



UNIVERSIDADE
FEDERAL DE
SERGIPE

Thiago Duarte da Silva Muniz

**Zoneamento climático
e conforto térmico:
contribuições ao
planejamento urbano de
Barra dos Coqueiros/SE**

TESE DE DOUTORAMENTO

**Programa de Pós-Graduação
em Geografia**

São Cristóvão/SE, 2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA



THIAGO DUARTE DA SILVA MUNIZ

**ZONEAMENTO CLIMÁTICO E CONFORTO TÉRMICO:
CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO URBANO
DE BARRA DOS COQUEIROS/SE**

Tese de doutoramento submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), como requisito para a obtenção do título de **Doutor em Geografia**.

Área de Concentração:
Produção e Organização do Espaço

Linha de Pesquisa:
Análise Geoambiental e Ordenamento do Território

Orientadora: **Prof.^a Dr.^a Rosemeri Melo e Souza**
Coorientador: **Prof. Dr. Francisco J. Castelhana**

Cidade Universitária Professor José Aloísio de Campos
São Cristóvão/SE, 2025.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



**Ata da Sessão de Defesa da Tese de Doutorado
em Geografia de Thiago Duarte da Silva Muniz.**

Ao primeiro dia do mês de dezembro de dois mil e vinte e cinco, com início às nove horas, realizou-se no auditório do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PP GEO, localizado na Didática II, 1º andar, na Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, em São Cristóvão/SE, a sessão pública da defesa de Tese de Doutorado em Geografia de **Thiago Duarte da Silva Muniz**, intitulada: "Zoneamento Climático e Conforto Térmico: Contribuições ao Planejamento Urbano de Barra dos Coqueiros/SE". A Banca Examinadora foi presidida pela Professora Doutora Rosemeri Melo e Souza, que abriu a sessão pública e passou a palavra para o doutorando proceder à apresentação de sua Tese. Logo após a apresentação, cada membro da Banca Examinadora composta pelos Professores Doutores Francisco de Assis Mendonça, Jailton de Jesus Santos, Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto e Marcia Eliane Silva Carvalho arguiram o candidato, que teve igual período para sua defesa. Na sequência, a Professora Doutora Rosemeri Melo e Souza, na condição de orientadora teceu comentários sobre a Tese apresentada e destacou a trajetória para a sua construção. Por fim, a banca examinadora reuniu-se para avaliação e decidiu **APROVAR** o candidato. Foram atendidas as exigências da Resolução nº 25/2014/CONEPE, que regula a apresentação e defesa de Tese de Doutorado.

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, 01 de dezembro de 2025.

 Documento assinado digitalmente
ROSEMERI MELO E SOUZA
 Data: 01/12/2025 15:20:26-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

 Documento assinado digitalmente
FRANCISCO DE ASSIS MENDONÇA
 Data: 01/12/2025 16:17:31-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador externo
JAILTON DE JESUS Assinado eletronicamente por
COSTA 0130934259 JAILTON DE JESUS
8 DATA 01/12/2025
09:52:47
0300

Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa

 Documento assinado digitalmente
JOSEFA ELIANE SANTANA DE SIQUEIRA PINTO
 Data: 01/12/2025 17:01:34-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.ª Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto

 Documento assinado digitalmente
MARCIA ELIANE SILVA CARVALHO
 Data: 01/12/2025 16:40:45-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora interna
 Documento assinado digitalmente
THIAGO DUARTE DA SILVA MUNIZ
 Data: 01/12/2025 17:23:47-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

-Doutorando-

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

M966z Muniz, Thiago Duarte da Silva
Zoneamento climático e conforto térmico: contribuições ao planejamento urbano de Barra dos Coqueiros/SE / Thiago Duarte da Silva Muniz ; orientadora Rosemeri Melo e Souza. – São Cristóvão, SE, 2025.
307 f. : il.

Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, 2025.

1. Geografia. 2. Climatologia urbana – Barra dos Coqueiros (SE). 3. Zonas climáticas. 4. Ilhas de calor urbano. 5. Resiliência urbana. 6. Ecologia das paisagens. 7. Plano diretor – Barra dos Coqueiros (SE). I. Souza, Rosemeri Melo e, orient. II. Título.

CDU 911.3:551.581.2(813.7)

DEDICATÓRIA

*Dedico o resultado desta pesquisa ao Salvador Jesus Cristo,
bem como à toda minha família, pois contribuíram com ensinamentos valiosos
para que me tornasse um homem de boa índole.
Também aos amigos e parceiros de jornada acadêmica.
E sobremaneira a todos os professores pelo empenho em
conduzir os alunos a realizarem os projetos de uma vida inteira de esforços.*

AGRADECIMENTOS

A gratidão é a chave para o sucesso! Certa vez, proferi essa frase na instituição de ensino onde trabalho, e o contexto em que foi utilizada remonta à ideia de que ninguém atinge o êxito apenas com o próprio esforço. A fim de se alcançar o sucesso é muito importante ter, por perto, uma rede de apoio (familiares, amigos, colegas de faculdade e de trabalho, além de professores orientadores) para fornecer suporte e encorajamento com o intuito de tornar possível prosseguir as jornadas que a vida impõe, com um pouco menos de turbulências.

Comigo não foi diferente. Para conseguir trilhar a jornada acadêmica, além da gana e do empenho que sempre existiram no íntimo, foi essencial o auxílio de familiares (meus tios Geovânio, Gilza e Edna) que quiseram investir tempo, conselhos e renda financeira à minha carreira, mesmo quando despontava os primeiros passos na graduação. A essas pessoas eu só tenho a agradecer imensamente!

Mesmo provindo de uma família com recursos limitados, meus pais (Giselia e Luiz Carlos) apontaram a educação como o mecanismo mais eficaz para ascender de classe social e para desfrutar de qualidade de vida. Ainda bem que ouvi o conselho deles. Graças ao Pai Celeste e à profissão que escolhi exercer minha vida mudou para melhor. Com toda a certeza, eu posso afirmar: A educação transforma vidas!

E tratando de educação, tanto na graduação quanto na pós-graduação, os professores exerceram forte influência, me inspirando a alcançar os meus sonhos por meio de suas trajetórias de vida e profissional. Por isso, tenho muito a agradecer-los. De maneira especial, estendo o meu carinho, a minha admiração e o meu respeito a todos os professores, por intermédio dos quais pude adquirir bastantes aprendizados; em especial, aplaudo a minha atual orientadora (Dr.^a Rosemeri Melo e Souza) pelo acolhimento, pelo incentivo nas horas difíceis e pelas contribuições ao desenvolvimento da tese; também à minha orientadora no mestrado (Dr.^a Eliane Siqueira) pela gentileza e pela disposição em me ajudar na trajetória acadêmica; assim como ao meu coorientador no doutorado (Dr. Francisco Castelhana), aquele que segurou minha mão em todo esse percurso desde a época do mestrado. Vocês merecem toda a minha gratidão!

Não posso esquecer de mencionar os pesquisadores que contribuíram com orientações valiosas durante o exame de qualificação e o exame de defesa nesse processo de doutoramento. Dr.^a Anézia Fonsêca, você é uma profissional ilustre e acolhedora! Dr.^a Márcia Carvalho e Dr. Jailton Costa, muito grato a vocês por aceitarem o convite para participar desse momento especial na minha vida profissional! É uma honra tê-los como examinadores da banca de defesa de minha tese. Dr. Francisco Mendonça, você é exemplo

de estudioso a ser seguido. Suas obras são referências constantes em minhas pesquisas! Obrigado a todos vocês pelas enriquecedoras colaborações!

Também quero agradecer à Universidade Federal de Sergipe por todo o aprendizado adquirido ao longo da graduação e da pós-graduação. E isso só foi possível graças a toda estrutura, material, funcionários e tecnologia proporcionada aos estudantes.

É importante ressaltar o apoio dos amigos. Com a pandemia de covid-19 já controlada, precisei voltar ao trabalho presencial. Trabalhar, estudar e desenvolver atividades semanais extraclasse não são fáceis para ninguém. Porém nesse período pude contar com o apoio, com o esforço e com o carinho dos meus ex-estagiários. O que teria sido de mim sem a ajuda deles? Certamente, a minha rotina teria sido mais cansativa e desgastante. Sendo assim, quero agradecer, em especial, à Annanda Susana, ao Luiz Medeiros, ao Robert Coelho e ao Gustavo Onofre por me socorrerem em algumas etapas da construção deste trabalho de pesquisa. Além deles, tive, ainda, o apoio de Lucas Ribeiro e de Antônio Campos na orientação para elaboração dos mapas.

Estou satisfeito com o talento de Davi Silva pela obra de arte, pintada em tela, que se tornou a capa deste trabalho acadêmico. Você conseguiu traduzir tudo aquilo que eu almejava e havia idealizado apenas em minha imaginação: retratar as nuances do (des)conforto térmico em Barra dos Coqueiros. Gratidão!

Não poderia esquecer de agradecer aos moradores barracoqueirenses por responderem ao questionário, fornecendo opiniões e sugestões relevantes que enriqueceram esta pesquisa.

Quero ressaltar a contribuição da Secretaria de Educação de Sergipe por ter me concedido licença remunerada, por meio da qual foi possível o afastamento do trabalho ao longo de 2025, possibilitando condições de concluir a escrita desta tese. Muito obrigado!

Só me resta ser grato a todos os estudiosos, pesquisadores e cientistas que se tornaram profissionais antes de mim, mesmo enfrentando as barreiras da falta de reconhecimento, da descredibilidade e da desvalorização salarial. Ao dedicarem tempo para produzir conhecimento científico, eles foram peças fundamentais em minha jornada porque abriram horizontes válidos ao desenvolvimento desta pesquisa.

Não é porque deixei por último que é insignificante. Pelo contrário, essas últimas linhas que escrevo correspondem ao desfecho dos agradecimentos e eu as dedico ao Deus Jeová, o Criador do Universo e o Senhor da minha vida. Com suas mãos protetoras me sustentou e permanece cuidando de mim, miserável pecador. A Ti, Pai, eu rendo toda a honra, toda a glória e todo o louvor!

Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a beleza libertadora do intelecto para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual o seu futuro trabalho pertencer.

Albert Einstein



RESUMO

Em razão do nível de adensamento urbano fomentado pelo mercado imobiliário, a cidade costeira de Barra dos Coqueiros/SE vem apresentando, desde a década de 2000, intervenções nas paisagens naturais e antropizadas, sem ponderar um plano ambiental e urbanístico adequado. Desse modo, as interações processo-resposta ao uso inapropriado do tecido urbano e à mudança no balanço energético têm desencadeado variabilidades na dinâmica climática local, em especial quanto ao surgimento das ilhas urbanas de calor, efeito promovido pela elevação da temperatura intraurbana e cujos agravantes afetam a qualidade de conforto térmico nos ambientes externos da cidade. Para a elaboração da tese, o estudioso utilizou um arcabouço metodológico capaz de responder aos questionamentos da pesquisa. Esse arcabouço foi pautado numa abordagem mista (qualitativa e quantitativa) de base sistêmica, em que os procedimentos escolhidos apresentam consistência e fundamentação científica, a saber: revisão teórica, coleta de dados em órgãos oficiais competentes, levantamento cartográfico e sensoriamento remoto, trabalho de campo, modelagem de zonas climáticas, além da aplicação de questionário para verificar as percepções da população acerca da problemática em questão. Considerando os procedimentos e as técnicas empregadas nesse estudo, obtiveram-se os seguintes resultados: i) as paisagens barracoqueirenses foram classificadas em zonas climáticas locais, agrupadas em quatro classes construtivas (abrangendo 21% da área) e em seis classes de cobertura da terra (totalizando 79%); ii) com relação às áreas construtivas, destacam-se duas manchas urbanas: uma menor na região da Atalaia Nova (consolidada há mais tempo) e outra de grandes proporções nas imediações do centro comercial (de consolidação urbana recente); iii) a composição dos materiais construtivos (tijolos, pedras, concretos, fibrocimento) nas manchas urbanas corroboram a retenção de calor, produzindo ilhas de calor atmosférica, em geral, de moderada magnitude (2°C a 4°C), manifestadas tanto no inverno (estação chuvosa) quanto no verão (estação quente) e cuja ocorrência está relacionada, principalmente, às LCZ 3 e LCZ 6; iv) analisando a série histórica de dados (1950 a 2024), foram realizados cálculos de variáveis meteorológicas e de índices de conforto térmico, e constatou-se que a temperatura ($t_{\text{máx}}$, $t_{\text{mín}}$ e $t_{\text{méd}}$) aumentou em 0,4°C nos últimos quarenta e três anos (1981 a 2024), já a umidade relativa do ar reduziu em 0,4% nesse período e a velocidade do vento aumentou em quase 1 km/h, corroborando que o índice de desconforto térmico (IDT) fosse alterado da condição de confortável para pouco confortável; v) no que concerne às percepções a respeito da problemática, a maioria dos respondentes sente desconforto para o calor ao longo do final da manhã e do início da tarde, em especial nos meses de novembro a março, a partir dos 25°C, situação atrelada à variabilidade climática global e local, intensificada após a construção da ponte Aracaju-Barra, sobretudo nos bairros Centro, Marcelo Déda, Marivan, Moisés Gomes e Prisco Viana. E as soluções mais apontadas por eles, destinadas à amenização do desconforto térmico está na ampliação das áreas de preservação permanente, no reflorestamento de espaços públicos, na utilização de pavimentação reflexiva e permeável, bem como em campanhas de sensibilização ambiental; vi) o Plano Diretor Participativo e Sustentável de Barra dos Coqueiros é ineficaz, não apresenta atualizações constantes e carece de diretrizes e de ações efetivas para enfrentar os desafios de ordem climática. Por conta disso, o pesquisador selecionou uma série de medidas que podem ser utilizadas em uma futura revisão do Plano Diretor Urbano, com o intuito de serem implementadas na busca pela resiliência climática. Mediante a concretização dessa investigação, de caráter científica e inédita para a área de estudo, tem-se como perspectiva que outros pesquisadores repliquem a metodologia adotada em diferentes cidades de pequeno porte, com especificidades semelhantes à cidade de Barra dos Coqueiros, na tentativa de mitigar os efeitos climáticos oriundos da expansão urbanística e da urbanização.

Palavras-chave: zonas climáticas locais; ilhas urbanas de calor; modelagem digital; resiliência urbana; percepção do clima.

