



# RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL À TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE EM ÁREAS URBANAS DO AMBIENTE TROPICAL CONTINENTAL: O CASO DE PRESIDENTE PRUDENTE (SP) E TRÊS LAGOAS (MS).

Danielle Cardozo Frasca Teixeira <sup>1</sup>  
Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba <sup>2</sup>

## RESUMO

Pelas lentes da Geografia do Clima (SANT'ANNA NETO, 2001), que concebe o clima como uma construção social e do empirismo do sistema clima urbano (MONTEIRO, 1976), no presente trabalho o objetivo foi analisar a distribuição das temperaturas superficiais e das ilhas de calor de superfície ( $ICU_{superf}$ ) noturnas e diurnas, combinando-se informações da renda populacional como indicadora de vulnerabilidade socioambiental (MENDONÇA, 2010; 2016), às situações de risco ao desconforto térmico, no intuito de constatar se os setores com menor seguimento de rendimento correspondem com as áreas mais aquecidas. Definiu-se como áreas de interesse as cidades de Presidente Prudente (SP), cidade de médio porte populacional localizada no Oeste do Estado de São Paulo e Três Lagoas (MS), situada no Leste do Estado do Mato Grosso do Sul, ambas inseridas no ambiente tropical continental. As ilhas de calor foram identificadas no nível da superfície, referindo-se à temperatura dos alvos em imagens de captura diurna e noturna da banda 10 (intervalo espectral de 10.6 - 11.19  $\mu\text{m}$ ) do Satélite Landsat 8. Os resultados indicaram que as  $ICU_{superf}$  tendem a ser mais intensas no período noturno. No que se refere à comparação entre renda e distribuição dos padrões de temperatura, constatou-se que tanto a população com baixo seguimento de rendimento, como a de alto seguimento depararam-se com grandes intensidades térmicas da  $ICU_{superf}$  manifestadas, notadamente, na imagem noturna. Evidentemente, a relação que estabelecem com os efeitos do clima não são as mesmas já que a população de maior renda possui melhores condições de adaptação climática por meio de climatização dos ambientes internos, indicando que a vulnerabilidade socioambiental se impõe para a população mais empobrecida.

**Palavras-chave:** Risco. Temperatura da superfície. Vulnerabilidade socioambiental.

## ABSTRACT

Through the lens of Climate Geography (SANT'ANNA NETO, 2001), which conceives climate as a social construction and the empiricism of the urban climate system (MONTEIRO, 1976), this study analyzes distribution of night and day surface temperatures and surface heat islands

---

<sup>1</sup>Bolsista de Pós-Doutorado Júnior, FCT UNESP, CNPq; professora substituta UFMS CPTL, danielle.frasca@unesp.br

<sup>2</sup>Docente do PPGeo, UFMS/CPTL, gislene.ortiz@ufms.br



( $UHI_{superf}$ ), combining information on population income as an indicator of socio-environmental vulnerability (MENDONÇA, 2010; 2016) to situations of risk to thermal discomfort, in order to determine whether the sectors with less follow-up of yield correspond to the hottest areas. Areas of interest were defined as the cities of Presidente Prudente (SP), a medium-sized city located in the west of the state of São Paulo, and Três Lagoas (MS), located in the east of the state of Mato Grosso do Sul, both inserted in the continental tropical environment. The heat islands were identified at the surface level, referring to the temperature of the targets in captures of band 10 diurnal and nocturnal images (spectral range 10.6 - 11.19  $\mu\text{m}$ ) from the Landsat 8 Satellite. The results indicated that  $UHI_{superf}$  tend to be more intense at night. With regard to the comparison between income and the distribution of temperature patterns, we found that both the population with low-income follow-up and those with high follow-up face strong  $UHI_{superf}$  thermal intensities, notably manifested in the night image. Evidently, the relationship they establish with the effects of climate is not the same, as the higher-income population has better conditions for climate adaptation through climate control in indoor environments, indicating that socio-environmental vulnerability imposes itself on the most impoverished population.

**Palabras clave:** Risk. Surface temperature. Social and environmental vulnerability.

## INTRODUÇÃO

O modo de vida urbano se firmou como a opção de fixação do homem, impondo à paisagem grandes alterações na escala local (CONTI; FURLAN, 2019). Embora a história associe fortemente essa tendência à vocação industrial das cidades, é oportuno desvendar que o processo de urbanização nem sempre está associado à industrialização, haja vista que cidade menores também apresentaram ritmos de crescimento tão intensificado quanto o de cidades de tradição industrial conforme foi se definindo os diversos papéis urbanos (SPÓSITO, 1983; SPÓSITO, 1999).

A exemplo do Brasil, o processo de urbanização foi iniciado no século XVIII, sendo até esse período, um país exclusivamente agrário (SANTOS, 1993). A partir do século XX, a industrialização brasileira complexificou-se tanto pela formação do seu mercado consumidor, como também pela necessidade de integração do território nacional, processo que proporcionou uma intensa e rápida urbanização que, seguindo a lógica de reprodução capitalista, condicionou a vida cidadina pelo acesso diferenciado às condições socioeconômicas (ORTIZ PORANGABA, *et al.*, 2020). Esse quadro de interferências colocou em tela problemas socioambientais que comprometem grandemente a qualidade de vida urbana (MENDONÇA, 2015) e dentre eles, estão as alterações climáticas na escala local (OKE *et al.*, 2017).

