendermos se existe relação entre a temperatura e a distribuição de renda, foram utilizados dados da distribuição por setor censitário (2009) de renda da população na área urbana de Cuiabá (Figura 9). Os resultados

obtidos mostraram que os domicílios de baixa renda estão localizados nas periferias da cidade, enquanto os domicílios de alta renda estão na porção central da área urbana.

Figura 9 - Mapa de distribuição de renda por setor censitário (IBGE, 2009)



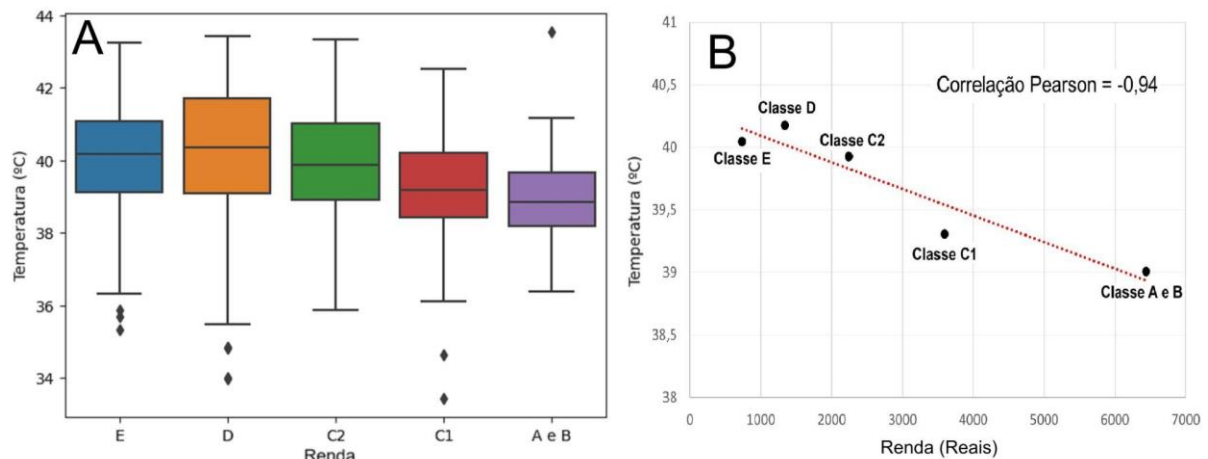
Fonte: Os autores (2023).

A segregação socioambiental nas cidades depende da realidade socioeconômica, política e cultural de cada país, no Brasil o principal tipo de segregação é a socioeconômica, onde as classes sociais se distribuem de maneira desigual no espaço urbano, surgindo a estrutura urbana dualizada entre classe baixa e classe alta, que controla a produção e consumo, como é o caso do mercado imobiliário. Assim, a organização da cidade reproduz a desigualdade em relação a distribuição do poder (Negri, 2008). Essa desigualdade socioeconômica, encontrada em diversas cidades brasileiras, afeta também a distribuição espacial da temperatura da superfície, como ocorre na cidade de Cuiabá que, com o cruzamento de informações como renda e temperatura já é possível observar uma desigualdade significativa entre as diferentes camadas sociais, onde a população de baixa

renda é a que mais sofre com as condições mais elevadas de temperatura.

Assim, podemos observar que quanto maior a renda, menor é a temperatura a que a população está sujeita, e quanto menor a renda maior é a temperatura da superfície nas áreas analisadas (Figura 10). Os bairros formados pelas classes E apresentaram uma das maiores médias de temperatura da superfície em comparação a classe A e B, além disso, está entre as áreas com menores valores de NDVI. Os dados mostram um valor de correlação muito alta, de -0,94 para o coeficiente de Pearson, indicando forte relação entre os dados de temperatura de superfície e renda da população, com o sinal negativo indicando que a relação entre as variáveis é inversa, ou seja, à medida que a temperatura aumenta, a renda familiar mensal tende a diminuir.