ABSTRACT

Due to the level of urban densification promoted by the real estate market, the coastal city of Barra dos Coqueiros/SE has been undergoing interventions in natural and anthropized landscapes since the 2000s, without considering an adequate environmental and urban plan. Thus, the process-response interactions to the inappropriate use of the urban fabric and the change in the energy balance have triggered variations in local climate dynamics, especially regarding the emergence of urban heat islands, an effect promoted by the rise in intra-urban temperatures, whose aggravating factors affect the quality of thermal comfort in the city's outdoor environments. To prepare the thesis, the researcher used a methodological framework capable of answering the research questions. This framework was based on a mixed (qualitative and quantitative) systemic approach, in which the procedures chosen are consistent and scientifically grounded, namely: theoretical review, data collection from competent official bodies, cartographic survey and remote sensing, fieldwork, climate zone modeling, and the application of a questionnaire to verify the population's perceptions of the issue in question. Considering the procedures and techniques employed in this study, the following results were obtained: i) the landscapes of Barracoqueira were classified into local climate zones, grouped into four construction classes (covering 21% of the area) and six land cover classes (totaling 79%); ii) with regard to construction areas, two urban areas stand out: a smaller one in the Atalaia Nova region (consolidated for a longer period of time) and another large one in the vicinity of the commercial center (recently consolidated); iii) the composition of construction materials (bricks, stones, concrete, fiber cement) in urban areas contributes to heat retention, producing atmospheric heat islands, generally of moderate magnitude (2°C to 4°C), manifested in both winter and summer and whose occurrence is mainly related to LCZ 3 and LCZ 6; iv) analyzing the historical data series (1950 to 2024), calculations of meteorological variables and thermal comfort indices were performed, and it was found that the temperature ($t_{\text{máx}}$, $t_{\text{mín}}$, and $t_{\text{méd}}$) increased by 0.4°C in the last forty-three Years (1981 to 2024), while relative humidity decreased by 0.4% in this period and wind speed increased by almost 1 km/h, corroborating that the thermal discomfort index (TDI) changed from comfortable to slightly uncomfortable; v) With regard to perceptions about the issue, most respondents feel discomfort due to the heat in the late morning and early afternoon, especially from November to March, when temperatures exceed 25°C. This situation is linked to global and local climate variability, which has intensified since the construction of the Aracaju-Barra bridge, especially in the neighborhoods of Centro, Marcelo Déda, Marivan, Moisés Gomes, and Prisco Viana. The most frequently cited solutions for alleviating thermal discomfort are the expansion of permanent preservation areas, reforestation of public spaces, use of reflective and permeable paving, and environmental awareness campaigns; vi) The Participatory and Sustainable Master Plan for Barra dos Coqueiros is ineffective, is not regularly updated, and lacks effective guidelines and actions to address climate challenges. As a result, the researcher selected a series of measures that can be used in a future revision of the Urban Master Plan, with the aim of implementing them in the pursuit of climate resilience. Through the completion of this scientific research, which is unprecedented in this field of study, it is hoped that other researchers will replicate the methodology adopted in different small towns with characteristics similar to those of Barra dos Coqueiros, in an attempt to mitigate the climatic effects of urban expansion and urbanization.

Keywords: local climate zones; urban heat islands; digital modeling; urban resilience; climate perception.

RESUMEN

Debido al nivel de densificación urbana impulsado por el mercado inmobiliario, la ciudad costera de Barra dos Coqueiros/SE ha estado realizando, desde la década de 2000, intervenciones en los paisajes naturales y antropizados, sin tener en cuenta un plan medioambiental y urbanístico adecuado. De este modo, las interacciones proceso-respuesta al uso inadecuado del tejido urbano y al cambio en el balance energético han desencadenado variaciones en la dinámica climática local, especialmente en lo que respecta a la aparición de islas de calor urbanas, un efecto promovido por el aumento de la temperatura intraurbana y cuyos agravantes afectan a la calidad del confort térmico en los entornos externos de la ciudad. Para la elaboración de la tesis, el investigador utilizó un marco metodológico capaz de responder a las preguntas de la investigación. Este marco se basó en un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) de base sistémica, en el que los procedimientos elegidos presentan consistencia y fundamentación científica, a saber: revisión teórica, recopilación de datos en organismos oficiales competentes, levantamiento cartográfico y teledetección, trabajo de campo, modelización de zonas climáticas, además de la aplicación de un cuestionario para verificar las percepciones de la población sobre la problemática en cuestión. Teniendo en cuenta los procedimientos y técnicas empleados en este estudio, se obtuvieron los siguientes resultados: i) los paisajes de Barracoqueiro se clasificaron en zonas climáticas locales, agrupadas en cuatro clases constructivas (que abarcan el 21 % de la superficie) y seis clases de cobertura del suelo (que suman el 79 %); ii) en relación con las áreas constructivas, destacan dos manchas urbanas: una más pequeña en la región de Atalaia Nova (consolidada desde hace más tiempo) y otra de grandes proporciones en las inmediaciones del centro comercial (de reciente consolidación urbana); iii) la composición de los materiales de construcción (ladrillos, piedras, hormigón, fibrocemento) en las manchas urbanas contribuye a la retención del calor, produciendo islas de calor atmosférica, en general, de magnitud moderada (2 °C a 4 °C), que se manifiestan tanto en invierno como en verano y cuya ocurrencia está relacionada principalmente con las LCZ 3 y LCZ 6; iv) al analizar la serie histórica de datos (1950 a 2024), se realizaron cálculos de variables meteorológicas e índices de confort térmico, y se constató que la temperatura ($t_{máx}$, $t_{mín}$ y $t_{méd}$) aumentó 0,4 °C en los últimos cuarenta y tres años (1981 a 2024), mientras que la humedad relativa del aire se redujo en un 0,4 % en ese período y la velocidad del viento aumentó en casi 1 km/h, lo que corroboró que el índice de incomodidad térmica (IDT) pasara de una condición de confortable a poco confortable; v) en lo que respecta a las percepciones sobre la problemática, la mayoría de los encuestados sienten incomodidad por el calor a lo largo de la mañana y principios de la tarde, especialmente en los meses de noviembre a marzo, a partir de los 25 °C, una situación relacionada con la variabilidad climática global y local, que se ha intensificado tras la construcción del puente Aracaju-Barra, sobre todo en los barrios de Centro, Marcelo Déda, Marivan, Moisés Gomes y Prisco Viana. Las soluciones más señaladas por ellos para mitigar el malestar térmico son la ampliación de las áreas de preservación permanente, la reforestación de los espacios públicos, el uso de pavimentos reflectantes y permeables, así como campañas de sensibilización medioambiental. vi) el Plan Director Participativo y Sostenible de Barra dos Coqueiros es ineficaz, no se actualiza constantemente y carece de directrices y acciones efectivas para hacer frente a los retos climáticos. Por ello, el investigador seleccionó una serie de medidas que pueden utilizarse en una futura revisión del Plan Director Urbano, con el fin de implementarlas en la búsqueda de la resiliencia climática. Mediante la realización de esta investigación, de carácter científico y sin precedentes en el área de estudio, se espera que otros investigadores repliquen la metodología adoptada en diferentes ciudades pequeñas, con características similares a las de Barra dos Coqueiros, en un intento por mitigar los efectos climáticos derivados de la expansión urbanística y la urbanización.

Palabras clave: zonas climáticas locales; islas de calor urbanas; modelado digital; resiliencia urbana; percepción del clima.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Ordem	Legenda	Página
Figura 01	Localização geográfica do território barracoqueirense.....	28
Figura 02	Disposição dos bairros em Barra dos Coqueiros.....	37
Figura 03	Materiais utilizados na confecção da haste de PVC.....	42
Figura 04	Procedimento autoexplicativo de instalação do termômetro a ser acoplado no abrigo de PVC.....	43
Figura 05	Percurso adotado para o registro de temperatura em Barra dos Coqueiros	44
Figura 06	Veículo e velocidade adotados para a coleta de dados.....	45
Figura 07	Velocidades adotadas ao longo do percurso.....	46
Figura 08	Percurso referenciado, associado às fotografias das localidades.....	47
Figura 09	Página inicial do <i>software EliotechLogWin</i>	51
Figura 10	Abas do <i>software Estima_T</i> contendo as etapas para a aquisição de dados.....	53
Figura 11	Consulta virtual das legislações e atos publicados pela gestão municipal.....	57
Figura 12	Definição do tamanho da amostra de respondentes ao questionário.	59
Figura 13	Recorte das duas seções existentes no questionário elaborado no <i>Google Form</i>	60
Figura 14	<i>Layout</i> inicial da plataforma <i>online World Cloud</i>	61
Figura 15	Produção da nuvem de palavras.....	62
Figura 16	Delineamento geral da pesquisa.....	65
Figura 17	Balanco de energia solar no sistema Terra-atmosfera.....	67
Figura 18	Albedo de alguns materiais e de algumas superfícies urbanas.....	70
Figura 19	Funcionamento do Sistema Clima Urbano.....	74
Figura 20	Quantitativo de trabalhos publicados acerca da região Nordeste do Brasil.....	83
Figura 21	Sistema de classificação da paisagem em zonas climáticas locais.....	91
Figura 22	Zoneamento climático de Barra dos Coqueiros/SE.....	94
Figura 23	Distribuição das zonas climáticas pelos bairros barracoqueirenses...	95
Figura 24	Modelo de variação térmica em cidade hipotética.....	102
Figura 25	Principais causas do efeito ilha urbana de calor.....	102

Figura 26	Modelo esquemático dos processos responsáveis pelo incremento de calor à atmosfera urbana.....	103
Figura 27	Ponderações com fins de padronização para o uso de transectos móveis.....	105
Figura 28	Gráficos produzidos durante a coleta de dados no inverno de 2024.	110
Figura 29	Gráficos produzidos durante a coleta de dados no verão 2024/2025.	112
Figura 30	Espacialização das temperaturas durante os episódios de inverno (em 2024).....	118
Figura 31	Espacialização das temperaturas durante os episódios de verão (em 2024/2025).....	126
Figura 32	Evolução temporal acerca da organização territorial das sociedades humanas.....	138
Figura 33	Gráficos de tendências para a série histórica 1988 a 2024.....	151
Figura 34	Gráficos de tendências para a série histórica 1950 a 2024.....	155
Figura 35	Sistema Socioambiental Urbano.....	160
Figura 36	Sistema Socioambiental Urbano aplicado à problemática do desconforto térmico na cidade de Barra dos Coqueiros/SE.....	163
Figura 37	Linha do tempo evidenciando as políticas de caráter socioambiental em Barra dos Coqueiros/SE.....	172
Figura 38	Infográfico contendo estratégias para combater a mudança global do clima, baseadas na ODS.....	179
Figura 39	Metodologia <i>GreenClimateCities</i> (GCC).....	181
Figura 40	Princípios norteadores do PNA.....	184
Figura 41	Objetivos específicos do PNA.....	185
Figura 42	Inventário de políticas centradas na descarbonização do Brasil.....	187
Figura 43	O Estado da política climática no Brasil.....	188
Figura 44	Infográfico contendo as características demográficas da amostra da pesquisa.....	214
Figura 45	Infográfico contendo informações sobre o grau de escolaridade e setor da economia dos respondentes do questionário.....	215
Figura 46	Infográfico contendo informações associativas entre temperatura, desconforto térmico e período.....	217
Figura 47	Fatores relacionados à existência de calor em Barra dos Coqueiros..	219
Figura 48	Nuvem de palavras contendo as associações feitas pela população ao desconforto térmico.....	221
Figura 49	Infográfico contendo o período e os fatores causadores do desconforto térmico em Barra dos Coqueiros/SE.....	222
Figura 50	Circunstâncias de conforto térmico sentidas pela população barracoqueirense.....	224

Figura 51	Circunstâncias apontadas pela população para a sensação de desconforto térmico.....	225
Figura 52	Frequência dos bairros com maior desconforto térmico em Barra dos Coqueiros.....	226
Figura 53	Cuidados para evitar mal-estar intensificado pelo desconforto térmico.....	228

ÍNDICE DE TABELAS

Ordem	Legenda	Página
Tabela 01	Temperatura superficial dos materiais utilizados na cobertura das edificações.....	70
Tabela 02	Porcentagem de manuscritos publicados em relação ao estrato Qualis Capes.....	76
Tabela 03	Classificação dos artigos por subsistema climático.....	77
Tabela 04	Distribuição das publicações por cidades nordestinas.....	79
Tabela 05	Publicações de trabalhos do S. C. U.....	80
Tabela 06	Produção de trabalhos relacionados ao clima urbano da região Nordeste do Brasil.....	81
Tabela 07	Condições atmosféricas de Barra dos Coqueiros/SE durante o período de realização do transecto móvel (julho de 2024 e janeiro de 2025).....	113
Tabela 08	Diferenças térmicas dos sete episódios obtidos com o transecto móvel.....	114
Tabela 09	Médias das variáveis meteorológicas e índices de conforto (1988 a 2024).....	150
Tabela 10	Associação entre os testes de Mann Kendall e Pettitt com os coeficientes TAU e P-VALUE (1988 a 2024).....	154
Tabela 11	Associação entre os testes de Mann Kendall e Pettitt com os coeficientes TAU e P-VALUE (1950 a 2024).....	157
Tabela 12	Médias das variáveis meteorológicas e índices de conforto (1950 a 2024).....	158

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Ordem	Legenda	Página
Gráfico 01	Quantitativo de publicações por revista.....	77
Gráfico 02	Volume de publicações por ano.....	78
Gráfico 03	Quantidade de publicações por unidade federativa da região Nordeste.....	79
Gráfico 04	Número de artigos por subsistema climático.....	80
Gráfico 05	Série histórica das emissões e remoções de CO ₂ (em milhões de toneladas, por setor) no Brasil.....	183
Gráfico 06	Projeção de redução das emissões de CO ₂ com a aplicação do Plano de Mitigação.....	186
Gráfico 07	Distribuição da renda da população amostral em Barra dos Coqueiros no ano de 2023.....	216
Gráfico 08	Consequências decorrentes do desconforto térmico sentidas pela população barracoqueirense.....	227
Gráfico 09	Soluções apontadas para reduzir o desconforto térmico em Barra dos Coqueiros/SE.....	229

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Ordem	Legenda	Página
Equação 01	Índice de Calor	145
Equação 02	Conversão da escala Farenheit para a escala Celsius.....	145
Equação 03	Índice de Temperatura Efetiva em função do Vento.....	147
Equação 04	Índice de Desconforto Térmico.....	149

INDICE DE QUADROS

Ordem	Legenda	Página
Quadro 01	Dinâmica integrada dos atributos espaciais da paisagem de Barra dos Coqueiros.....	29
Quadro 02	Discriminação dos dias de coleta durante o inverno de 2024.....	49
Quadro 03	Discriminação dos dias de coleta durante o verão de 2024/2025.....	50
Quadro 04	Estrutura da Tese de Doutorado.....	64
Quadro 05	Processo inicial de tabulação dos artigos contendo temáticas acerca do clima urbano.....	76
Quadro 06	Caracterização das principais ZCLs de Barra dos Coqueiros.....	97
Quadro 07	Conceitos acerca do fenômeno ilhas urbanas de calor.....	99
Quadro 08	Características das ilhas de calor superficial e atmosférica.....	104
Quadro 09	Vantagens e desvantagens no uso de pontos fixos e de transectos móveis.....	106
Quadro 10	Procedimentos metodológicos adotados na coleta de dados em estudos de ilhas urbanas de calor em cidades do Nordeste brasileiro.....	108
Quadro 11	Níveis de alerta do HI relacionado aos impactos na saúde humana.....	146
Quadro 12	Sensação térmica associada aos valores de temperatura efetiva em função do vento e a relação com o grau de estresse fisiológico humano.....	148
Quadro 13	Níveis de conforto humano obtido por meio do IDT.....	150
Quadro 14	Relação das cidades litorâneas nordestinas comparáveis à Barra dos Coqueiros.....	176
Quadro 15	Sugestões de estratégias mitigadoras (por setor da sociedade) a serem assimiladas pelo PDSP de Barra dos Coqueiros.....	190