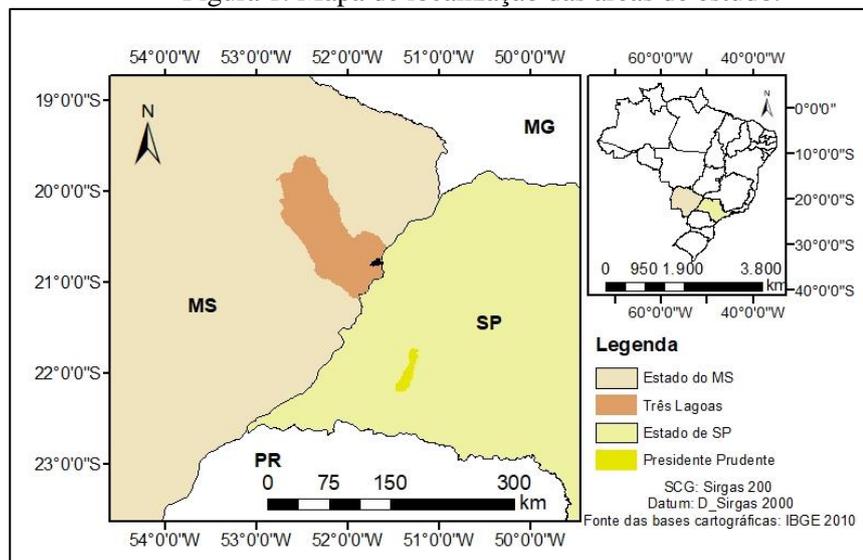


Assumindo que a produção do espaço urbano segue a lógica de reprodução capitalista, pode-se dizer que:

“[...] então os diversos grupos sociais não experimentam nem se relacionam com o *tempo* e o *clima urbano* da mesma forma. Espaços desiguais potencializam os efeitos do clima, que se manifestam, também, de forma desigual. Nesta perspectiva, tem-se que admitir que o clima urbano possa ser interpretado como uma construção social (SANT’ANNA NETO, 2011, p. 47, grifo nosso).

À luz da Geografia do Clima (SANT’ANNA NETO, 2001), que concebe o clima como uma construção social, e do empirismo do sistema urbano (MONTEIRO, 1976), no presente trabalho o objetivo foi analisar a distribuição das temperaturas superficiais noturnas e diurnas, combinando-se informações da renda populacional como indicadora de vulnerabilidade socioambiental às situações de risco ao desconforto térmico (MENDONÇA, 2010), no intuito de constatar se os setores com menor seguimento de rendimento correspondem com as áreas mais aquecidas. Definiu-se como áreas de interesse as cidades de Presidente Prudente (SP), cidade de médio porte populacional localizada no Oeste do Estado de São Paulo e Três Lagoas (MS), situada no Leste do Estado do Mato Grosso do Sul, ambas inseridas no ambiente tropical continental do tipo Aw (DUBREUIL *et al.*, 2017). A introdução deverá conter resumo teórico sobre o tema, apresentação da pesquisa, justificativa, objetivos, síntese metodológica e resumo das discussões e resultados da pesquisa, além de apresentar uma síntese conclusiva acerca do trabalho desenvolvido.

Figura 1: Mapa de localização das áreas de estudo.



Elaboração: Das autoras (2021)



Tratam-se de cidades com funções distintas no circuito produtivo nacional. Assim como foi comum em muitas cidades da região Sudeste do Brasil (SCARLATO, 2019), Presidente Prudente teve seu processo de urbanização relacionado à expansão da estrada de Ferro Sorocabana que ocorreu na primeira metade do século XX. Destacando-se pela fertilidade das terras, o Oeste paulista foi integrado ao circuito produtivo pela implantação dos trilhos da Estrada de Ferro Sorocabana que, ampliando-se em direção ao Rio Paraná foi fundando os diversos núcleos urbanos concomitantemente ao cultivo de café, algodão, amendoim e engorda de bovinos que estruturaram e a promoveram fluidez à economia do Oeste paulista (ABREU, 1972; SANTOS, 2005). Atualmente, além de destacar-se na prática agropecuária, Presidente Prudente é uma capital regional (IBGE, 2021) servida de atividades dos setores secundário e terciário contando com uma população estimada em 230.371 habitantes no ano de 2020 (IBGE, 2021).

Três Lagoas se desenvolveu a partir da construção da estrada de ferro Noroeste do Brasil, no início do século XX. No entanto, somente ao final da década de 1990, experimentou um processo de urbanização expressivo, decorrente do incentivo de políticas públicas direcionadas para a monocultura de eucalipto, como alternativa para o avanço do sistema econômico (MILANI; ARANHA-SILVA, 2009; BRASIL; SANTOS *et al.*, 2020). Entre os anos de 1994 e 2006 o município teve o desenvolvimento de um complexo industrial voltado para o ramo alimentício, de combustível e principalmente de celulose (SANTOS *et al.*, 2020). Essa dinâmica alterou o sistema econômico de Três Lagoas, que era essencialmente focalizado na pecuária em tempos anteriores. Recentemente, Três Lagoas teve população estimada em 123.281 habitantes (IBGE, 2021), é considerada a capital nacional da celulose, devido ao seu complexo agroindustrial eucalipto-celulose. Na hierarquia urbana é centro sub-regional de Três Lagoas, sendo a terceira maior cidade do estado do Mato Grosso do Sul.

Mesmo que possuam diferentes vocações econômicas, a produção do espaço destas cidades expressa diferenças nas temperaturas de suas superfícies estritamente relacionadas com o uso diferenciado da terra urbana e com as condições socioeconômicas dos cidadãos.