Figura 10 - Gráfico boxplot entre os dados de Temperatura de superfície e Renda (A). Gráfico de dispersão, mostrando a relação entre renda e temperatura por setor censitário para a área urbana de Cuiabá (B)



Fonte: Os autores (2023).

Em seu estudo, Velho e Fonseca (2015) relacionaram a distribuição da temperatura com os indicadores socioeconômicos para a cidade de Porto Alegre e encontraram uma correlação forte de -0,8 entre temperatura de superfície máxima e renda familiar, com o sinal negativo indicando que a relação entre as variáveis é inversa, aumentando a temperatura, diminui a renda familiar mensal. Outro estudo, realizado por Cardoso e Amorim (2015) sobre o clima urbano e a segregação socioespacial e socioambiental na cidade de Presidente Prudente - SP, analisou as condições dessa população em meio a efeitos climáticos, concluindo que a forma de loteamento tem grande papel nas condições térmicas, tendo em vista a retirada da vegetação, a proximidade entre as casas construídas se aglomerando, e a impermeabilização com concretos, causando assim condições insalubres, que afetam a saúde da população que ali reside.

Para estabelecer relações destas variáveis, inicialmente o resultado do teste Shapiro-Wilk apontou que os dados da variável temperatura não seguem uma distribuição normal (p -valor = $0,0000003 / 3,276e-07$) e sinaliza a necessidade de aplicar abordagens não paramétricas para análise estatística. Portanto, os testes não

paramétricos KW e GH foram utilizados para testar os grupos. O teste de KW indicou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de classes sociais/renda em relação à temperatura média em Cuiabá (p -valor = $1,584384e-09 / 0,000000001$), sugerindo que pelo menos um par de grupos é estatisticamente diferente em termos de temperatura média. Na testagem específica entre os grupos através do teste GH (tabela 3), os resultados indicam diferenças significativas nas medianas de temperatura entre os grupos A e B e os grupos C2, D e E. O grupo C1 também é estatisticamente significativo dos demais (C2, D e E), indicando que as classes de rendas mais altas (classes A e B) se concentram nas regiões com as menores temperaturas da cidade de Cuiabá, regiões com temperaturas mais amenas, possivelmente associadas a melhor infraestrutura urbana e acesso a áreas verdes. Com relação às classes mais baixas (E, D e C2), não há diferença significativa na temperatura, porém se concentram nas áreas mais quentes da cidade, em regiões de menor conforto térmico. Portanto, as análises estatísticas confirmam o padrão de segregação espacial na área urbana de Cuiabá.

Tabela 3 - Resultados do teste GH para os grupos independentes (classes de renda)

Teste	A	B	mediana (A)	Mediana (B)	diferença	p-valor	Hedges' g
1	A e B	C1	39.02	39.31	-0.29	0.76	-0.20
2	A e B	C2	39.02	39.93	-0.91	0.00	-0.62
3	A e B	D	39.02	40.19	-1.17	0.00	-0.64
4	A e B	E	39.02	40.06	-1.04	0.00	-0.72
5	C1	C2	39.31	39.93	-0.62	0.04	-0.41
6	C1	D	39.31	40.19	-0.88	0.00	-0.48
7	C1	E	39.31	40.06	-0.75	0.00	-0.50
8	C2	D	39.93	40.19	-0.26	0.63	-0.14
9	C2	E	39.93	40.06	-0.12	0.96	-0.08
10	D	E	40.19	40.06	0.13	0.89	0.08

Fonte: Os autores (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado de Mato Grosso está inserido inteiramente na zona tropical do planeta, dessa forma a população está sujeita ao clima quente que, somando-se ao modelo de produção dos espaços urbanos, que é um fator também responsável pelo agravamento das altas temperaturas, provoca o desconforto térmico da população, que é agravado ainda pela intensa expansão territorial urbana na cidade de Cuiabá.