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Significado
ASAS	Alta Pressão Subtropical do Atlântico Sul
ASTER	<i>Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer</i> (Radiômetro Avançado de Emissão Térmica e Reflexão Espacial)
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CAMS	<i>Copernicus Atmospher Monitoring System</i> (Serviço de Monitorização da Atmosfera do Copernicus)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDL	Câmara de Dirigentes Lojistas
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CONDEMA	Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
COSMO	<i>Consortium for Small-scale Modeling</i> (Consórcio para Modelagem em Pequena Escala)
DESO	Companhia de Saneamento do Estado de Sergipe
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
DOL	Distúrbio Ondulatório de Leste
E	Direção Leste
FMMA	Fundo Municipal do Meio Ambiente
GCC	<i>Green Climate Cities</i> (Cidades de Clima Verde)
GEE	Gases do Efeito Estufa
GMT	Greenwich Mean Time (Horário de Greenwich)
HI	<i>Heat Index</i> (Índice de Calor)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICLEI	<i>International Council for Local Environmental Initiatives</i> (Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais)
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IDT	Índice de Desconforto Térmico
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas)
ITU	Índice de Temperatura e Umidade
IUC	Ilha Urbana de Calor
IUCA	Ilha Urbana de Calor Atmosférica
IUCS	Ilha Urbana de Calor de Superfície
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite (Satélite de Sensoriamento Remoto da Terra)
LCZ	<i>Local Climate Zones</i> (Zonas Climáticas Locais)
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação
MOTU	Movimento dos Trabalhadores Urbanos
NWP	<i>Numerical Weather Prediction</i> (Predição Numérica do Tempo)
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONGs	Organizações Não-Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
Pa	Massa de ar polar atlântica
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PCJA	Ponte Construtor João Alves
PDSP	Plano Diretor Sustentável e Participativo
PDU	Plano Diretor Urbano
PEMC/SE	Política Estadual sobre Mudanças Climáticas do Estado de Sergipe
PIB	Produto Interno Bruto
PMV	<i>Predicted Mean Vote</i> (Voto Médio Predito)
PNA	Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas
PPD	<i>Predicted Percent of Dissatisfied</i> (Porcentagem de Pessoas Insatisfeitas)
PPGEO	Programa de Pós-Graduação em Geografia
PVC	Policloreto de Vinila
RIV	Relatório de Impacto de Vizinhança
SAU	Sistema Socioambiental Urbano
SCU	Sistema Clima Urbano
SE	Direção Sudeste
SEMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente (Barra dos Coqueiros)
SIG	Sistema de Informações Geográficas

SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SYNOP	<i>Surface Synoptic Observations</i> (Observações Sinóticas à Superfície)
T ou t_a	Temperatura do ar no bulbo seco
Ta	Massa de ar tropical atlântica
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCUD	Termo de Compromisso para Utilização de Dados
TEv	Temperatura Efetiva em função do vento
T _{méd}	Temperatura Média
T _{máx}	Temperatura Máxima
T _{mín}	Temperatura Mínima
TMIB	Terminal Marítimo Inácio Barbosa
TNE	Temperatura Neutra Exterior
UBL	<i>Urban Boundary Layer</i> (Camada Limite Urbana)
UCL	<i>Urban Canopy Layer</i> (Camada do Dossel Urbano)
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UR	Umidade relativa do ar
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i> (Tempo Universal Coordenado)
v	Velocidade do Vento
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZAB	Zona de Adensamento Básica
ZAP	Zona de Adensamento Preferencial
ZCL	Zonas Climáticas Locais
ZPE	Zona de Processamento de Exportação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	24
Objetivos norteadores (geral e específicos)	27
Caracterização geoambiental e geohistórica da área de estudo	27
Justificativa.....	33
Hipótese.....	38
Questões da pesquisa.....	38
SEÇÃO I	
PERCURSO METODOLÓGICO	39
SEÇÃO II	
SETORIZAÇÃO DA CIDADE EM ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS E O DIAGNÓSTICO DAS ILHAS URBANAS DE CALOR	66
2.1 – Clima urbano: canal de percepção termodinâmico em foco.....	66
2.2 – Convertendo as paisagens urbanas em Zonas Climáticas Locais.....	87
2.3 – Comportamento térmico intraurbano e a diagnose das ilhas de calor...	99
SEÇÃO III	
CONFORTO TÉRMICO URBANO E PLANEJAMENTO GEOAMBIENTAL DO TERRITÓRIO	134
3.1 – Origem, funcionalidade e planejamento geoambiental das cidades: teoria e prática.....	134
3.2 – Índices de conforto térmico para ambiente externo em Barra dos Coqueiros/SE.....	140
3.2.1 – Considerações acerca da aplicação do Sistema Socioambiental Urbano em Barra dos Coqueiros/SE.....	159
3.3 – Em clima de mudança: a resiliência urbana no Plano Diretor Sustentável e Participativo	164
SEÇÃO IV	
OLHARES DOS HABITANTES PARA O (DES)CONFORTO TÉRMICO URBANO	195
4.1 – Transformando a paisagem em lugar sob a ótica fenomenológica.....	195
4.2 – Percepção climática acerca do (des)conforto térmico em Barra dos Coqueiros/SE.....	209
CONCLUSÕES	232

REFERÊNCIAS	241
ANEXO A – Termo de compromisso e confidencialidade.....	265
ANEXO B – Termo de compromisso para utilização de dados (TCUD).....	266
ANEXO C – Termo de autorização e existência de infraestrutura.....	267
ANEXO D – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).....	268
ANEXO E – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa da UFS.....	273
ANEXO F – Representações cartográficas das condições atmosféricas atuantes em cada episódio de coleta de dados durante o inverno (2024).....	274
ANEXO G – Representações cartográficas das condições atmosféricas atuantes em cada episódio de coleta de dados durante o verão (2024/2025).....	286
APÊNDICE A – Questionário aplicado aos moradores da cidade de Barra dos Coqueiros/SE.....	302

INTRODUÇÃO

Os anos 1960 assinalam um período de aceleradas transformações ao espaço geográfico brasileiro, tendo em vista que os fluxos de urbanização e os processos de industrialização se desenvolveram quase concomitantemente. Mas é a partir da década de 1970 que a taxa de urbanização atinge patamares superiores à taxa de população rural e se dá o pontapé inicial para a formação de uma rede urbana hierarquizada, composta por grandes, médias e cidades de pequeno porte.

Entretanto, esse progresso urbano e industrial não aconteceu de maneira igualitária. Ele se expandiu de maneira tardia e desigual entre as regiões geoeconômicas, colaborando para acentuar as desigualdades sociais já existentes, inclusive com potencial para produzir novos agravantes.

Assim, se por um viés, o desenvolvimento brasileiro proporcionou o acesso a uma vasta quantidade de serviços e de infraestruturas que favoreceram a dinâmica espacial urbana, em especial às regiões metropolitanas nacionais, por outro viés, as ocupações humanas contribuíram com profundas transformações às paisagens e ao ordenamento territorial quanto ao surgimento dos problemas socioambientais que desestabilizam a qualidade de vida humana, sendo alguns desses problemas relacionados à relação estabelecida entre os habitantes da cidade e o clima local.

Nesse sentido, o acréscimo da população habitando nas cidades corroborou para transformar as paisagens naturais, a tal ponto de desencadear impactos socioambientais à medida que a mancha urbana se desenvolvia. As obras da engenharia civil (prédios, praças, asfaltamento) ocupam o lugar da cobertura vegetal que foi desmatada, causando danos à circulação do ar, que, conseqüentemente, favorece o aquecimento da atmosfera urbana; também é possível notar a elevação da temperatura dentro e fora das edificações por conta dos materiais construtivos com diferentes propriedades radiativas; é perceptível, ainda, o aumento na sensação térmica em bairros que se configuram como centro econômico da cidade por intermédio da emissão de partículas poluentes no ar graças à crescente quantidade de automóveis circulando pela malha urbana, o que intensifica os problemas na saúde física (de ordem respiratória e neurológica) dos habitantes, além de tantos outros agravantes que podem modificar o clima local e alterar profundamente a vida social em coletividade.

Tal cenário, em muitos países do sul global, é resultado, na maioria das vezes, da ineficiência ou da inoperância histórica quanto ao planejamento e à gestão urbana, pois não se coloca em prática as ações urbanísticas adequadas, impedindo as cidades de se tornarem sustentáveis e resilientes; ao contrário, a ineficiência e a inoperância do planejamento urbanístico corrobora a degradação do ambiente e a modificação das condições climáticas. Isso porque o clima sofre alterações mediante as ações resultantes das atividades antrópicas, devido à inter-relação dele com outros fatores ambientais e de todos os fatores ambientais com o ser humano.

Por isso, é relevante investigar como as transformações no espaço citadino podem conduzir à geração de um clima próprio, singular, resultado da incidência das manifestações humanas sobre a camada urbana, que altera o clima e produz uma atmosfera local distinta das demais áreas circunvizinhas.

O uso inapropriado do solo urbano e a alteração no balanço energético tem desencadeado, com recorrência, nos centros urbanos, o surgimento das ilhas urbanas de calor (IUC) cujos danos afetam a qualidade de conforto térmico, sentido na saúde, na rentabilidade do trabalho, no consumo de energia, enfim, no bem-estar da população; como resultado, o aumento do consumo energético é induzido para aliviar a sensação do desconforto humano promovida pela elevação da temperatura.

Por esse e tantos outros motivos, existe o interesse da ciência em entender as particularidades das ilhas de calor, bem como registrar a intensidade e, por fim, buscar medidas adaptativas e mitigadoras que possam amenizar o efeito climático da urbanização, uma vez que tendem a ficar mais intensas conforme as cidades se expandem. Dessa maneira, a investigação do comportamento variável da temperatura e dos efeitos resultantes pode auxiliar, estrategicamente, no planejamento e na gestão de ambientes urbanos, não só nas grandes cidades ou nas regiões metropolitanas, mas também em cidades com dinâmica urbana de médio e de pequeno porte.

Demonstrando tal interesse, os estudos relacionados ao campo térmico nas cidades de pequeno porte de clima tropical, no território brasileiro, têm chamado a atenção dos pesquisadores, principalmente nas duas últimas décadas do século XXI (2001-2020). Isso porque as alterações promovidas nas diversas paisagens (construídas pelo agente humano e, também, aquelas físico-naturais) do sítio urbano tendem a intensificar os efeitos do clima. E

não somente por essa razão. Mas pela possibilidade de intervenção no ordenamento territorial da área de estudo quando esta apresenta dinâmica urbana de cidade de pequeno porte populacional.

Posto que o clima é um indicador de satisfação para todos os que vivem o cotidiano das cidades e almejam a busca por qualidade ambiental e por qualidade de vida, a escolha para a concretização desta investigação científica na cidade costeira de Barra dos Coqueiros, em Sergipe, não se deu aleatoriamente. Ela foi selecionada como área de estudo porque vem apresentando, na conjuntura estadual, intenso ritmo de desenvolvimento econômico, no que tange à construção de todo um aparato imobiliário associado à infraestrutura de serviços essenciais para garantir à população detentora de maior renda financeira a possibilidade de conviver em um ambiente provido de segurança, com tráfego facilitado, desfrutando das belezas naturais litorâneas e, além de tudo isso, ter a facilidade de recorrer, a qualquer instante, à disponibilidade dos serviços encontrados na capital Aracaju, graças à curta distância existente entre as duas cidades.

Para materializar tal intento, o mercado imobiliário tem promovido intensas modificações nas paisagens naturais e urbanas, com repercussão no dinamismo socioeconômico do município, o que reverbera na produção de um clima urbano específico, impactando sobremaneira na sensação de aumento do calor, haja vista a elevação das temperaturas nos últimos anos. Nas páginas seguintes, por meio da hipótese, será possível entender o direcionamento do olhar do pesquisador acerca da problemática.

Nesse sentido, diante de tal problemática socioambiental reportada nesta tese de doutoramento, intenta-se desvendar a relação existente entre as alterações promovidas na paisagem urbana e a dinâmica climática local, ao buscar compreender como o comportamento termodinâmico contribui para a geração de ilhas urbanas de calor e, conseqüentemente, influencia na qualidade do conforto térmico sentido pela população, de maneira diferenciada, conforme a zona climática local em que se reside.

Assim sendo, a tese preencherá uma lacuna dentro da literatura científica brasileira, em especial no campo da climatologia geográfica, tendo em vista o ineditismo da pesquisa para a área de estudo (cidade nordestina, litorânea e de pequeno porte populacional) que vai se somando aos poucos estudos destinados ao clima urbano das cidades sergipanas.

Objetivos norteadores (geral e específicos)

Para atingir os resultados da pesquisa foram definidos alguns objetivos, sendo que o objetivo principal consiste em analisar a dinâmica do clima urbano de Barra dos Coqueiros/SE em relação ao campo termodinâmico.

Visando a alcançar esta proposta, definem-se os seguintes objetivos específicos: i) caracterizar a dinâmica urbana para compreender como a evolução espaço-temporal nos padrões de cobertura da terra influenciaram o comportamento térmico da cidade; ii) investigar o comportamento térmico da cidade entre os anos 1988 e 2024 para explicar a possível origem das ilhas de calor no espaço intraurbano; iii) apresentar contribuições de planejamento urbano que possam ser inseridas em uma futura revisão do Plano Diretor Sustentável e Participativo de Barra dos Coqueiros; iv) averiguar as percepções da população residente na cidade acerca da problemática em foco.

Caracterização geoambiental e geohistórica da área de estudo

Com extensão territorial de 92,268 Km², a cidade de Barra dos Coqueiros (coordenadas: latitude 10°54'28''S e longitude 37°01'36''W) localiza-se na costa atlântica da região Nordeste do Brasil e encontra-se sob a influência do arranjo populacional da metrópole pernambucana (Recife) quando considerada a escala macrorregional. Quanto à análise microrregional, o município se insere na Mesorregião do Leste Sergipano e está integrado à influência hierárquica urbana da Grande Aracaju, com a qual mantém distância aproximada de três quilômetros.