## **METODOLOGIA**

No presente trabalho, as ilhas de calor foram identificadas no nível da superfície, referindo-se à temperatura dos alvos (OKE *et al.*, 2017) em imagens de captura diurna e noturna do Satélite Landsat 8. O quantitativo de precipitação nos dias antecedentes à tomada das imagens foi considerado na análise em virtude da relação estabelecida entre o teor de umidade dos solos e a diferenciação das temperaturas das superfícies urbanas e do rural circundante (AMORIM, 2020).



As imagens do canal termal diurnas e noturnas do satélite Landsat 8 foram extraídas gratuitamente do sítio eletrônico do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS)<sup>3</sup>. O canal termal (Banda 10), que possui a funcionalidade do sensor infravermelho termal (*Thermal infrared sensor -TIRS*), no intervalo espectral de 10,30 a 11, 30  $\mu\text{m}$ , apresenta imagens com resolução espacial de 100 metros disponibilizadas com correção espacial de 30 metros, tem sua aplicabilidade amplamente difundida em clima urbano. Com pontos e órbitas diurnos e noturnas não coincidentes, as imagens utilizadas no presente estudo estão dispostas nos quadros 1 e 2.

Quadro 1: Imagens do canal termal aplicadas no estudo, Presidente Prudente (SP).

<b>Imagem TIRS Presidente Prudente</b>	<b>Noturna</b>	<b>Diurna</b>
Cena	104/169	222/075
Data	24/04/2020	04/05/2020
Hora da tomada (hora local)	22h51	10h22

Fonte: Metadados das imagens, USGS (2020). Organização: Das autoras (2021).

Quadro 2: Imagens do canal termal aplicadas no estudo, Três Lagoas (MS).

<b>Imagem TIRS Três Lagoas</b>	<b>Noturna</b>	<b>Diurna</b>
Cena	104/170	223/74
Data	31/08/2020	30/08/2020
Hora da tomada (hora local)	22h51	10h28

Fonte: Metadados das imagens, USGS (2020). Organização: Das autoras (2021).

A obtenção da temperatura radiante da superfície resulta da aplicação de algoritmos e parâmetros fixos fornecidos pelo arquivo de metadado anexado à imagem de satélite cuja sequência de cálculos converte os níveis de cinza em temperatura estimada em graus Celsius. Certamente, uma das aplicações em clima urbano mais difundidas entre as geotecnologias, o monitoramento da temperatura dos alvos da superfície permite a identificação dos setores urbanos que favorecem o aquecimento da camada de ar adjacente à superfície, processo que conduz à configuração da ilha de calor atmosférica (AMORIM, 2016)

<sup>3</sup> Disponível em <<https://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em 18 set. 2021.



Inicialmente fez-se a correção atmosférica e conversão em radiância espectral da atmosfera (TOA) pela aplicação da equação 1:

$$L\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L - O_i \quad (1)$$

Onde,

$M_L$  representa o fator multiplicativo escalonado específico da banda 10, correspondente ao valor de 0.000342;

$Q_{cal}$  representa a imagem (Banda 10),

$A_L$  é o fator de redimensionamento aditivo da banda, equivalente a 0.1,

$O_i$  é a correção da banda 10 ( $O_i = 0.29$ ).

Feita a correção da banda 10, seguiu-se à conversão de radiância em temperatura de brilho da superfície pela aplicação das constantes fornecidas no arquivo de metadados disponibilizados na aquisição da imagem. Os valores foram aplicados à fórmula 2:

$$BT = \frac{K_2}{\ln \left[ \left( \frac{K_1}{L_\lambda} \right) + 1 \right]} - 273.15 \quad (2)$$

Onde,

$BT$  é a temperatura de brilho da superfície calculada em °C,

$K_1$  indica a constante de conversão 1 da banda termal obtida pelo arquivo de metadata, no valor de 1321.08,

$K_2$  indica a constante de calibração 2 fornecida pelo arquivo de metadata, no valor de 777.89,

$L_\lambda$  é a radiância espectral calculada anteriormente.

Para o tratamento qualitativo do conceito da ilha de calor de superfície urbana ( $ICU_{superf}$ ), considerou-se áreas do rural circundante no cálculo da intensidade e magnitude, conceitos que se referem à força do fenômeno (FERNÁNDEZ GARCÍA, 1996; OKE *et al.*, 2017), conforme a equação x.

$$\Delta T^\circ ICU_{superf} = T^\circ C_{urbana} - T^\circ C_{rural} \quad (3)$$

Onde:

$\Delta T^\circ C ICU_{superf}$  = intensidade da  $ICU_{superf}$

$T^\circ C urbana$  = temperatura registrada na área urbana

$T^\circ C rural$  = temperatura registrada na área rural

Conhecendo-se as temperaturas da superfície diurnas e noturnas, procedeu-se a análise da distribuição de renda conforme os setores censitários (IBGE, 2010). Para tanto, mapas de renda



para ambas as localidades foram gerados no intuito de comparar áreas mais e menos vulneráveis aos efeitos das  $ICU_{superf.}$

## REFERENCIAL TEÓRICO

A cidade é a maior expressão das alterações antrópicas na superfície terrestre, agregando atualmente mais da metade da população mundial<sup>4</sup>, expõe a desigualdade socioespacial pela diferenciação no uso e ocupação da terra, pela diferença no padrão construtivo e na disparidade da oferta de serviços e de infraestrutura urbana, provendo qualidade ambiental urbana e de vida também desigual (MENDONÇA, 2010; SANT'ANNA NETO, 2001).