Embora os valores de NDVI estejam mais estáveis comparados aos valores de temperatura superficial, conclui-se que a temperatura superficial em Cuiabá nos últimos 36 anos aumentou com a influência do crescimento da área urbana e perda de cobertura vegetal. Como sugestão para trabalhos futuros, seria interessante abordar também os impactos do aumento das temperaturas em escala global, resultantes das alterações climáticas.

Assim, ressalta-se que existe uma forte relação entre a temperatura da superfície com a vegetação na cidade, ou seja, as áreas com altas temperaturas da superfície estão localizadas nas zonas onde não há muita vegetação e o solo é mais impermeável. Uma observação importante deve ser feita em relação ao centro de Cuiabá (núcleo central), que está entre a região Leste e Oeste, e mesmo sendo uma área onde menos se concentra valores de NDVI por ter o solo mais

impermeável e com maior percentual de urbanização, a temperatura dessa região não mostrou ser tão alta em relação às outras regiões, lembrando que a população residente é em sua maioria brancos da classe A, B, C1 e C2, a população com maior renda na cidade.

As áreas urbanas identificadas com temperaturas mais elevadas são as áreas descritas como periféricas e com maior densidade, caso das seguintes regiões: na região Norte, no Bairro Morada da Serra; na região Leste, nos bairros Alvorada e do Porto; na região Oeste, nos bairros Planalto, Carumbé e Pedregal; e na região Sul, nos bairros Pedra 90, Jardim Industriário, Tijucal, Nova Esperança, Osmar Cabral e São João del Rei. Em relação ao NDVI, as áreas com menor cobertura vegetal estão localizadas na região Norte, especificamente no bairro Morada da Serra (periferia), e no núcleo central da cidade, entre a região Leste e Oeste, incluindo também todos os bairros acima citados com maiores temperaturas.

O tipo de construção e divisão do terreno é diferente no núcleo central e na área periférica da cidade, interferindo assim na temperatura. Desse modo, a alta temperatura da superfície na periferia da cidade é uma consequência dos processos de desigualdade e segregação socioambiental, onde a maioria da população é preta e de baixa renda, diferente dos bairros de classe e poder aquisitivo maior, e que em sua maioria são brancos.