Conforme os dados divulgados na plataforma virtual do IBGE (2022), Barra dos Coqueiros é uma cidade de pequeno porte¹ que dispõe de uma população de 41.511 habitantes (densidade demográfica de 449,90 hab/Km²) e contabiliza uma população estimada, em

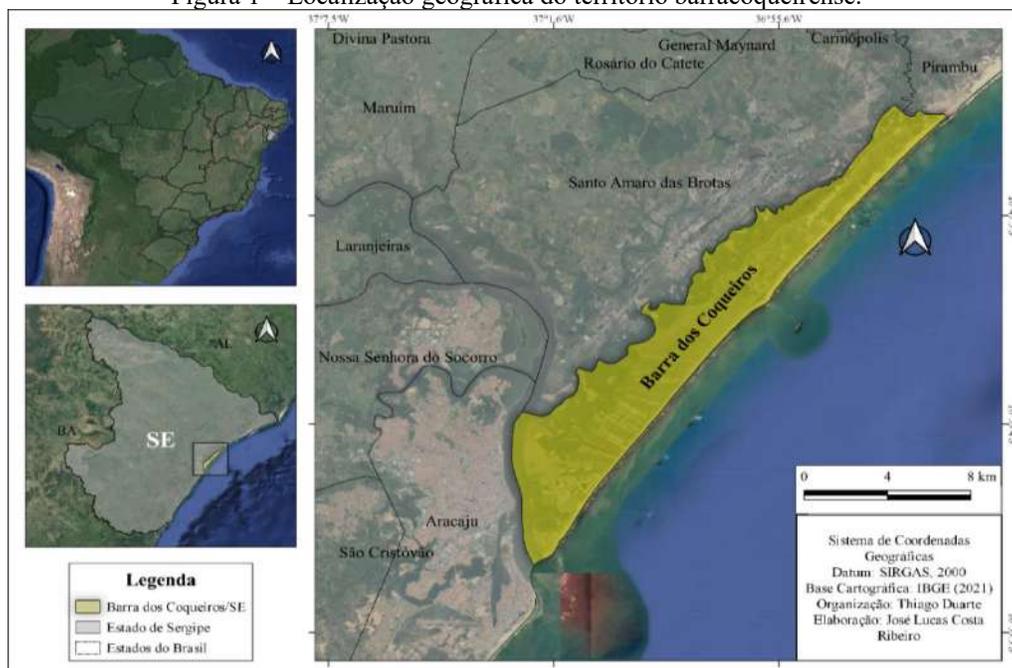
¹ O IBGE (2022) entende que para um aglomerado urbano ser classificado como sendo de pequeno porte precisa apresentar um contingente populacional de até 50 mil habitantes. No Brasil, 90% (ou seja, 4.890) dos municípios estão inseridos nessa classificação, mas reúne apenas 30% da população absoluta do país. É necessário entender, também, que apenas essa classificação a partir do critério demográfico não é suficiente; é preciso recorrer às dinâmicas socioeconômicas que ocorrem em seus espaços, além de enfatizar o circuito (Santos, 2005) a que pertence na rede hierárquica urbana.

2024, de 44.384 pessoas, com predominância de adultos (60%), seguida pela população jovem (30%), que está distribuída em 20.169 domicílios pelos 24 bairros.

De acordo com dados divulgados pelo IBGE (2022), embora a cidade apresente a quinta melhor posição entre os municípios sergipanos quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM 0,649, considerado médio) com avanços na longevidade (71.5 anos, em 2010, segundo o Atlas Brasil), redução na taxa de mortalidade infantil para 19,86 óbitos por mil nascidos vivos (em 2022), avanços no que diz respeito à escolaridade e ocupe a segunda posição no PIB (Produto Interno Bruto) per capita estadual (R\$ 82.114,31), ainda assim 45% da população apresenta rendimento mensal per capita de até meio salário-mínimo e 35% dos moradores estão situados na faixa de pessoas pobres ou extremamente pobres, apresentando situação de vulnerabilidade social, ou seja, pouco mais de um terço da população não se encontra nos padrões necessários para viver com dignidade.

A figura 1, subsequente, destaca a localização da área de estudo, bem como evidencia os limites geográficos: a norte-nordeste, limita-se com a cidade de Pirambu, através da foz do rio Japarutuba; a sul-sudoeste, mantém conexão com a capital Aracaju, mediante o rio Sergipe; a oeste-noroeste, o rio Pomonga se põe como limite natural com a cidade de Santo Amaro das Brotas; e, a nordeste-sudeste, os 30 km de praia margeiam o Atlântico.

Figura 1 – Localização geográfica do território barracoqueirense.



Fonte: IBGE (2021). Org.: O autor (2025).

Contendo os dados acerca dos diversos atributos geoambientais obtidos na plataforma virtual do IBGE e no mapa geológico do estado de Sergipe, foi possível elaborar um quadro de relação (Cavalcanti, 2018) para fornecer uma análise sistêmica e integrada das paisagens. Assim, o quadro síntese de relação (quadro 1) para a cidade de Barra dos Coqueiros inclui as informações de potencial natural (geomorfismo e drenagem), de atividade biológica (solos e vegetação) e de apropriação cultural (quanto ao uso da terra).

Quadro 1 – Dinâmica integrada dos atributos espaciais da paisagem de Barra dos Coqueiros.

Ponto	Geomorfismo	Solo	Vegetação	Uso da terra
1	Terraço marinho (depósitos litorâneos)	Podzol	Formação pioneira com influência marinha arbórea	Área degradada
2				Assoreamento
3				Cultivos agrícolas
4				Povoados/distritos
5	Fluviomarinho (depósitos de pântano e de mangue)	Halomórficos (indiscriminados de mangue)	Formação pioneira com influência marinha herbácea (manguezais e restingas)	Viveiro/Salina
6				Área urbanizada

Fonte: SEMARH/IBGE (2011). Org.: Duarte (2022).

Com base no quadro 1, Duarte (2022) discorre ser possível compreender como os fenômenos sociais ao atuarem de maneira integrada aos ciclos ambientais foram capazes de promover intervenções ao sítio urbano, (re)modelando-o e atribuindo-lhe um novo significado, ao ponto de os registros resultantes dessas dinâmicas fornecerem elementos que narram a história de evolução sistêmica das paisagens barracoqueirenses.

No decorrer do tempo geológico, os agentes de intemperismo e de erosão promoveram configurações sobre a planície costeira, produzindo solos de formação recente e pouco evoluídos, a exemplo dos solos Podzol e Halomórficos. De acordo com Duarte (2022, p. 77), “tais solos servem de substrato às espécies de restinga herbácea, arbustivas e arbóreas, sem contar com os campos de dunas, e com os manguezais, ambientes que foram degradados para cederem espaço à paisagem urbana e à ocupação humana”.

Situado sobre a planície fluviomarinha, o ecossistema nativo manguezal que desponta em terrenos lamacentos e pantanosos (solos halomórficos) sob a influência dos movimentos de fluxo e de refluxo das marés foi degradado para ceder espaço à paisagem

urbana e à ocupação humana, a partir de 1953, com o desmembramento do atual território de Barra dos Coqueiros em relação à capital Aracaju. No entanto, seu povoamento estende-se pela década de 1970 e, amplia-se na década de 2000, logo após a edificação da Ponte Construtor João Alves (PCJA), quando as gestões municipal e estadual conseguiram promover obras de infraestrutura essenciais à essa expansão, principalmente no setor sudoeste da cidade, o que contribuiu para atrair as atenções do mercado imobiliário, a fim de instalar empreendimentos turísticos e residenciais em um ambiente de equilíbrio ecossistêmico frágil e pouco adequado à ocupação dos agentes humanos.

Graças à morfologia relativamente plana (9 m de altitude) da unidade Planície Costeira, na maior parte do ano, a ação dos ventos do quadrante leste, provenientes do Oceano Atlântico, favorece a circulação de brisas marítimas e terrestres, além de proporcionar algum alívio na sensação térmica; os ventos leste e nordeste predominam durante os meses com temperaturas mais elevadas, enquanto os ventos sudeste permanecem constantes na maior parte do ano, sem ultrapassar a velocidade média de 20 km/h.

Devido à posição geográfica na zona intertropical do planeta, o município apresenta clima tropical quente e úmido (*Am*, conforme a classificação climática de Köppen-Geiger). Esse tipo climático é marcado por elevadas temperaturas (com 26°C de temperatura média anual, oscilando entre 33,9°C a 34,3°C nos meses mais quentes), umidade relativa do ar média em torno de 70% ao longo de todo o ano, assim como pela atuação da massa de ar Tropical atlântica em associação com a massa Polar atlântica e das ondas de leste (DOLs) que condicionam as precipitações sobre o litoral sergipano no período de maio a agosto, com média pluviométrica superior a 1200 mm (Duarte, 2022).

Com relação à direção predominante dos ventos, ao longo do ano, é a de leste. Porém, em alguns períodos, principalmente entre agosto e outubro, a direção pode se alternar para sudeste, com ventos alísios mais intensos. Quanto à intensidade, a velocidade média dos ventos na região é de aproximadamente 4,65 m/s, o que equivale a cerca de 16,74 km/h e pode variar no decorrer do ano, com os menores índices registrados em abril e os maiores no mês de novembro.

No que concerne à variabilidade e à temporalidade das chuvas em Barra dos Coqueiros, Duarte (2022, p. 96) ponderou uma imbricada relação entre a temperatura do ar e o período chuvoso: “conforme se aumenta a temperatura, os índices de chuva diminuem”.

De acordo com tal constatação, os eventos pluviométricos acontecem durante o final do outono e atinge o início da estação chuvosa; inversamente proporcional, diminuem à medida que o inverno (estação chuvosa) se esvai e reaparecem no início do verão (estação quente), sob a manifestação das chuvas convectivas.

Em certa medida, os eventos de chuva podem causar preocupações à população mais vulnerável socialmente que reside em áreas ambientalmente frágeis, em especial entre os meses de abril e maio quando 40% das ocorrências acontecem. Nesse período, surgem episódios de alagamentos e de inundações nos setores mais periféricos da cidade, em decorrência de problemas associados à drenagem urbana (Duarte, 2022).

Porém, os dados geoambientais percorridos só podem ser bem compreendidos quando esclarecido o contexto territorial e socioeconômico em que ocorreu o processo evolutivo urbano em Barra dos Coqueiros (desde o seu surgimento até os dias atuais), pois mudanças nos padrões de uso e de cobertura da terra, constantemente motivadas pelos agentes sociais, causaram e ainda continuam causando impactos à paisagem urbana.

E todo esse processo geo-histórico inicia-se na segunda metade do século XVI, quando o atual território de Barra dos Coqueiros servia como entreposto entre as capitânicas da Bahia e de Pernambuco para que os normandos traficassem o pau-brasil. Somente a partir de 1589, mediante a expulsão dos normandos por Cristóvão de Barros, é que surge o primeiro núcleo de povoamento chamado Capela de Nossa Senhora dos Mares da Barra dos Coqueiros, integrado ao povoado de Santo Antônio do Aracaju, sendo a sede do Governo da Capitania de Sergipe Del Rey.

Mediante o aumento da população, em 1875, alcançou-se a condição de freguesia; em 1903 torna-se distrito com a denominação de Barra dos Coqueiros, mantendo-se vinculado a Aracaju até o ano de 1953, quando foi desmembrado, deixando de ser um povoado para se tornar município, dotado de um distrito-sede próprio. Duarte (2022, p. 82) destaca que “é nessa conjuntura que a história da cidade começa a despontar no cenário político e econômico sergipano”.

Historicamente, a função econômica em Barra dos Coqueiros foi baseada na exportação de matérias-primas enquanto insumos para abastecer outros mercados nacionais. Essa função persiste até os dias atuais, embora sua trajetória no século XX se inicie em 1994 com a criação do Terminal Marítimo Inácio Barbosa – TMIB (e, conseqüentemente, postos

de trabalho) para escoar a produção mineral, incluindo a de fertilizantes produzidos no estado. Posteriormente, resultado da instalação do terminal marítimo, empresas se instalaram na cidade e migrantes foram atraídos pelas oportunidades de emprego, dando início à expansão urbana do município.

Diante dessa nova realidade socioeconômica que se instaurava, houve a necessidade de ampliar a rede de infraestrutura (que ainda era precária), com a instalação de escolas e hospitais para atender às demandas da crescente população local. Mesmo situada nas proximidades da capital Aracaju, a península esteve isolada em relação aos benefícios do crescimento econômico e da expansão urbana da cidade vizinha. Tal cenário somente começou a mudar para a Barra dos Coqueiros após a construção da PCJA, em 2006, quando foi rompido o obstáculo existente entre as duas cidades, já que não havia ligação direta por rodovia. O transporte entre elas limitava-se às lanchas e às barcas, que faziam o embarque e o desembarque de passageiros e de pequenas cargas.

No entendimento de Gesteira (2017, p. 47), a implementação da PCJA contribuiu para que “o capital financeiro tivesse a possibilidade de incorporar a Ilha de Santa Luzia à lógica especulativa do mercado imobiliário”. Fonseca e Gonzaga (2007) esclarecem que a construção da PCJA sobre o rio Sergipe acelerou a organização do espaço urbano local, afetando os setores econômicos do município. A partir desse novo ciclo em que a economia se encontrava, uma nova onda de migrantes, provenientes de todo o estado de Sergipe, inclusive de Aracaju, reverberou no aumento de serviços e na ampliação da rede de infraestrutura, no crescimento da frota de veículos e da urbanização; condomínios residenciais e *resorts* imprimiram mudanças à paisagem urbana de Barra dos Coqueiros.

Muitas mudanças ocorreram ao município desde então, tanto na morfologia quanto na estrutura do ambiente urbano. Houve, também, a implantação de um complexo energético: as instalações do Parque Eólico Barra dos Coqueiros (2012) e da Usina Termoelétrica Porto de Sergipe (2020). Desde 2010, com a implementação da Zona de Processamento de Exportação (ZPE), situada nas adjacências do TMIB, a economia tem-se alavancado no município, pois se criou um distrito industrial voltado para a exportação.

Com base nessas considerações, ressalta-se que a dinâmica urbana em Barra dos Coqueiros mantém vínculos históricos e permanece conectada com a dinâmica urbana da capital sergipana até os dias de hoje, “possibilitando ao capital expandir seu processo de

macrocefalia urbana” (Santos *et al.*, 2021, p. 3). Entretanto, o rápido urbanismo entre 2006 e 2024 favoreceu o desencadeamento de problemas socioambientais devido à ausência ou à ineficiência da gestão urbana quanto ao controle e à apropriação no uso e na ocupação do solo, derivado das atividades socioeconômicas.

Justificativa

“A paisagem reflete e testemunha as interações geocológicas entre as formas naturais, dos modos de vida, do uso e das apropriações da natureza pela sociedade na construção, desconstrução e reconstrução de diversos territórios”, principalmente dos territórios urbanos. Essa citação de Chaves (2021, p. 25) pode ser aplicada à cidade sergipana de Barra dos Coqueiros que concentra intensas modificações no próprio espaço urbano.