Um dos fatores que pode comprometer a qualidade ambiental urbana e, conseqüentemente a qualidade de vida de parcela dos cidadãos, são as altas temperaturas do ar associadas e produzidas pelas  $ICU_{superf.}$ . O cidadão que não têm condições socioeconômicas de se proteger das elevadas temperaturas do ambiente tropical, potencializadas pela ICUs (superficial e atmosférica), são atingidos diretamente, estando em vulnerabilidade. Para que determinada população esteja em vulnerabilidade, ela não pode ter a capacidade socioeconômica, cultural e política de resistir e de se recuperar de um impacto de risco (MENDONÇA, 2010; MENDONÇA *et al.* 2016).

Apesar de estarem associados, risco e vulnerabilidade refletem situações geográficas distintas; toda uma área ou população pode estar exposta a um mesmo risco, mas a vulnerabilidade varia dependendo das condições sócio-econômicas-culturais-políticas de uma dada sociedade explicitada na capacidade de absorver ou resistir aos impactos de um risco, ou sua capacidade de resiliência, isto é, capacidade de voltar ao estado de equilíbrio anterior à materialização do risco (MENDONÇA, *et al.*, 2016, p. 340).

A vulnerabilidade revela as contradições em que a produção do espaço urbano se dá, impactando as camadas sociais com menores rendas. Nessa perspectiva, afirma-se que “as cidades, como espaços produzidos, ao mesmo tempo em que criam oportunidades civilizatórias, também se transformam em armadilha ambiental” (SANT'ANNA NETO, 2011, p. 46), gerando condições insalubres de vida para os agentes sociais vulneráveis.

Ao analisar a dinâmica do clima urbano é importante voltar os olhos do pesquisador para complexidade das relações sociais no cotidiano urbano e na produção das cidades, e analisar como as diferentes classes sociais vivenciam os efeitos do clima urbano, a partir de uma visão mais integradora, como propõe Sant'Anna Neto (2011, p.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>>. Acesso em: 08 out. 2021.



58), com a Geografia do Clima, que considera que “a repercussão dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre se dá num território em grande parte, transformado e produzido pela sociedade de maneira desigual e apropriado segundo os interesses dos agentes sociais”.

Nesse escopo, uma das formas de estudar o clima urbano, com enfoque na  $ICU_{superf}$ , se dá pela observação orbital, cuja informações obtidas podem via processamento digital de imagem (PDI) gerar mapas temáticos para análises e realização de demais procedimentos metodológicos de acordo com o objetivo do pesquisador.

No Brasil, a aplicação do sensoriamento remoto e do canal termal dos satélites para o monitoramento da ilha de calor superficial teve início com o trabalho pioneiro de Lombardo (1985), que aplicou a metodologia na metrópole paulistana valendo-se do satélite Landsat 5. A partir deste, vários trabalhos de clima urbano se sucederam aplicando dados primários de sensoriamento remoto para a investigação do calor produzido pelas superfícies urbanas que contribuem para a formação das ilhas de calor atmosféricas (OKE *et al.*, 2017; AMORIM, 2017).

A  $ICU_{superf}$  está fortemente vinculada ao uso da terra e interfere diretamente no conforto térmico ao passo que pode modular o calor adjacente das superfícies urbanas. Esta problemática é especialmente relevante em cidades localizadas no ambiente tropical que, naturalmente, expõe as pessoas ao calor demasiado, comprometendo a qualidade ambiente urbano e, conseqüentemente, a qualidade de vida dos habitantes das cidades.

Através do monitoramento da temperatura dos alvos, com base na estimação indireta das propriedades térmicas e da correção da emissividade dos materiais sólidos presentes na superfície (JENSEN, 2009), busca-se compreender a relação entre esses materiais e as trocas de energia que envolvem o balanço de radiação. Segundo Weng (2009), a temperatura da superfície é suficientemente relevante para modular a temperatura do ar da camada inferior da atmosfera urbana, o que contribui mormente para a formação das ilhas de calor atmosféricas (AMORIM, 2017).

Admitindo que o sítio urbano é composto tanto por heterogeneidades geoambientais, bem como de feições urbanas, expressas pelas distintas formas de apropriação do território conforme os interesses dos agentes sociais, é possível o cruzamento de variáveis cartográficas para contemplar representações que articulem aspectos físicos e os que denotem as características socioeconômicas como a renda da população (ORTIZ PORANGABA *et al.*, 2020). Dessa forma, pretende-se relacionar o