REFERÊNCIAS

- BENZ, S. A.; BURNEY, J. A. Widespread Race and Class Disparities in Surface Urban Heat Extremes Across the United States. **Earth's Future**, v. 9, n. 7, p. e2021EF002016, 2021. <https://doi.org/10.1029/2021EF002016>
- CARDOSO, R. DOS S.; AMORIM, M. C. DE C. T. Análise Do Clima Urbano a Partir Da Segregação Socioespacial E Socioambiental Em Presidente Prudente - Sp, Brasil. **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais**, v. 6, n. 3, p. 122–136, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552856412012>. Acesso em: 23 out. 2023.
- CARVALHO, I. M. M. Segregação, vulnerabilidade e desigualdades sociais e urbanas. **Civitas: Revista de Ciências Sociais**, v. 20, n. 2, p. 270–286, 2020. <https://doi.org/10.15448/1984-7289.2020.2.28393>
- COSTA, F. N. DA. **Que país é este? Dimensões da Desigualdade Social**. Blog Cidadania & Cultura, 7. nov. 2019. Disponível em: <https://fernandonogueiracosta.wordpress.com/2019/11/07/que-pais-e-este-dimensoes-da-desigualdade-social/>. Acesso em: 19 out. 2023.
- COSTA, R. L.; SILVA, F. D. DOS S.; BAPTISTA, G. M. DE M. **Estudo da evolução de áreas urbanas e aumento da temperatura no Distrito Federal usando imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8**. p.3882–3888, 2015. In XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2015, João Pessoa-PB, Brasil. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2015/06.15.15.33.06/doc/thisInformationItemHomePage.html>. Acesso em: 31 jan. 2024.
- CUNHA, L. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, p. 15–31, 2013. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. <https://doi.org/10.7213/urbe.7783>
- CUTTER, S., L.; FINCH, C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. **PNAS**, v. 105, p. 6, 19. 2008. <https://doi.org/10.1073/pnas.0710375105>
- DIAS, A. J. M. G.; ADAMI, M.; PEREZ, L. P.; PANCHER, A. M. **Segregação socioespacial e vulnerabilidade climáticas: o caso da cidade de São Paulo - SP**. p.e155690, 2023. In XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2023, Florianópolis-SC, Brasil. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2023/04.25.18.52/doc/thisInformationItemHomePage.html>. Acesso em: 19 out. 2023.
- FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e seus Municípios**. Cuiabá: Editora Buriti. Secretaria de Estado da Educação, 2001.
- FIGUEREDO, R. R. D.; SUBTIL, L. P.; TASCA, B. F.; NEVES, R. de A.; CAMPOS, P. A. dos S.; XAVIER, F. V.; SIQUEIRA, A. J. B. Expansão Urbana e Degradação de Nascentes: Identificando Padrões Espaço-Temporais de um Processo Crônico em Cuiabá, MT. **Nativa**, v. 7, n. 4, p. 396–406, 2019. <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i4.7051>
- FREITAS, M. I. C.; CUNHA, L. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, p. 15–31, 2013. <https://doi.org/10.7213/urbe.7783>
- GOOGLE. Google Earth Engine. 2024. Disponível em: <https://code.earthengine.google.com/1dc78de7d48ec0b6b7d83c0874231a51>. Acesso em 23 out. 2023.
- GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. A Vegetação nos Centros Urbanos: Considerações sobre os Espaços Verdes em Cidades Médias Brasileiras. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 1, n. 1, p. 19–29, 2003. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/270>. Acesso em: 23 out. 2023.
- GOMES-RIBEIRO, M.; QUEIROZ-RIBEIRO, L.-C. DE. Segregação socioespacial e desigualdades de renda da classe popular na metrópole do Rio de Janeiro, Brasil. **EURE (Santiago)**, v. 47, n. 142, p. 27–48, 2021. <https://doi.org/10.7764/EURE.47.142.02>
- GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**. v. 202, n. 1, p. 18–27, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- GUHA, S.; GOVIL, H.; DEY, A.; GILL, N. Analytical study of land surface temperature with NDVI and NDBI using Landsat 8 OLI and TIRS data in Florence and Naples city, Italy. **European Journal of Remote Sensing**, v. 51, n. 1, p. 667–678, 2018. <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1474494>
- HUGHES, P. J. A. Segregação Socioespacial e Violência Na Cidade De São Paulo: referências para a formulação de políticas públicas. **São Paulo em Perspectiva**, v. 18, n. 4, p. 93-102,

2004. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392004000400011>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Brasileiro de 1985. Rio de Janeiro: IBGE, 1985.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Malha municipal digital. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Malha municipal digital. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Malha municipal digital. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Estação de Cuiabá - Climatologia Local.** 2023. Disponível em: http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/cuiaba_clima.html. Acesso em: 19 mai. 2023.
- MAITELLI, G. T. **Abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT.** 1994. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- MAPBIOMAS BRASIL. **Uso e Cobertura do solo, Áreas de Transição 1985 - 2021.** 2023. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 20 abr. 2023.
- MAPBIOMAS BRASIL – Coleção[versão7.0] da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. 1985. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 12 mar. de 2023.
- MAPBIOMAS BRASIL – Coleção[versão7.0] da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 12 mar. de 2023.
- NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Landsat Science. 2023. Disponível em: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>. Acesso em: 4 fev. 2023.
- NASCIMENTO JÚNIOR, L. O CLIMA URBANO COMO RISCO CLIMÁTICO. **Geouerj**, [S. l.], n. 34, p. e40956, 2019. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2019.40956>
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION - NOAA. National Centers for Environmental information Climate at a Glance: **Global Time Series**, 2024. Disponível em: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>. Acesso em: 31 jan. 2024.
- NEGRI, S. M. Segregação Sócio-Espacial: Alguns Conceitos e Análises. **Coletâneas do nosso Tempo**, Rondonópolis, v. VII, n. 8, p. 129-153, 2008. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/coletaneas/article/view/108>. Acesso em: 19 out. 2023.
- NETO, J. L. S. Por uma Geografia do Clima-antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. **Terra Livre**, [S. l.], v. 2, n. 17, p. 49–62, 2015. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/articula/view/339>. Acesso em: 3 abr. 2024.
- PASCOALINO, A.; JÚNIOR, E. M. A Vulnerabilidade na Cidade e as Escalas do Clima Urbano: o Potencial das Unidades Climáticas para o Planejamento. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 5, p. 2711–2726, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.5.p2711-2726>
- PENG, H.; LI, H. **Application study of urban heat island effect in the Northwestern City based on MODIS.** 2009 Joint Urban Remote Sensing Event. Anais... . p.1–5, 2009. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5137716>. Acesso em: 19 out. 2023.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CUIABÁ. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (IPDU). **Composição dos Bairros de Cuiabá.** Cuiabá, 2010. Disponível em: https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/composicao_bairros.pdf. Acesso em: 19 out. 2023.
- RAMPAZZO, C. R. **Clima Urbano, Risco Climático e Vulnerabilidade**