Em decorrência do processo de especulação imobiliária, do fomento ao turismo e da implantação do complexo energético-industrial, ao longo dos anos 2000, mudanças se instalaram na paisagem (cultural e natural) em Barra dos Coqueiros, contribuindo para o aumento da ocupação humana. Segundo o IBGE, a população barracoqueirense era cerca de 17 mil pessoas nos anos 2000; de acordo com o censo demográfico de 2010, o número de residentes não ultrapassava os 25 mil. Atualmente, o contingente populacional, conforme consta no censo realizado entre os anos de 2022 e 2023 e cujos dados foram divulgados durante a execução da pesquisa, superou o número de 40 mil moradores. Em 2024, essa população havia sido estimada em 44 mil habitantes.

Em outras palavras, durante os últimos vinte e quatro anos, o número de moradores mais que dobrou. Ao se comparar os últimos dois censos demográficos realizados (2010 e 2022/2023), houve um incremento em torno de 67% da população. Relacionado a este fato, um outro dado relativamente importante apresentado pelo IBGE é no quantitativo de domicílios: antes, em 2010, era de 9.619; no ano de 2024 contava com 20.169 domicílios.

Com base nas informações anteriores, verifica-se que o dinamismo urbano era praticamente insignificante em período anterior ao ano de 2006, antes da construção da PCJA, quando a circulação de pessoas era bem menor do que ocorre atualmente devido ao baixo grau de desenvolvimento local, pois a conexão entre a cidade e a capital Aracaju era

estabelecida por meio de embarcações simples do tipo *tó-tó-tó*². Após a construção da ponte, a conexão tornou-se viável por meio das rodovias, o que colaborou para que mudanças provenientes da urbanização afetassem as condições de equilíbrio socioambiental por todo o território citadino.

As mudanças paisagísticas ocorreram, imediatamente, durante a construção da ponte, onde as famílias que foram desapropriadas passaram a ocupar, irregularmente, espaços socialmente vulneráveis e fisicamente suscetíveis aos riscos, a exemplo dos assentamentos localizados às margens do Canal Guaxinim. Além disso, houve o desmatamento de parcela dos manguezais para ceder espaço à construção da rodovia que seria conectada à cabeceira da ponte.

Mas essas não foram as únicas mudanças percebidas. Muitas outras ocorreram após a inauguração da PCJA. A população local foi acrescida com o fluxo de migrantes oriundos dos diversos municípios sergipanos, motivados pelos novos empreendimentos residenciais que foram instalados na cidade. Somado a isso, houve incremento de novos veículos automotores à frota já existente.

Em especial na porção sul-sudoeste do território barracoqueirense o capital financeiro promoveu investimentos em obras de infraestrutura como em rodovias asfálticas, em construções e nos aspectos paisagísticos, a fim de possibilitar ao mercado imobiliário construir condomínios residenciais fechados, de alto padrão, para atrair parcela da população estadual provida de recursos financeiros, principalmente aqueles migrantes oriundos da capital sergipana que procurava se distanciar do centro urbano em busca de segurança, de conforto e de privacidade na cidade de pequeno porte. O que já era de se esperar.

Para se ter noção acerca do aumento no quantitativo de pessoas e de domicílios, apenas na rodovia José de Campos, nas proximidades da Praia da Costa, a área conjunta dos condomínios Complexo Alphaville, Residencial Damha, Costa Paradiso Clube Residenciale e do Makai Beach Resort equivalem a uma extensão territorial maior que a do bairro Atalaia Nova, sendo que toda essa área foi construída em metade de uma década, desde o início de 2010 (Gesteira, 2017) quando houve redução no número de licenciamentos em Aracaju e,

² Embarcações construídas de madeira que faziam o transporte de pessoas pelo rio Sergipe, conectando a Barra dos Coqueiros à capital Aracaju a um preço acessível. Por serem movidas a motor, produzia um som característico e esse som foi usado para nomear a embarcação. O meio de transporte deixou de ser utilizado em 2006, cedendo espaço para os transportes terrestres que se utilizaram da ponte para realizar a travessia.

por consequência, os empreendimentos migraram para ocupar o litoral de Barra dos Coqueiros, fato que reverbera em impactos ao ambiente.

E essa realidade pode ser constatada a partir do que foi estabelecido enquanto regionalização do perímetro urbano, definida no Plano Diretor Sustentável e Participativo (PDSP) de Barra dos Coqueiros de 2016, que organiza a cidade em macrozoneamentos e em áreas de diretrizes especiais. Em 2017, o adensamento urbano em Barra dos Coqueiros havia se concentrado na ZAP (Zona de Adensamento Preferencial) e nas ZABs (Zonas de Adensamento Básica: ZAB1, ZAB2 e ZAB3); embora a ZAP apresentasse melhores condições de infraestrutura para o sistema de transportes e para o comércio, os índices construtivos da ZAB eram maiores e incompatíveis com a infraestrutura oferecida, implicando em impactos socioambientais. Considerando o intervalo de tempo que se estende de 2004 a 2016, dados comprovam que “em 2004, as áreas construídas equivaliam a, aproximadamente, 10% da área total da Zona de Adensamento Preferencial e Básica; em 2016, representou um percentual de 27%”, ou seja, houve um aumento de 170% nas taxas de crescimento urbanístico no período analisado (Filgueiras e Teixeira, 2017, p. 143-144).

Esse instrumento de gestão municipal promoveu mudanças significativas na estrutura urbana, ao revogar a seção V do artigo 87 do PSDP da Lei Complementar 02/2008, aprovada em 23 de dezembro de 2008, em que constava a existência de zona rural. A partir de 2016, deixa de existir a zona rural e, conseqüentemente, os antigos povoados Capuã, Canal de São Sebastião, Jatobá, Olhos d'Água e Touro passaram a ser denominados de bairros, integrados, atualmente, à ZAB 2 (Zona de Adensamento Básico). Essa mudança se deu conforme a justificativa técnica do órgão gestor em que considera ZAB uma área de potencial urbanização, mas que apresenta déficit de infraestrutura, sistema viário, transporte, comércio e serviços, com loteamento mínimo de 250 m² e dois pavimentos com altura máxima de 8m.

Esse mecanismo de reconfiguração da estrutura urbana, aliada ao processo de ocupação acelerada do solo, em virtude da presença marcante do setor imobiliário, tem contribuído consideravelmente com o desmatamento das vegetações nativas que perdem espaço para as edificações construídas com materiais que retêm calor; aliado a isso, o incremento da frota de veículos automotores dos novos residentes da cidade corroboram na emissão de gases poluentes na atmosfera, podendo esses fatores serem apontados como causas prováveis de implicações ao comportamento térmico para a área de estudo.

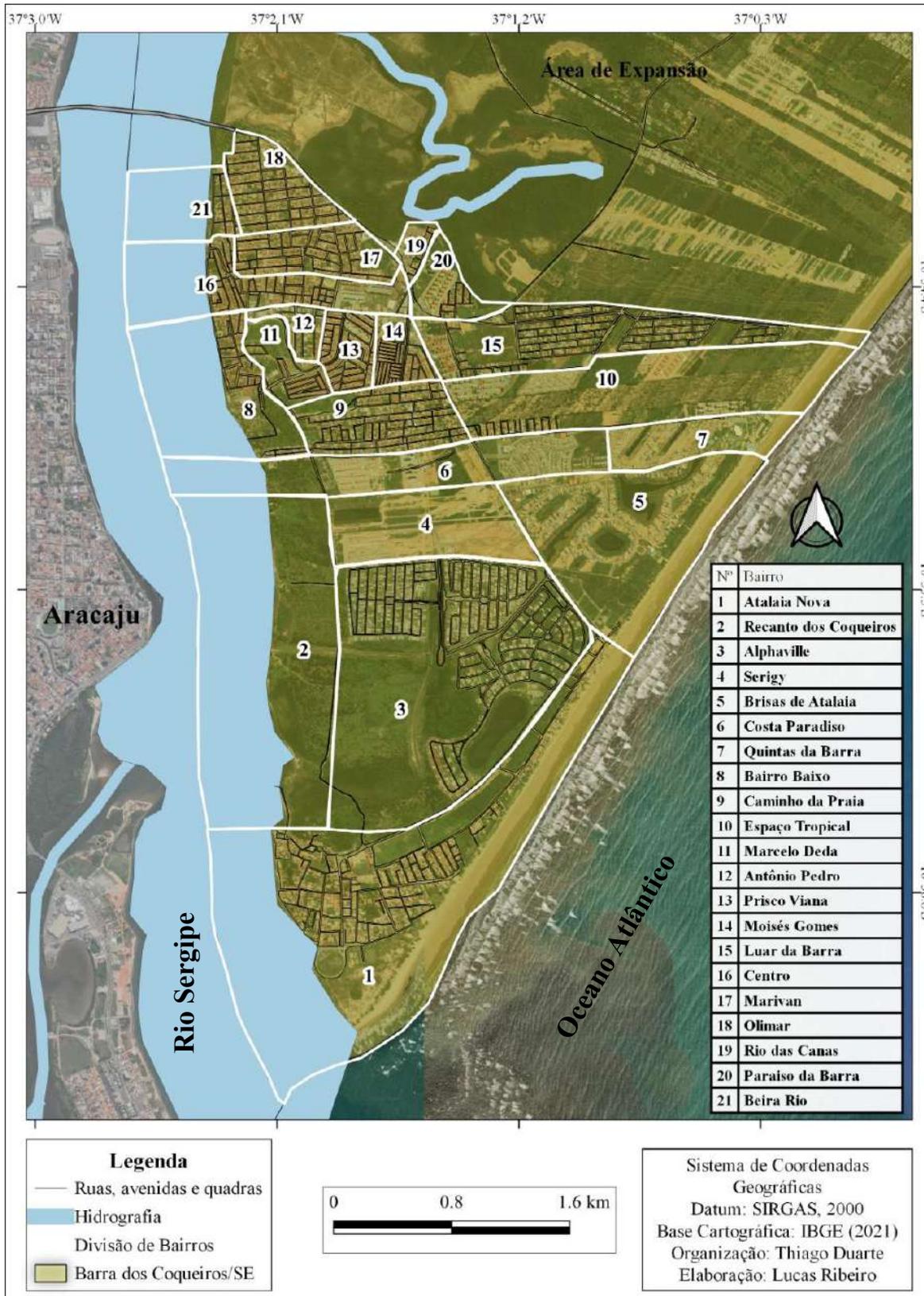
De acordo com os dados extraídos da plataforma virtual do DETRAN/SE (Departamento Estadual de Trânsito de Sergipe), Barra dos Coqueiros conta com a 12ª maior frota de veículos do estado de Sergipe. Existiam, em maio de 2023, cerca de 10.740 veículos que atendem a uma população aproximada de 42 mil habitantes, ou seja, o equivalente à existência de um veículo para cada quatro moradores. Porém, o fluxo de automóveis não se limita à frota municipal, uma vez que a cidade serve como entreposto para o deslocamento de veículos provenientes dos municípios limítrofes em direção à capital (322.501 veículos), a exemplo de Santo Amaro das Brotas (2764 veículos) e de Pirambu (1993 veículos).

Outro exemplo nítido de transformação da paisagem urbana barracoqueirense é representada na figura 2, situada na página seguinte, a qual evidencia os bairros em que houve intervenções urbanísticas. Dos vinte e quatro bairros em que está organizada politicamente a cidade, apenas dois deles (os bairros Recanto dos Coqueiros e Espaço Tropical) foram os que menos sofreram intervenções socioambientais. Os bairros sinalizados com os números 4, 5, 6 e 7 embora não tenham sido destacados, também apresentam intervenções, e correspondem aos condomínios residenciais de alto padrão arquitetônico.

As intervenções construtivas na ZAP e na ZAB, em 2016, ocorreram, sobretudo em áreas de proteção onde circundavam lagoas ou cursos de rios, local inapropriado à ocupação humana, como é o caso dos bosques de mangues e de outras espécies vegetais que compõem a diversidade botânica da região. Diante de tal desmatamento com vistas à ocupação urbana, a gestão governamental ainda celebra ter 40% de área verde do município conservada (Prefeitura Municipal de Barra dos Coqueiros, 2023). Porém o visível nas avenidas, nas praças públicas e por toda a área urbanizada da cidade é uma insignificante disponibilidade e distribuição das espécies arbóreas, impactando na redução do sombreamento.

Por sua vez, Filgueiras e Teixeira (2017) acrescentam outros impactos socioambientais resultantes do adensamento populacional que ocorreu mediante a expansão territorial do município ao longo dos últimos anos. Foram eles: aumento dos ruídos durante as obras de infraestrutura, produção de resíduos sólidos por conta das construções asfálticas e imobiliárias, impermeabilização de áreas verdes após desmatamento, pontos de alagamento em vias urbanas, assoreamento de corpos hídricos e mudanças na qualidade da água dos cursos naturais, alteração da topografia, compactação do solo e indícios de processos erosivos, além da alteração no fluxo dos ventos e aumento da temperatura local.

Figura 2 – Disposição dos bairros em Barra dos Coqueiros.



Fonte: IBGE (2021). Org.: O autor (2025).

Hipótese

Evidencia-se que essa acelerada urbanização em Barra dos Coqueiros pouco considera os aspectos ambientais vinculados à expansão urbana, corroborando a existência de uma série de impactos socioambientais decorrentes do uso e da ocupação do solo urbano de maneira inadequada, sendo alguns desses problemas associados à dinâmica que envolve o complexo sistema climático-ambiental, a exemplo do provável desconforto térmico causado, o que leva a fortes indícios de ocorrência de ilhas de calor naquela cidade, resultado das trocas de matérias e de energia estabelecidas entre as ações antrópicas intervencionistas na paisagem e na atmosfera.

Nesse contexto, a componente termodinâmica, associada ao canal de percepção do conforto térmico, inserida na teoria do sistema clima urbano (Monteiro, 1976), é aquela que, possivelmente, compromete, de certa maneira, a qualidade de vida da população barracoqueirense.

Assim, o pesquisador pretende averiguar sua hipótese e comprová-la mediante o desenvolvimento da tese, ao buscar analisar como as transformações nas paisagens urbanas em Barra dos Coqueiros têm favorecido a geração das ilhas urbanas de calor, visando a contribuir no desenvolvimento do planejamento ambiental bioclimático, quanto à aplicação de medidas preventivas e adaptativas para minimizar o desconforto térmico sentido pelos habitantes da cidade. Para tanto, o estudo englobará a dinâmica sistêmica, em seus níveis de interações socioambientais.

Questões norteadoras da pesquisa

Perante o cenário descrito, surgem as indagações que se estabelecem como questões da pesquisa: (i) Como as interações humanas na paisagem urbana da área de estudo afetam a dinâmica climática? (ii) No que concerne ao campo termodinâmico, quais são os impactos socioambientais decorrentes para a área de estudo? (iii) Que ações têm sido utilizadas para direcionar a um planejamento ambiental adequado, capaz de possibilitar conforto climático aos habitantes da cidade? (iv) Quais percepções são apreendidas pela população ao vivenciar a realidade socioambiental problematizada?