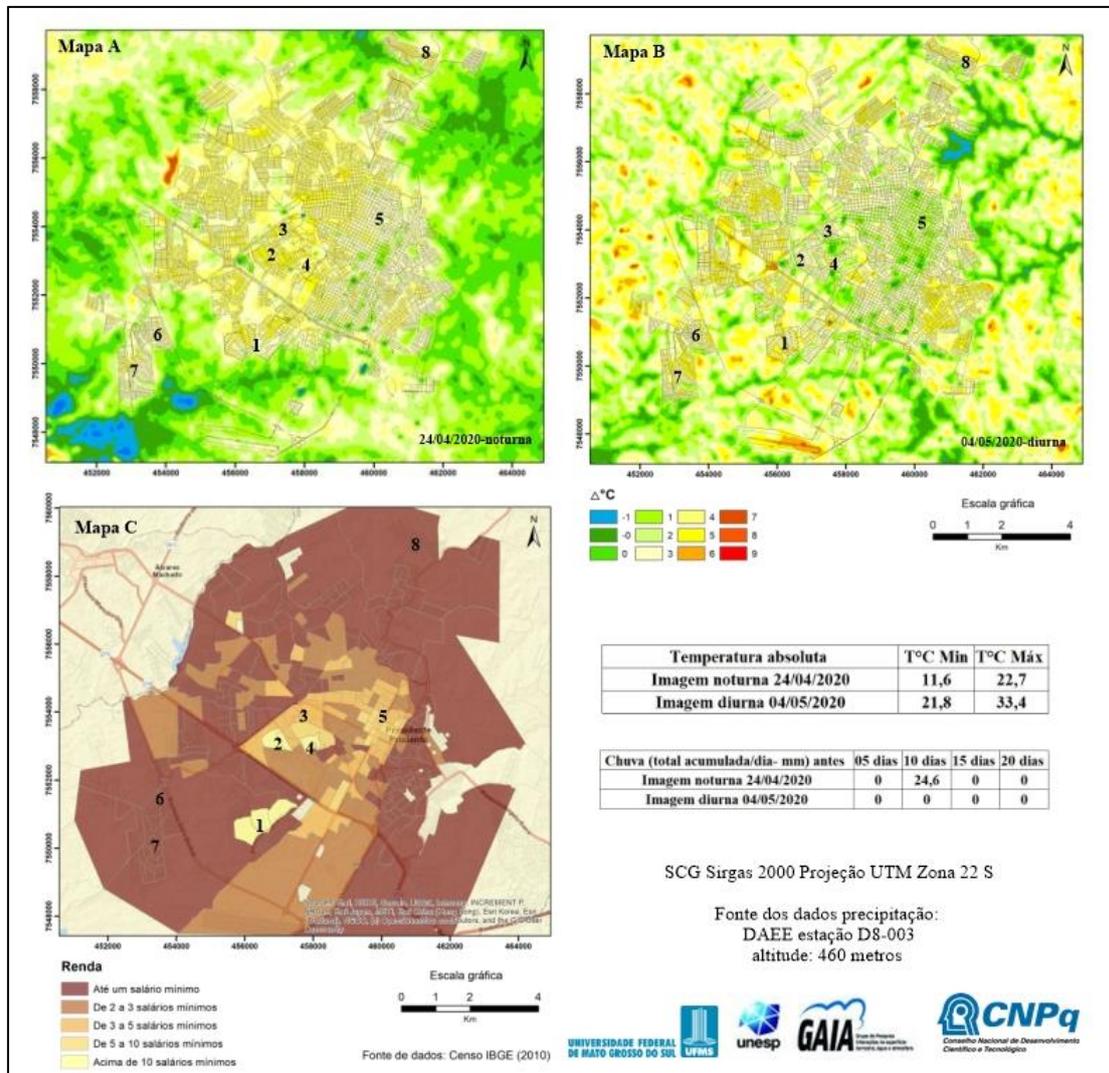
fator da renda como indicativo da vulnerabilidade conforme o censo do IBGE (2010) e a distribuição das  $ICU_{superf}$  em imagens termais diurnas e noturnas de Presidente Prudente (SP) e Três Lagoas (MS) como indicativo do risco térmico, assumindo a premissa do clima urbano como uma construção social.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação entre as imagens diurna e noturna permite assegurar que as superfícies urbanas confirmam os padrões de aquecimento definidos pela literatura internacional de acordo com o balanço de radiação, posto que demoram a se aquecer, mas permanecem aquecidas durante as noites (JENSEN, 2009; OKE *et al.*, 2017) (Figuras 2 e 3). Para a comparação correspondente entre os recortes territoriais, a escala de intensidade da temperatura do ar foi fixada em valores. A diferenciação entre superfícies urbanas e rurais é melhor demarcada no período noturno, o que pode ser produzido pelo efeito de sombreamento das construções urbanas e o favorecimento da distribuição da radiação solar nas áreas rurais que não sofrem interceptação das edificações (AMORIM, 2021).

A vegetação contribui efetivamente com o papel de redução das temperaturas em nível de superfície, colaborando fortemente para a diferenciação das intensidades térmicas, especialmente da vegetação que acompanha os fundos de vale. Associando-se o fator de renda, nota-se que a população, de fato, não relaciona-se de forma equitativa com os efeitos da  $ICU_{superf}$ . As maiores temperaturas superficiais foram constatadas na imagem tomada no período da manhã (Mapa B – figura 2).

Figura 2: Mapas de temperatura de superfície diurna e noturna e de renda de Presidente Prudente (SP).



Elaboração: das autoras (2021).

No período noturno, a população prudentina experimenta temperaturas superficiais com relativa homogeneidade distribuída na malha urbana (Mapa A – figura 2). Os núcleos identificados com os números 1, 2, 3 e 4 correspondem aos condomínios fechados horizontais, respectivamente Residencial Dahma, Central Park, Morumbi e João Paulo II, onde se estabelecem as classes de população mais abastadas (Mapa C – figura 2), cujas residências sofrem menor influência do calor das superfícies em virtude do acesso à climatização dos ambientes internos. Nota-se que tais áreas acrescentam 5°C na intensidade da temperatura da superfície em relação às áreas mais frias rurais do entorno de Presidente Prudente, sendo mais aquecidas do que os conjuntos habitacionais (Mapa A, pontos 6 e 7, figura 2). Os condomínios fechados possuem um forte apelo paisagístico



dos seus espaços coletivos, com a manutenção de extensas áreas de superfícies impermeáveis, lagos artificiais e arborização. Ainda referindo-se aos setores censitários ocupados por população de renda superior, o ponto 5 (Mapa A, figura 2), correspondente à área central com predomínio de condomínios residenciais e comerciais verticais, é 3° C mais aquecido do que as ilhas de frescor estabelecidas no entorno rural, onde se espera haver maiores possibilidades de climatização interna, mas que evidencia menor intensidade térmica noturna do que os condomínios horizontais.