- Socioespacial Mediados pela Produção do Espaço Urbano em Cidades Paulistas (São Carlos, Marília e Presidente Prudente).** Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Presidente Prudente-SP. 2019. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_221603ce9c40d66cb12b027287d4ccf5. Acesso em: 31 jan. 2024.
- RHEE, J.; PARK, S.; LU, Z. Relationship between land cover patterns and surface temperature in urban areas. **GIScience & Remote Sensing**, v. 51, n. 5, p. 521–536, 2014. <https://doi.org/10.1080/15481603.2014.964455>
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.** NASA. Goddard Space Flight Center 3d ERTS-1 Symp., Vol. 1, Sect. Um, p 309-317. jan. 1974. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19740022614/downloads/19740022614.pdf>. Acesso em: 23 out. 2023.
- 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. <https://doi.org/10.5380/abclima.v8i0.25794>
- SILVA, M, I, C, F. **O Papel das Infraestruturas Verdes na Ilha de Calor e Poluição Atmosférica Urbana.** Tese (Mestrado em Engenharia), Escola de Engenharia da Universidade do Minho. Braga – Portugal, 2021. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminh4err66o.pt/handle/1822/86267>. Acesso em: 24 jun. 2024.
- TEOBALDO NETO, A. **A geografia do risco e da vulnerabilidade ao calor em espaços urbanos da zona tropical: o caso Cuiabá/MT.** Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - FCT/UNESP. Presidente Prudente-SP, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/181337>. Acesso em: 19 out. 2023.
- UGEDA JÚNIOR, J. C. Saúde, Ambiente e o Meio Urbano. In: DIAS, L. S; GUIMARÃES, R. B (org). **Desafios da saúde ambiental.** 1. Ed. Tupã/SP: Anap. 2015, p. 16–32. Disponível em: <https://www.terrabrasis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/2017/novembro/Nov.17.16.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2024.
- VELHO, L. F.; FONSECA, E. L. DA. **Distribuição de temperatura de superfície e sua relação com indicador socioeconômico - Porto Alegre/RS.** p.1376–1382, 2015. In XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2015, João Pessoa-PB, Brasil. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2015/06.15.14.42.48/doc/thisInformationItemHomePage.html>. Acesso em: 23 out. 2023.
- VILLAÇA, F. J. M. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel/Fapesp/Lincoln Institute, 2001. Acesso em: 31 jan. 2024.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Fernando Comerlato Scottá: pesquisa, validação de dados e experimentos, metodologia, análise de dados, redação do manuscrito original.

Vagner Paz Mengue: conceitualização, análise de dados, metodologia, redação do manuscrito original, redação – revisão e edição.

Lucyla Silva Soria: conceitualização, análise de dados, metodologia, redação do manuscrito original, redação – revisão e edição.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.