SEÇÃO I: PERCURSO METODOLÓGICO

Para pesquisar e para entender o clima urbano de uma determinada localidade como sendo resultante das intervenções paisagísticas torna-se imprescindível definir uma trajetória metodológica, onde cada passo implica em alcançar resultados, conforme proposto nos objetivos estabelecidos, construídos com base nas questões norteadoras da pesquisa. Sabendo disso, os procedimentos adotados satisfazem o rigor científico, e tomam como abordagem interpretativa para o fenômeno pesquisado a análise mista (qualitativa e quantitativa).

Neste trabalho de pesquisa foram utilizadas duas vertentes da ciência geográfica para analisar e explicar a problemática, ambas permeadas pela ótica sistêmica (Bertalanffy, 1968), de base estruturalista. São elas: a do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) e a do Sistema Socioambiental Urbano (S.A.U). Tais vertentes contribuem como subsídio de diagnósticos e análises aplicáveis ao planejamento e à gestão ambiental, visando a agregar sustentabilidade ao processo de desenvolvimento na organização da paisagem urbana em uma dada localidade.

A primeira vertente remete ao S.C.U., proposto por Monteiro (1976), e é essencial para investigar, mais especificamente, como as variabilidades climáticas ocorrem nas áreas urbanas em escala microclimática, pois é em tal escala “onde se produzem as mais diretas relações no homem urbano e nos seres vivos que dinamizam a paisagem urbana” (Monteiro, 1990, p. 93-94). Enquanto isso, a segunda vertente corresponde ao S.A.U., idealizado por Mendonça (2004), a qual é empregada como um complemento ao planejamento e à gestão das cidades, em especial na tentativa de elaborar e de aplicar medidas adaptativas ou de correção dos problemas para reestabelecer a ordem do sistema e para garantir a qualidade de vida aos habitantes da cidade.

Por conta da interação entre o ser humano e as intervenções na paisagem, considera-se importante a inserção na história do município cujo propósito consiste em compreender a dinâmica e a evolução da paisagem, e como os processos de urbanização influenciaram a forma como o homem construiu o tecido urbano. Nesse sentido, as transformações promovidas nas paisagens naturais e culturais da cidade de Barra dos Coqueiros servem como gatilho para investigar a dinâmica do clima urbano, em seu campo termodinâmico, principalmente no período atual em que as inúmeras transformações paisagísticas ocorreram

para atender às demandas do mercado imobiliário quanto à valorização do solo urbano e, conseqüentemente, da expansão urbana.

O arcabouço metodológico segue os procedimentos desenvolvidos em cada etapa ao longo de todo o trabalho de pesquisa. Num primeiro momento, cabe a identificação e a caracterização do padrão de uso e cobertura da terra, o que expressa a forma pela qual as paisagens foram alteradas e ocupadas pelo agente social para atender as necessidades de reprodução do sistema capitalista vigente. Assim, o levantamento dessas transformações por meio de produtos técnico-científicos oriundos do mapeamento e do sensoriamento remoto são essenciais para se fazer um diagnóstico a respeito dos padrões de evolução de uma determinada área, inserida ao planejamento e ao ordenamento territorial.

Tendo em vista cumprir a primeira etapa, o pesquisador agrupou as paisagens e **aplicou a técnica das zonas climáticas locais - ZCL** (Stewart; Oke, 2012) considerando um estudo adaptado por Cardoso (2015), onde cada zona climática foi definida com base no uso e na cobertura do solo e da propriedade física ‘temperatura’, encontrada na superfície dos diferentes arranjos espaciais da cidade, seja entre os elementos ambientais ou entre os elementos urbanos.

Para a execução desta fase, Anjos *et al.* (2025, p. 5) sugerem usar um “conjunto de ferramentas projetado para simplificar a análise de LCZ e UHI dentro de um ambiente de linguagem computacional” denominado LCZ_{4r} v0.1.0. Tal pacote foi desenvolvido na plataforma de programação R para fornecer diversas funções aos pesquisadores que trabalham com o clima urbano. Essas funções possibilitam aos usuários extraírem mapas de ZCL em escalas variáveis para qualquer área seca do mundo (desde bairros a cidades), bem como realizar modelagem espaço-temporal das IUC e calcular sua intensidade, e ainda calcular áreas de abrangência de cada LCZ e obter parâmetros (albedo, calor antropogênico, fator de visibilidade do céu, rugosidade do terreno, fração de superfície permeável), além de interpolar dados utilizando LCZ como pano de fundo.

A finalização desta etapa metodológica consistiu em identificar as ilhas urbanas de calor atmosférica (Amorim, 2019; Lima e Galvani, 2020; Araújo *et al.*, 2022; Chegury *et al.*, 2022), bem como a definição das intensidades com base na coleta de dados pelo transecto móvel, tendo sido esses dados tabulados em planilhas e posteriormente processados em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) do tipo Qgis v. 3.34.12 – Pritzen.

Em síntese, os procedimentos aplicados para classificar as paisagens urbanas de Barra dos Coqueiros e que correspondem ao primeiro objetivo específico desta pesquisa podem ser encontrados na figura 17, etapa 1, na página 65. Tais procedimentos envolveram o trabalho de gabinete (Mazucato, 2018) ao se trabalhar com informações cartográficas e de sensoriamento remoto para posterior análise dos dados.

A segunda macro etapa metodológica (ver figura 17, etapa 2, na página 65) **consiste em** responder parte da primeira questão, assim como a segunda questão da pesquisa, que se encarregou de **investigar e comparar o comportamento térmico urbano** (espacial e temporal da cidade entre os anos 1988 e 2024), a fim de explicar como a variável temperatura contribui na formação de núcleos de alta temperatura no espaço intraurbano, bem como interfere na qualidade de vida dos habitantes.

Nesse intuito, a aplicação da metodologia do sistema clima urbano proposta por Monteiro (1976) baseia-se em um raciocínio analítico-dedutivo, numa perspectiva sistêmica, e implica que sejam realizadas anotações complementares e trabalhos de campo contendo observações móveis e episódicas acerca da temperatura. Com vistas à elaboração do S.C.U da Barra dos Coqueiros, nas especificidades do campo termodinâmico, as técnicas empregadas foram: i) reconhecimento de campo para a utilização de transectos móveis; ii) sensoriamento remoto por fotos aéreas e por imagens de satélite para definir as zonas climáticas locais; e iii) modelagem digital para produzir os mapas de ilhas de calor.

O reconhecimento de campo (Mazucato, 2018) é estratégia imprescindível para identificar a interferência dos diferentes tipos de uso e de ocupação da terra e da topografia sobre o campo térmico em Barra dos Coqueiros, onde a temperatura do ar foi monitorada por transecto móvel em horário específico e em período representativo para o clima regional.

A utilidade do transecto móvel é útil quando se pretende entender as mudanças meteorológicas e sua relação com o espaço geográfico, a fim de utilizar as informações coletadas para se pensar em questões estratégicas relacionadas ao planejamento bioclimático urbano. Assim, a escolha pela técnica se dá porque além da sua importância, o equipamento é relativamente barato e de fácil operacionalização, sendo que a disposição dos pontos amostrais pela estrutura urbana considerou as especificações descritas em Monteiro (1990), a saber: a) o caráter geocológico das unidades morfológicas, independentes de serem

naturais ou culturais; b) morfologia e funções integradas da estrutura urbana; c) locais onde a dinâmica urbana é mais intensa.

Valnir Júnior e Santos (2020) abordam em seu trabalho instruções fundamentais para a padronização dos procedimentos de coleta e de análise de dados em pesquisas que envolvam o método dos transectos móveis para evitar possíveis interferências durante a coleta dos dados. Para este intento e de acordo com o contexto urbano da área de estudo, a fim de comparar o comportamento da variável ‘temperatura’, observada em diferentes zonas de ocupação do solo urbano, optou-se pela sequência de procedimentos descrita:

1º passo: confecção de uma haste de PVC (policloreto de vinila, figura 3): mediante a aquisição de cano em material PVC de 1,10 m de comprimento, utilizou-se a trena elástica (*Spanta* 5m x 18mm) para medir a distância de dez centímetros desde a base do cano onde ficaria a tampa até o limite máximo onde foram desenhados os furos (essenciais para a entrada de ar no interior do material, a fim de evitar o superaquecimento, e, conseqüentemente, promover coleta imprecisa da temperatura do ar); na sequência, fez-se uso da furadeira de impacto *Black&Decker Madril 3/8” 560W 127v TM500BR* no intuito de produzir trinta e dois furos (de 5 mm, cada um) ao longo da circunferência do cano, em área previamente definida. Na tampa acoplada ao cano foram feitos dois furos, essenciais para a passagem da abraçadeira de *nylon* (*Ecoline*, de 4,8 x 250mm), útil para pendurar o termômetro, mantendo-o seguro, a fim de evitar a queda durante o percurso.

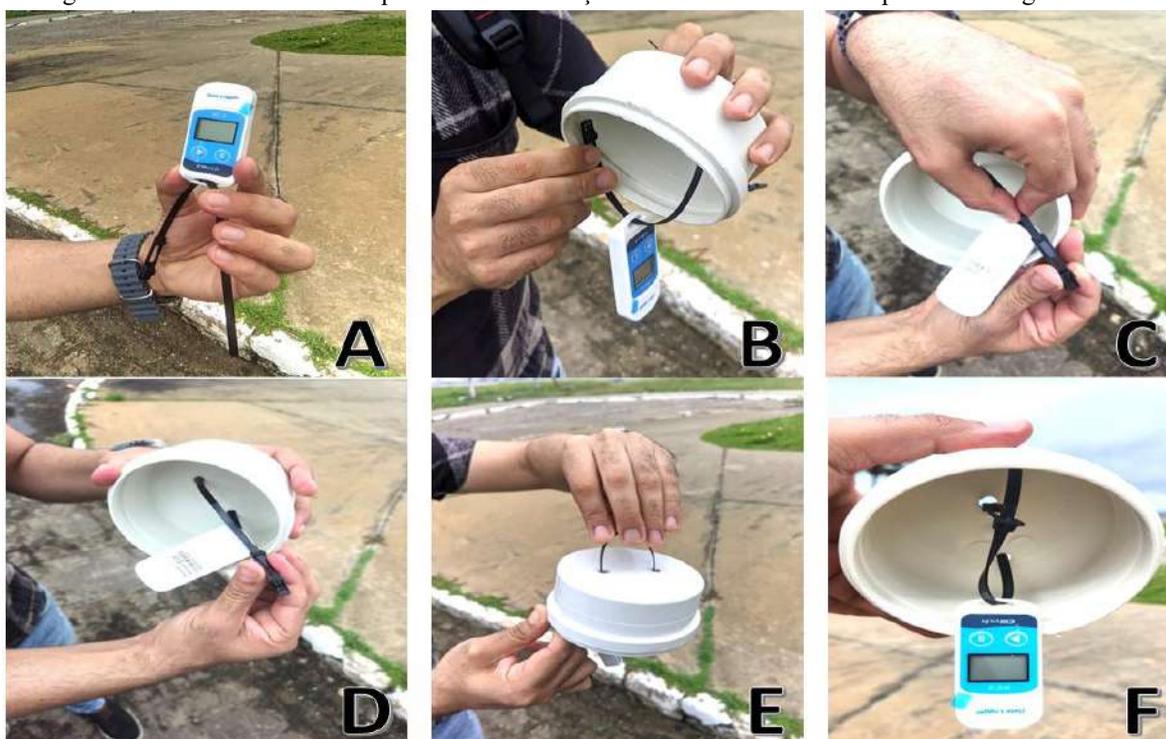
Figura 3 – Materiais utilizados na confecção da haste de PVC.



Fotos e organização: O autor (2025).

2º passo: instalação do termômetro digital na haste de PVC (figura 4): após a produção da haste, no interior dela, acoplou-se um termômetro digital *Data Logger RC-5 Elitech*, versão V2.1, aparelho utilizado para registrar a temperatura do ar. Com um sensor externo embutido, após calibração de dez minutos, foi possível ao termômetro armazenar na memória interna as leituras das medições, perfazendo, em média, 340 registros por dia de coleta; houve, portanto, um intervalo de tempo pré-programado de dez segundos entre um registro e outro.

Figura 4 – Procedimento autoexplicativo de instalação do termômetro a ser acoplado no abrigo de PVC.

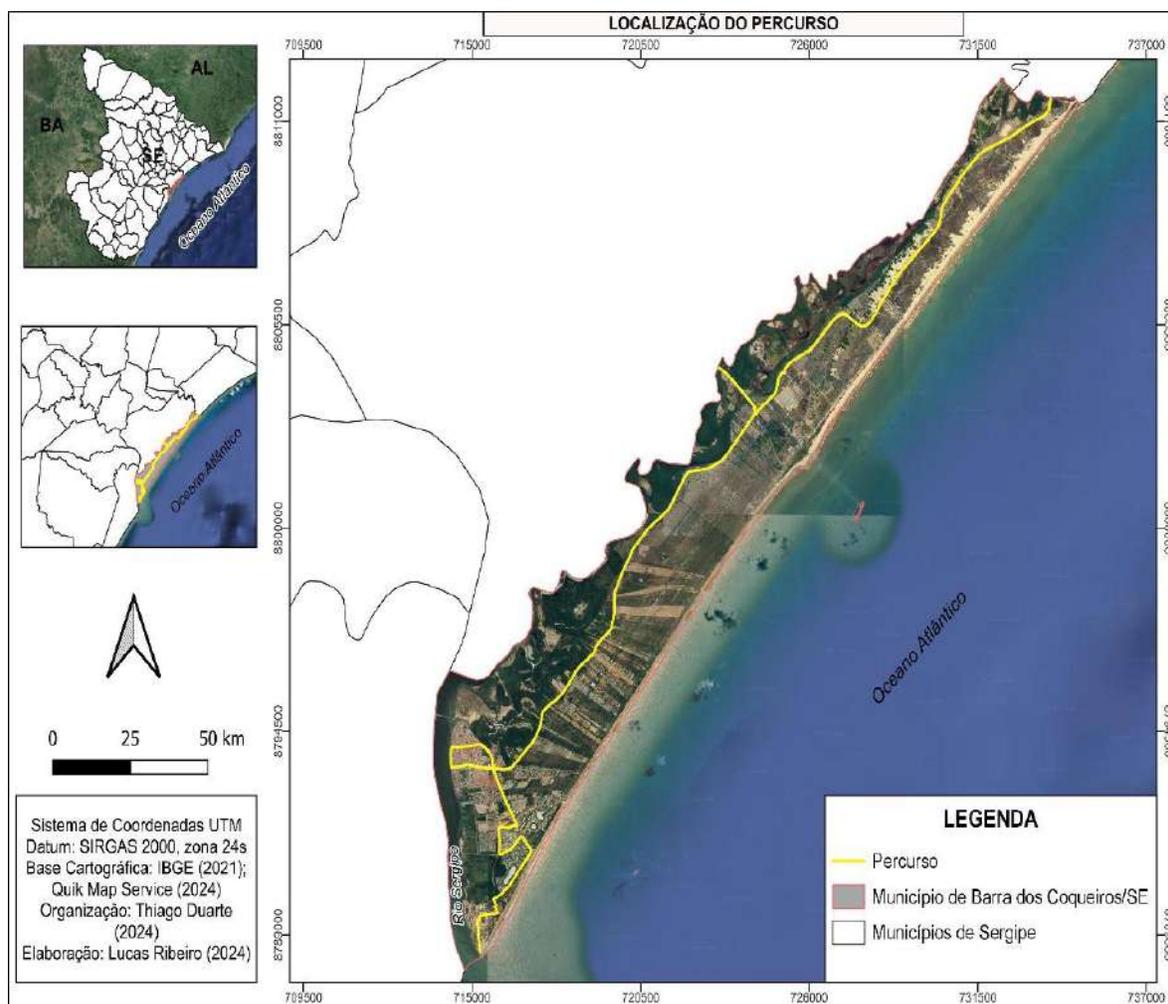


Fotos: Luiz Meireles (2024). Organização: O autor (2025).