Já as áreas periféricas, ocupadas por conjuntos habitacionais populares, como aqueles identificados a Sudoeste e Nordeste da malha urbana (Mapa A, números 6,7 e 8, figura 2), respectivamente o Conjunto Habitacional Mario Amato, Ana Jacinta e João Domingos Netto, cujas superfícies demonstram intensidades térmicas tão elevadas quanto às anteriormente identificadas nos condomínios fechados, são ocupados predominantemente pela população com menor renda e com menores possibilidades de arrefecer os ambientes internos, caracterizando-se pela vulnerabilidade socioambiental devido à falta de capacidade de proteger as temperaturas superficiais mais elevadas.

Quanto à distribuição das intensidades das  $ICU_{superf}$  diurnas, apesar de registrarem as mesmas intensidades, as temperaturas superficiais absolutas são mais elevadas. O Conjunto Habitacional Ana Jacinta (ponto 7 – figura B) assume maior intensidade diurna do que aquela verificada no período noturno. Os pontos 2, 3 e 4 (Mapa B- figura 2) tem menor diferença térmica diurna em relação aos alvos rurais. O ponto 5 que caracteriza o bairro do Centro (Mapa B – figura 2), tem diferença térmica nula em relação ao entorno rural, resultado inferido pela relação estabelecida entre a verticalização e a inclinação dos raios solares no período da manhã.

Com relação ao bairro periférico João Domingos Netto (Mapa A e B, ponto 8, figura 2), as diferenças entre o padrão de distribuição das  $ICU_{superf}$  noturnas e diurnas é discreto. Diferenças térmicas de 5°C foram encontradas no entorno do bairro, áreas caracterizadas por solos expostos em possível expansão urbana.

A lógica de produção do espaço urbano de Três Lagoas, foi regida pela segmentação socioespacial e caracteriza-se por um “dualismo”, que:

[...] de um lado se concentram os setores caracterizados pelas áreas de elevado padrão urbanístico, bem equipadas, bem servidas, destinadas as camadas mais ricas da sociedade; de outro, áreas periféricas subequipadas, desassistidas, muitas vezes com ausência completa de infraestrutura, em que vive a população mais pobre (ORTIZ PORANGABA *et al.*,2020, p. 108),



A forte e recente industrialização de Três Lagoas, impulsionou o processo de urbanização e o aumento populacional, causando ainda mais alterações na paisagem urbana, especialmente, no que tange as questões sociais e ambientais.

A figura 3 (Mapas A e B) representa a temperatura superficial diurna e noturna (30/08/2020 e 31/08/2020, respectivamente) de Três Lagoas, como também o mapa de renda (Mapa C – figura 3) por setor censitário (Censo – IBGE, 2010), que permite relacionar os setores mais e menos aquecidos com a faixa de renda e deduzir se risco e/ou vulnerabilidade à temperatura de superfície.

No mapa A (figura 3), a intensidade  $ICU_{superf.}$  diurna variou de  $-4$  a  $13^{\circ}C$ , observa-se no ponto 1, representativo do Centro e do bairro Colinos que a intensidade da  $ICU_{superf.}$  ficou entre  $4$  e  $5^{\circ}C$ , bairros em que a faixa de renda (mapa C – figura 3) é elevada, sendo de  $5$  até acima de  $10$  salários mínimos, onde apesar da densidade construtiva ser elevada, as casas são de alto padrão, as ruas são largas, o que permite a circulação do ar, existe a presença de vegetação arbórea e rasteira, como também, a presença de um fragmento florestal denominado “Mata do Exército”, que auxilia nas arrefecimento local.

O ponto 2 do mapa A (figura 3) demonstra o setor mais aquecido ( $\Delta 13^{\circ}C$ ) da malha urbana, onde se localiza a vila Haro, nesta área a renda da população (mapa C – figura 3) não passa de um salário mínimo, tendo por característica casas de baixo padrão construtivo, ruas estreitas e muitas sem pavimentação, baixa densidade de cobertura arbórea e rasteira, o que corrobora para o aumento da intensidade da  $ICU_{superf.}$ . Nessa mesma condição se enquadra a Vila Carioca (ponto 3, mapa A – figura 3), com intensidade da  $ICU_{superf.}$  em  $10^{\circ}C$  e a renda da população na classe de até um salário mínimo (mapa C – figura 3).

No ponto 4 (mapa A – figura 3) verifica-se a mesma situação do ponto 1, onde a intensidade da  $ICU_{superf.}$  ficou próxima de  $5^{\circ}C$ , o Jardim dos Ypês é um bairro de alto padrão construtivo, casas com terrenos grandes, ruas largas e existe a presença de vegetação arbórea e rasteira que proporciona menor aquecimento superficial, sendo que o seguimento de rendimento da população é classificada como acima de  $10$  salários mínimos (mapa C – figura 3), o que proporciona a capacidade de se proteger das altas temperaturas.