3º ponto: definição do percurso (figura 5): O percurso aproximado de 42,5 km (figura 5) variou, em média, de 57 a 59 minutos, e ocorreu pela manhã, das 9h às 10h (-3 GMT: *Greenwich Mean Time*), em condições atmosféricas estáveis (com ventos fracos e céu limpo, isto é, com ausência de nuvens e sem precipitação pluviométrica). Geralmente, tais medições são realizadas no período noturno porque não há incidência de radiação solar e, por conta desse fator, não há a necessidade imediata de abrigar o sensor. Também é nesse período que a variável temperatura do ar não exprime mudanças bruscas, o que favorece a coleta desde o primeiro ao último valor na mesma faixa térmica horária (Amorim, 2020). Entretanto, a

opção por fazer no turno da manhã se deu pelo fato de se caracterizar como um momento intermediário após o início do aquecimento da superfície e para preservar a segurança do pesquisador e do condutor do veículo, haja vista os índices de violência que acometem a área de estudo durante o período noturno.

Figura 5 – Percurso adotado para o registro de temperatura em Barra dos Coqueiros.



Fonte: SIRGAS 2000. Org.: O autor (2025).

4º passo: escolha do veículo e da velocidade ideais para a coleta de dados (ver figura 6): para a coleta precisa da variável atmosférica temperatura, o termômetro inserido no interior da haste de PVC manteve-se disposto a uma distância de 1,5m do chão, tendo sido o abrigo segurado firmemente pelo pesquisador, enquanto o condutor percorria a rota estabelecida após reconhecimento de campo, em um único veículo (motocicleta).

Figura 6 – Veículo e velocidade adotados para a coleta de dados.

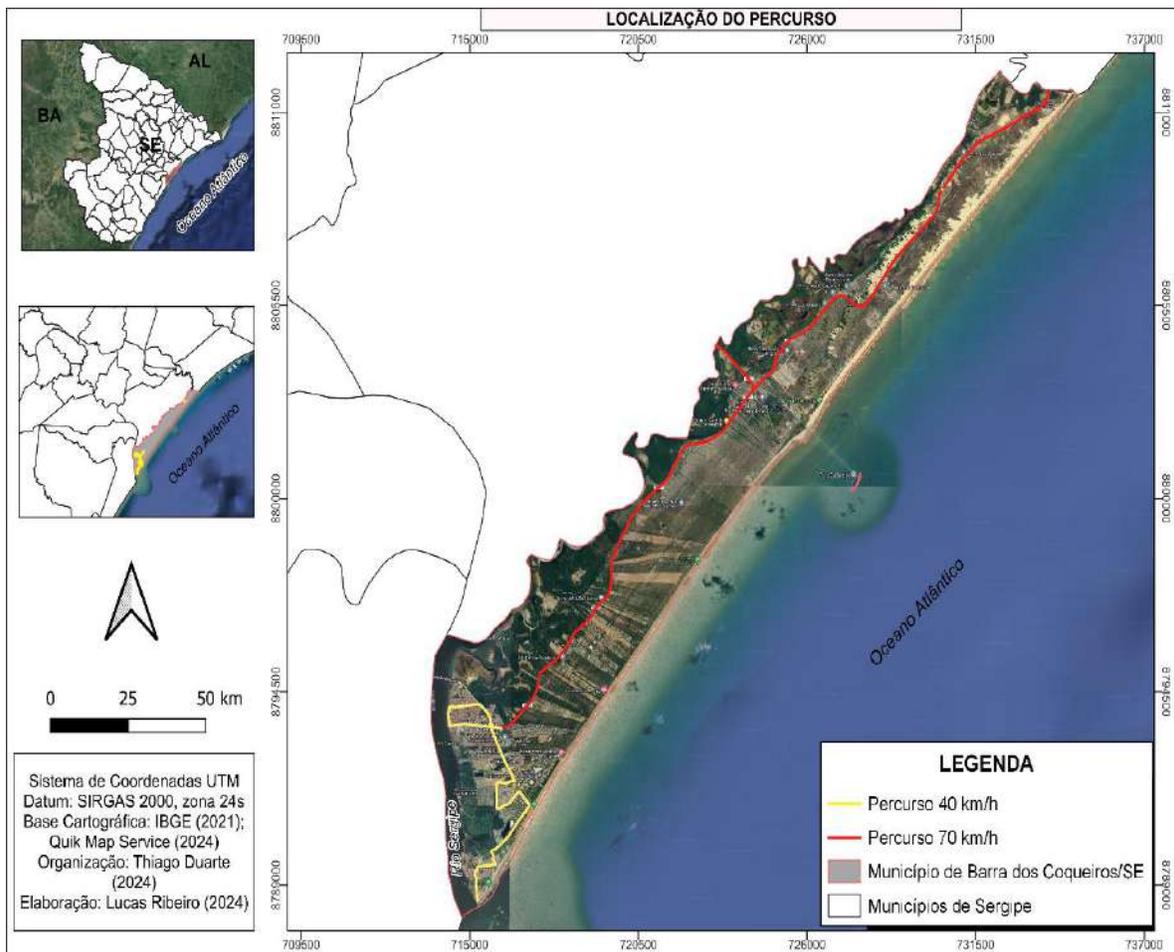


Legenda: A – modelo da motocicleta: FAZER FZ15, 150 cilindradas, Yamaha, ano 2024.
B – velocidade média de 40 Km/h no perímetro urbano de maior densidade populacional.
C – velocidade média de 70 Km/h no perímetro urbano de menor densidade populacional.
D – técnica adotada para a coleta de dados de temperatura.

Fotos: A, B, C: O autor (2024); foto D: Annanda Suzana (2024). Organização: O autor (2025).

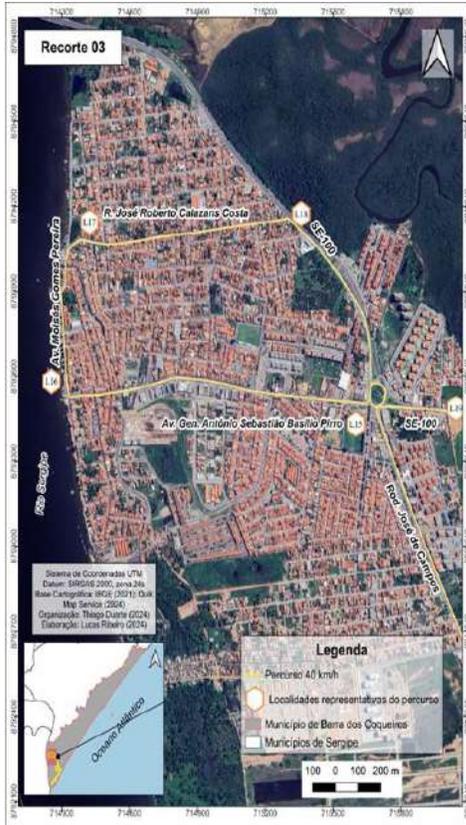
Considerando o percurso, a escolha do veículo e a lei nacional de trânsito, foi preciso averiguar a velocidade ideal a ser utilizada em diferentes porções do perímetro urbano (figura 7) para que a coleta de dados pudesse ser realizada em tempo cronológico inferior a uma hora. Assim, adotou-se a velocidade média constante de 40 km/h pelo perímetro urbano de maior fluxo de pessoas e de veículos (desde a porção sul-sudoeste da cidade até o início da rodovia SE-100, com duração média de vinte e quatro minutos); o alcance médio de 70 km/h de velocidade estendeu-se por toda a rodovia SE-100 até o limite municipal com Pirambu (com duração média de trinta e quatro minutos), perímetro este com menor quantitativo de pessoas e de veículos quando comparado à região mais povoada da cidade.

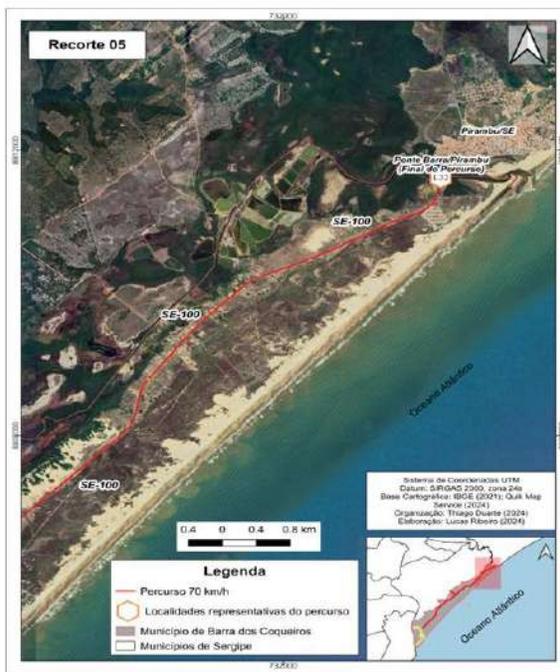
Figura 7 – Velocidades adotadas ao longo do percurso.



Fonte: SIRGAS 2000. Org.: O autor (2025).

5º passo: georreferenciamento do percurso: tomando como base o itinerário pré-definido, e considerando coletar dados de localidades representativas para cada ZCL, foi necessário georreferenciar a rota e, para tanto, buscou-se auxílio do *software BasicAirData GPS Logger*, um aplicativo que pode ser utilizado no *smartphone*, e se propõe a gravar a posição e o caminho durante um intervalo de tempo pré-programado de dez segundos, além de ter precisão na determinação da altura ortométrica (a altitude acima do nível do mar); os arquivos gravados podem ser visualizados em outros aplicativos e compartilhados em formato KML, GPX e TXT. A figura 8 apresenta o percurso, em imagem de satélite, segmentado em cinco recortes espaciais, e o associa às fotografias das localidades, a fim de facilitar o entendimento da rota traçada.





Fonte: SIRGAS 2000. Fotos e organização: O autor (2025).

O registro de dados utilizando o transecto móvel ocorreu em dois períodos: em um primeiro momento, a coleta foi monitorada durante o inverno local (ver no quadro 2 as datas de ocorrência da coleta de dados), estendendo-se de 11 a 20 de julho de 2024, totalizando oito dias de idas ao campo, sendo uma utilizada para o reconhecimento da área.

Quadro 2 – Discriminação dos dias de coleta durante o inverno de 2024.

Dia da coleta de temperatura	Horário de início da coleta	Horário do término da coleta	Estação do ano	Justificativa
04/07/2024	—	—	—	Reconhecimento de campo. Portanto, não houve coleta.
11/07/2024	08h59	09h57	Inverno	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.
12/07/2024	09h06	10h04	Inverno	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.
13/07/2024	—	—	—	Tempo chuvoso, inapropriado para a coleta.
14/07/2024	—	—	—	Tempo chuvoso, inapropriado para a coleta.
15/07/2024	08h59	09h57	Inverno	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.
16/07/2024	—	—	—	Tempo chuvoso, inapropriado para a coleta.
17/07/2024	08h59	09h57	Inverno	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.
18/07/2024	09h00	09h57	Inverno	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.
19/04/2024	09h00	09h58	Inverno	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.
20/04/2024	09h00	09h58	Inverno	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.

Fonte e organização: O autor (2025).

É importante ressaltar que por três dias houve precipitação em decorrência do tempo chuvoso e por isso não pode ser feita a coleta (13/07, 14/07 e 16/07). Os dados considerados válidos para estudo correspondem às amostras coletadas nos demais sete dias.

Em um segundo momento, a coleta ocorreu durante o período de 05 a 16 de janeiro de 2025, perfazendo um total de sete dias de coleta. Durante esse período, houve interrupção da coleta devido às condições instáveis do tempo meteorológico. O quadro 3, abaixo, destaca as datas de ocorrência do registro de dados durante o verão (estação quente) local.

Quadro 3 - Discriminação dos dias de coleta durante o verão de 2024/2025.

Dia da coleta de temperatura	Horário de início da coleta	Horário do término da coleta	Estação do ano	Justificativa
03/01/2025	08h58	09h57	Verão	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.
04/01/2025	—	—	Verão	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta. Porém o pesquisador estava impossibilitado.
05/01/2025	09h00	09h57	Verão	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.
06/01/2025	09h00	09h59	Verão	Tempo parcialmente ensolarado, apropriado para a coleta.
07/01/2025	09h00	09h57	Verão	Tempo parcialmente ensolarado, apropriado para a coleta.
08/01/2025	09h00	09h56	Verão	Tempo parcialmente ensolarado, apropriado para a coleta.
09/01/2025	09h00	09h58	Verão	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.
10/01/2025 a 15/01/25	—	—	Verão	Tempos nublado, chuvoso ou tempestuoso, inapropriados para a coleta.
16/01/2025	09h00	09h58	Verão	Tempo ensolarado, apropriado para a coleta.

Fonte e organização: O autor (2025).

6º passo: produção de arquivos informatizados por meio dos dados coletados em campo: após a obtenção dos dados provenientes dos transectos, eles foram depositados no *software ElitechLogWin* (figura 9A) onde foram lidos, analisados e organizados em arquivos brutos no formato de planilha eletrônica Excel 2021 da empresa *Microsoft Corporation*, bem como em arquivos nas extensões PDF, TXT, ESF, ELT (figura 9B); o propósito foi discriminar as datas das ocorrências e as variâncias entre as temperaturas mínimas e as temperaturas máximas no período delimitado para o trabalho, ajudando o pesquisador a comparar as informações com os dados de reanálise de satélites, obtidos em um banco de dados diários disponibilizado pelo CAMS (*Copernicus Atmospher Monitoring System*), em que consta

informações para todos os municípios do Brasil, mas que foram selecionados apenas os dados referentes à área de estudo.

Figura 9 – Página inicial do *software ElitechLogWin*.



Foto e organização: O autor (2025).