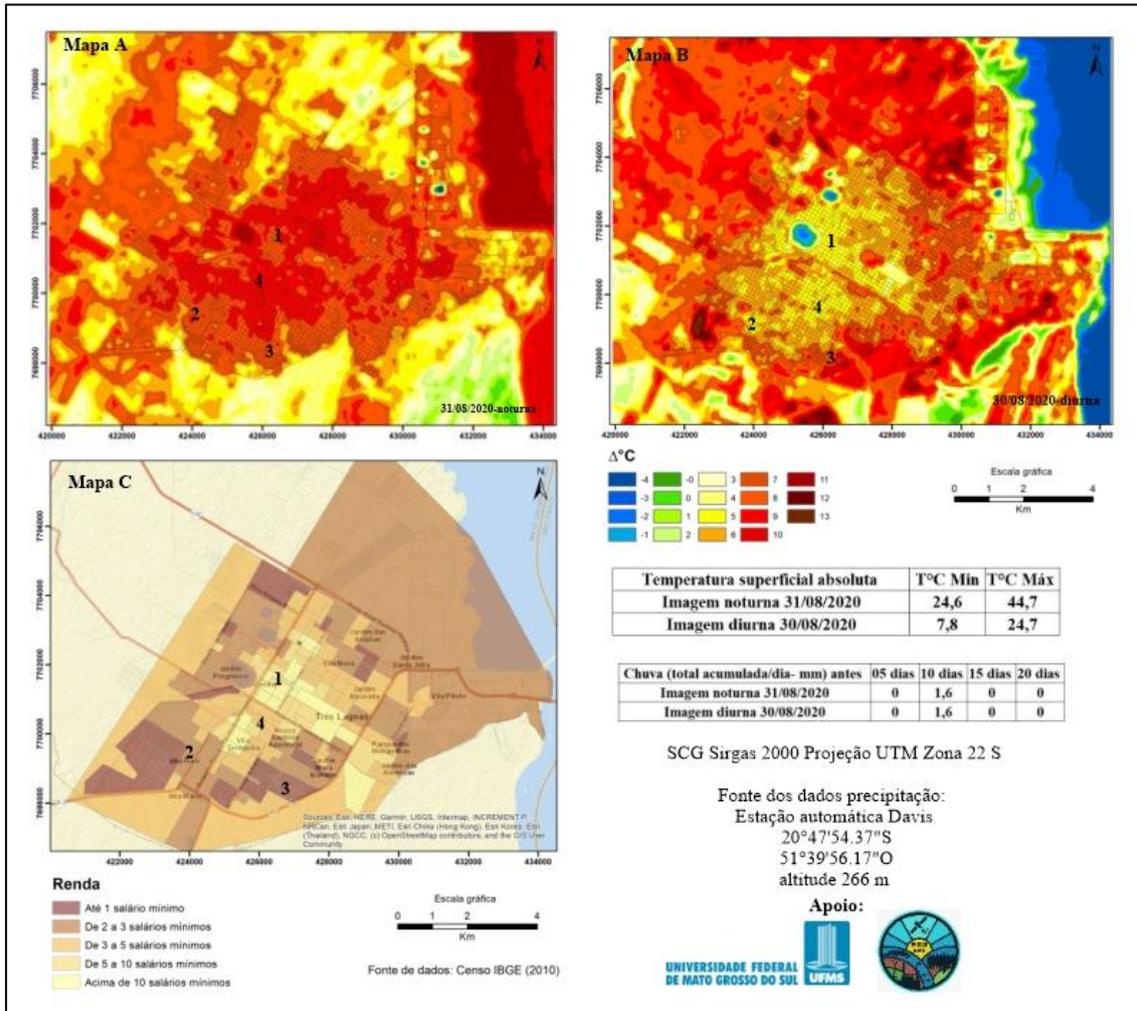


O mapa B da figura 3 é representativo da temperatura superficial de Três Lagoas noturna (31/08/2021), e demonstra de forma evidente a  $ICU_{superf.}$  clássica noturna, que ao longo do dia acumulou calor através da absorção da radiação solar via ondas curtas e liberou lentamente por onda longas, devido à alteração da superfície natural pela urbanização (JENSEN, 2009).

A intensidade da  $ICU_{superf.}$  variou de  $-5$  a  $11^{\circ}C$ , sendo que no ponto 1 e 4 do mapa B (figura 3) a intensidade foi de  $8^{\circ}C$ , conforme já dito, nessas áreas habitam as classes mais ricas da cidade, que apesar de poderem se proteger e resistir as altas temperaturas superficiais são privilegiadas pela infraestrutura urbanística, embora estejam em risco à temperatura superficial não se encontram em vulnerabilidade socioambiental.

Os bairros localizados nos pontos 2 e 3 do mapa B (figura 3), também tiveram a intensidade da  $ICU_{superf.}$  em aproximadamente  $8^{\circ}C$ , sendo que em algumas quadras da vila Haro visualiza-se intensidade de até  $10^{\circ}C$ . Entretanto, nesses setores da cidade as classes sociais não têm condições socioeconômicas de climatizar suas residências e se expõem as condições extremas das altas temperaturas, estando em risco à temperatura de superfície e em vulnerabilidade socioambiental.

Figura 3 – Mapas de temperatura de superfície diurna e noturna e de renda de Três Lagoas (MS)



Elaboração: Das autoras (2021)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que as  $ICU_{superf}$  tendem a ser mais intensas no período noturno, assim como se verificam nas ilhas de calor atmosféricas nas cidades de Presidente Prudente e Três Lagoas (AMORIM, 2020; ORTIZ PORANGABA *et al.*, 2020). No tocante à relação entre renda e distribuição dos padrões de temperatura, constatou-se que tanto a população com baixo seguimento de rendimento, como a com alto seguimento de rendimento deparam-se com grandes intensidades térmicas da  $ICU_{superf}$  manifestadas notadamente na imagem noturna. Evidentemente, a relação que estabelecem com os efeitos do clima não são as mesmas já que a população de maior renda possui melhores condições de adaptação climática por meio de climatização dos



ambientes internos (TEIXEIRA, 2019). A possibilidade de climatização das residências, dos locais de trabalho e de automóveis apenas por uma parcela da população, faz com que as desigualdades socioespaciais sejam ainda mais demarcadas. As pessoas que estão expostas às condições climáticas sem a possibilidade socioeconômica de se proteger se encontram vulneráveis, conforme corrobora os resultados deste estudo com outro realizado na cidade de Três Lagoas (ORTIZ PORANGABA *et al.*, 2020).

O risco apresentado por meio das altas temperaturas de superfície é imperativo a todos os citados, porém a vulnerabilidade socioambiental incorre somente a àqueles que não possuem recursos econômicos para a climatização dos ambientes. A cidade precisa ser planejada de forma que todos que a habitam possam vivenciá-la de forma mais equitativa, incluindo as condições climáticas nas discussões sobre o planejamento ambiental urbano e nas tomadas de decisões do poder público, uma vez que, o desconforto térmico é causador de problemas de saúde e até mesmo de óbitos (AMORIM, 2002; 2016). As medidas de mitigação dos efeitos das ilhas de calor devem estar nos planos diretores das cidades articulando-se com políticas públicas de auxílio para populações em vulnerabilidade.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, M.C.C.T., DUBREUIL V., QUENOL H., SANT'ANNA J.L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins** [Online], 7-2009. 16p.  
<<http://confins.revues.org/index6070.html>>.

AMORIM, M.C.C.T., **Análise da temperatura do ar e do alvos: uma contribuição aos estudos de clima urbano**. In: SANT'ANNA NETO, J.L., AMORIM, M.C.C.T, SILVA, C.A. *Clima e Gestão do Território*. Jundiaí, Paco Editorial: 2016.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geocologia: o clima, os solos, a biota. In: ROSS, J. L. S. (org). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da USP, 2019. p. 69-208

MENDONÇA, F, CUNHA, F. C. A., LUIZ, G. C. Problemática Socioambiental Urbana. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (ANPEGE)**. p.331-352, V.12, n.18, especial GT Anpege, 2016.

MENDONÇA, F. A. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos a contingência climática. **Mercator**, v 9, n.1, p.153-163, dez/2010.



MENDONÇA, F. A. O estudo do SCU - Sistema Clima Urbano - no Brasil: aplicações e avanços. In: MONTEIRO, C. A. de F. (org.). **A construção da climatologia geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015. p. 155-165

MILANI, Patrícia Helena & ARANHA SILVA, Edima. **Centralidade Urbana: um estudo do centro principal de Três Lagoas/MS**. Revista Geografia em Atos, n. 9, v.1. UNESP, Presidente Prudente, 2009.

JENSEN, John R. **Sensoriamento Remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. 2 ed. São José dos Campos: Parênteses, 2009.

ORTIZ PORANGABA, G. F.; FRASCA TEIXEIRA, D. C. ; AMORIM, M. C. C. T. ; SILVA, M. H. S. ; DUBREUIL, V. . *Modeling the urban heat island at a winter event in Três Lagoas, Brazil*. **Urban Climate**, v. 37, p. 1-13, 2021.

ORTIZ PORANGABA, G.F.; BACANI, V. M.; MILANI, P. H. **Risco e vulnerabilidade socioambiental urbana**: análise comparativa entre os dados socioeconômicos e a temperatura superficial em Três Lagoas (MS). *Brazilian Geographical Journal*, v. 11, n. 2, p. 100–112, 28 dez. 2020.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Por uma Geografia do Clima**: antecedentes histórico, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. In: Terra Livre, São Paulo, n.20– p.49-62. 2osemestre, 2001.

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. p. 45-60.

SANTOS, T. A., NEVES, J. C. MELO, A. **Notas para uma crítica geográfica das ideologias: a modernidade truncada e a vertigem do progresso no município de Três Lagoas/MS**. Revista Nera, v.23, nº 55. Presidente Prudente, 2020.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. A urbanização da sociedade: reflexões para um debate sobre as novas formas espaciais. In: DAMIANI, Amélia Luisa; CARLOS, Ana Fani Alessandri; SEABRA, Odete Carvalho de Lima. **O espaço no fim do século**: a nova raridade. São Paulo: Contexto, 1999.

SANT'ANNA NETO, J. L., AMORIM, M. C. C. T. Clima Urbano e Segregação Sócio-espacial em Cidades Tropicais de Porte Médio. In: XIV Encontro de Geógrafos da América Latina, 2013. **Anais...** Lima: UGI, 2013 p. 1-13.

USGS - United States Geological Survey. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/using-usgs-landsat-level-1-data-product>>. Acesso em: 10 fev. 2021.



## AGRADECIMENTOS

Ao **CNPQ** – Bolsa de PÓS-DOCTORADO JÚNIOR, PROCESSO n° 151597/2020-0.

À **CAPES/COFECUB** (Processo n° 88887.191764/2018-00).

À **FCT/UNESP**, Campus Presidente Prudente, ao GRUPO DE PESQUISA interações na Superfície, Água e Atmosfera, Gaia.

À Rede de pesquisadores **Qualidade Ambiental Urbana - GAIA** FCT/UNESP.

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia (**PPGEO**) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, campus Três Lagoas, (UFMS/CPTL), pelo apoio institucional.