Ainda se referindo à segunda etapa, a fim de se obter compreensão mais completa acerca das condições atmosféricas atuantes durante os registros realizados com o transecto móvel, tanto em escala temporal quanto em escala espacial, o procedimento adotado foi a revisão da literatura específica, bem como as cartas sinóticas aliada aos boletins técnicos além da utilização de mapas temáticos que versam a respeito das variáveis atmosféricas

utilizadas durante a pesquisa, tendo sido todas as representações disponibilizadas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

No caso das cartas sinóticas, as informações adquiridas têm procedência SYNOP (*Surface Synoptic Observations* ou Observações Sinóticas à Superfície), que é um código numérico internacional usado por estações meteorológicas para reportar informações sobre condições meteorológicas à superfície. O INMET utiliza este código para coletar e transmitir dados de suas estações, contribuindo para a rede meteorológica global.

Tanto as cartas sinóticas quanto os mapas temáticos que apresentam dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento são produzidos com base no COSMO 7x7km (*Consortium for Small-scale Modeling* ou Consórcio para Modelagem em Pequena Escala), que é um modelo de previsão numérica de tempo (NWP) de alta resolução (7 quilômetros de resolução horizontal) e não hidrostático, utilizado para prever a evolução do clima com detalhes que modelos convencionais não conseguem captar. Como o INMET faz parte de um consórcio internacional, o modelo fornece previsões para o Brasil com dados gerados duas vezes ao dia e com validade de 3 dias, para auxiliar na previsão de fenômenos meteorológicos.

Esta terceira e última macro etapa da pesquisa (ver figura 17, etapa 3, na página 65) responde à terceira e à quarta questões norteadoras, **sendo organizada em dois momentos: i) cálculos de índice de conforto térmico e ii) a investigação por dados qualitativos acerca das percepções dos moradores**, etapas indispensáveis, uma vez que os habitantes da área de estudo tiveram a possibilidade de relacionar as condições de tempo que experienciaram no decorrer de suas vidas.

Diante de tal conjuntura, a fim de que fossem realizados os cálculos dos índices de conforto térmico para a área de estudo, informações da série histórica (1988 a 2024) para a variável temperatura foram obtidas com o auxílio do *software* Estima_T³ 2.0[©] onde foi

³ Estima_T 2.0 é um programa computacional que foi produzido em 2003 por estudiosos integrantes ao Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande, com o propósito de estimar a temperatura do ar das cidades nordestinas. O *software* regionalizou o Nordeste do Brasil em três áreas: 1 (Maranhão e Piauí); 2 (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco) e 3 (Alagoas, Sergipe e Bahia). Para cada uma dessas áreas foram determinados os coeficientes da função quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude. Por meio do Estima_T é possível ao usuário obter dados ao selecionar as opções do mês e da área, além das opções de estimativa por postos convencionais, por pontos específicos ou pela série histórica da localidade. Após a escolha pelo tipo de estimativa, será exibido um relatório com dados que se estendem de 1950 até o ano de 2024.

possível escolher a região 3 (representada pelos estados de Alagoas, Sergipe e Bahia), os meses específicos e a opção estimar série (figura 10A). Uma nova aba foi aberta (figura 10B) para serem inseridas as coordenadas geográficas (latitude, longitude, além da altitude) e o nome da localidade, ou seja, da área de estudo. Na sequência, clicou-se no botão calcular para adquirir um relatório (figura 10C) contendo as temperaturas média, máxima e mínima, mês a mês, desde janeiro de 1950 até novembro de 2024 para a localidade escolhida. Por fim, salvou-se o relatório em formato de arquivo .txt. (figura 10D).

Figura 10 – Abas do software Estima_T contendo as etapas para a aquisição de dados.

A Estima_T - 2.0

Mês específico: Todos

Opções de estimativa: Estima série

Parâmetros selecionados: Área 3: Alagoas, Sergipe e Bahia; Mês: Todos; Opção: Nenhuma

B Estima_T - 2.0 - Define coordenadas do local

Área 3: Alagoas, Sergipe e Bahia

Longitude - (44° - 35° W): -37,0

Latitude: (18° - 9° S): -10,9

Altitude: (0 - 1300 m): 5

Nome da localidade: Barra dos Coqueiros/SE

Botões: Calcular, Cancelar

C Estima_T - 2.0 - Relatório: dados.txt

Arquivo Editar Opções Sair

Área 3: Alagoas, Sergipe e Bahia

Localidade: Barra dos Coqueiros/SE

Longitude: -37,0°

Latitude: -10,9°

Altitude: 5m

Temperaturas (°C) Média, Máxima e Mínima

Ano	Mês	T-Med	T-Max	T-Min
1950	01	25,75	30,84	21,08
1950	02	25,77	30,74	21,14
1950	03	26,01	30,79	21,46
1950	04	25,36	29,64	21,03
1950	05	24,23	27,91	20,35
1950	06	23,32	26,84	19,53
1950	07	22,54	26,26	18,71
1950	08	22,19	26,16	18,11
1950	09	22,91	27,08	18,69
1950	10	24,16	28,60	19,80
1950	11	24,89	29,79	20,30
1950	12	25,38	30,49	20,69

D Estima_T - 2.0 - Relatório: dados.txt

Arquivo Editar Opções Sair

Novo

Abrir

Salvar como...

Sair

Área 3: Alagoas, Sergipe e Bahia

Localidade: Barra dos Coqueiros - SE

Temperaturas (°C) Média, Máxima e Mínima

Ano	Mês	T-Med	T-Max	T-Min
1950	01	25,75	30,84	21,08
1950	02	25,77	30,74	21,14
1950	03	26,01	30,79	21,46
1950	04	25,36	29,64	21,03
1950	05	24,23	27,91	20,35
1950	06	23,32	26,84	19,53
1950	07	22,54	26,26	18,71
1950	08	22,19	26,16	18,11
1950	09	22,91	27,08	18,69
1950	10	24,16	28,60	19,80
1950	11	24,89	29,79	20,30

Fonte: Software Estima_T 2.0[©]. Organização: O autor (2025).

Quanto às variáveis umidade relativa do ar e velocidade do vento para o período de 1988 a 2024, as informações foram obtidas no site do INPE/INMET (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Instituto Nacional de Meteorologia). Entretanto, não foi possível conseguir os dados dessas variáveis para a cidade de Barra dos Coqueiros, em virtude de a área de estudo não ter estação meteorológica. A localidade mais próxima e que detém estação meteorológica é Aracaju. Por essa razão, foram utilizados os dados de umidade relativa do ar e de velocidade do vento coletados da estação oficial 83096 (WSI 0-76-0-2800308000W83096) do INMET, localizada no aeroporto da capital sergipana, cidade esta que polariza a dinâmica urbana da Grande Aracaju, da qual a área de estudo se insere.

Em seguida, a organização das informações relativas às variáveis (temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura média, umidade relativa do ar e velocidade do vento) foram realizadas na planilha eletrônica Excel (Microsoft Office 2021), ferramenta essencial na etapa de tabulação. O procedimento sequencial foi submeter no *software R4* a planilha contendo os dados a serem empregados nos cálculos das equações que se designam: i) índice de calor para cidades quentes, recomendado por Kusch *et al.* (2004), adaptado de Steadman (1979); ii) índice de temperatura efetiva em função do vento, sugerido por Missenard (1937); e o iii) o índice de desconforto térmico humano proposto por Thom (1959).

Índice de Calor (*Heat Index* – HI)

$$HI=16,923+[(1,85212*10^{-1})*t_a]+(5,37941*UR)-[(1,00254*10^{-1})*t_a*UR]+[(9,41695*10^{-3})*t_a^2]+[(7,28898*10^{-3})*UR^2]+[(3,45372*10^{-4})*t_a^2*UR]-[(8,1497*10^4)*t_a*UR^2]+[(1,02102*10^{-5})*t_a^2*UR^2]-[(3,8646*10^{-5})*t_a^3]+[(2,91583*10^{-5})*UR^3]+[(1,42721*10^{-6})*t_a^3*UR]+[(1,97483*10^7)*t_a*UR^3]-[(2,18429*10^{-8})*t_a^3*UR^2]+[(8,43296*10^{-10})*t_a^2*UR^3]-[(4,81975*10^{-11})*t_a^3*UR^3]$$

(equação 1)

Onde: *HI*: índice de calor

UR: umidade relativa do ar (em %)

t_a: temperatura do ar (em °F)

⁴ *R* é uma linguagem de programação interpretada por comandos computacionais que apresenta uma ampla variedade de técnicas estatísticas e gráficas destinadas à manipulação, à análise e à visualização de dados.

$$\text{Conversação de } ^\circ\text{F para } ^\circ\text{C:} \\ (^\circ\text{F} - 32) / 1.8$$

(equação 2)

Índice de Temperatura Efetiva em função do Vento

$$TEv = 37 - (37 - T) / [0,68 - 0,0014UR + 1 / (1,76 + 1,4v \cdot 0,75)] - 0,29T \cdot (1 - UR / 100)$$

(equação 3)

Onde: *TEv*: temperatura efetiva em função do vento (em °C)

T: temperatura do bulbo seco (em °C)

UR: umidade relativa do ar (em %)

v: velocidade do vento (em m/s)

Índice de Desconforto Térmico

$$IDT = T - 0,55 \cdot (1 - 0,01 \cdot UR) \cdot (T - 14,5)$$

(equação 4)

Onde: *IDT*: índice de desconforto térmico (em °C)

T: temperatura do ar (em °C)

UR: umidade relativa do ar (em %)

Para cada índice, foram produzidos cálculos remetendo a dois contextos diferentes, de acordo com as médias mensais de períodos distintos. Portanto, foram feitos dezesseis cálculos no total para abranger todas as variáveis e índices envolvidos na pesquisa, a saber: temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média, umidade relativa do ar, velocidade do vento, *TEv*, *IDT* e *HI*. Enquanto o primeiro contexto remete ao período anterior à construção da PCJA (os dezoito anos anteriores: 1988 a 2005), o segundo contexto faz menção ao período posterior à construção dela (os dezoito anos posteriores: 2007 a 2024).

Com os resultados das equações (1 a 4) citadas anteriormente, foi essencial classificá-los em níveis de sensação térmica humana para o ambiente externo da cidade de Barra dos Coqueiros. Em seguida, foram produzidos gráficos com o desígnio de comparar os recortes temporais e averiguar se predomina, atualmente, a condição de conforto ou

desconforto térmico urbano, considerando a análise das tendências de temperatura mínima, máxima e média para a série histórica (1988 a 2024). Tais representações foram construídas com base nas equações, tendo os cálculos dos índices sido realizados nos pacotes Therminde (Castelhana, 2017) e Weathermetrics (Anderson *et al.*, 2013).

Neste trabalho foram empregados, também, dois métodos não-paramétricos para avaliação das séries históricas utilizadas, a fim de identificar tendências temporais e mudanças ocorridas em momentos específicos: são eles o teste de Mann-Kendall (1945;1975) com modificações para séries autocorrelacionadas e o teste de Pettitt (1979). Os métodos não paramétricos servem para analisar dados experimentais que não seguem uma distribuição normal. Eles são mais flexíveis e podem se adaptar a uma variedade maior de formas de distribuição, sendo úteis para comparar grupos ou testar hipóteses.

De acordo com Azevedo (2019, p. 22), a utilização de testes distintos possibilita ao pesquisador fazer “comparações quanto à sensibilidade e as especificidades de cada método, considerando suas vantagens e limitações, além de possibilitar uma caracterização abrangente da amostra”. Em ambos os métodos foi utilizado nível de significância (α) de 5%. Associados aos testes Mann-Kendall e Pettitt, foram utilizados indicativos essenciais para entender a tendência dos dados, a exemplo dos coeficientes TAU e P-VALUE (ou p-valor).

Conforme observado por Monteiro (1976) e por Mendonça (2001) em seus respectivos modelos (S.C.U e S.A.U.), há a necessidade de se viabilizar a autorregulação do sistema quando este apresenta disfunções. Para tanto, foram apontadas as medidas mais adequadas, voltadas ao planejamento e à gestão socioambiental destinadas a atender a realidade socioambiental da cidade de Barra dos Coqueiros/SE, em especial para reduzir ou evitar a condição de desconforto térmico em ambientes externos da cidade.

Para tanto, integra essa última etapa metodológica a análise do Plano Diretor Sustentável e Participativo (datado do ano 2008 e suas reformulações posteriores), bem como dos instrumentos legais e leis complementares (na escala temporal de 2000 a 2024) relacionados à implementação de ações socioambientais em território barracoqueirense, além das atas produzidas pela Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (no período de 2021 a 2024), documentos esses disponibilizados pela Câmara Municipal de Barra dos Coqueiros e obtidos, também, por meio da *homepage* da prefeitura da Barra dos

Coqueiros sob o domínio www.barradoscoqueiros.se.gov.br/legislacoes-e-atos, onde é possível filtrar a consulta pelo número da lei, pelo ano e pela categoria, conforme sugere a figura 11.

Figura 11 – Consulta virtual das legislações e atos publicados pela gestão municipal.



Prefeitura Municipal de Barra dos Coqueiros INÍCIO PREFEITURA ▾ ESTRUTURA ▾ NOTÍCIAS CONTROLE SOCIAL ▾ SERVIÇOS ▾

PÁGINA

Início / Legislações e Atos

Legislações e Atos

Número Ano Categoria

2022 ▾ Leis ▾ **FILTRAR** **LIMPAR**

Legislação	Categoria	Titulo
1133/2022	Leis	LEI Nº 1133.2022 - DISPÕE SOBRE DENOMINAÇÃO DE ESPAÇO PÚBLICO DO MUNICÍPIO.
1132/2022	Leis	LEI Nº 1132.2022 - INSTITUI O PROGRAMA MUNICIPAL DE DANÇA PARA MELHOR IDADE NA BARRA DOS COQUEIROS E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.
1131/2022	Leis	LEI Nº 1131.2022 - INCLUI NO CALENDÁRIO CULTURAL DE BARRA DOS COQUEIROS A FESTA DE MARUJO PEIXOTO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.
1130/2022	Leis	LEI Nº 1130.2022 - DENOMINA NOME DO MERCADO MUNICIPAL E DETERMINA OUTRAS PROVIDÊNCIAS NO ÂMBITO DO MUNICÍPIO DE BARRA DOS COQUEIROS.
1129/2022	Leis	LEI Nº 1129.2022 - INSTITUI O PROGRAMA DE INCLUSÃO PRODUTIVA E QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL NO ÂMBITO DO MUNICÍPIO DE BARRA DOS COQUEIROS E DÁ PROVIDÊNCIAS CORRELATAS.

Fonte: Prefeitura de Barra dos Coqueiros. Org.: O autor (2025).

Com base nos instrumentos de planejamento urbano citados no parágrafo anterior e em tudo o que foi produzido de dados primários e secundários ao longo da investigação, o pesquisador buscou sugerir diretrizes de planejamento ambiental urbano que orientassem uma nova discussão no PDSP em Barra dos Coqueiros.

É importante ressaltar que a avaliação climática não tenciona desconsiderar a dinâmica social, apreendida pelo olhar perceptivo, captado pelas sensações vivenciadas no cotidiano, obtidas com as respostas ao questionário. E para atender ao propósito de averiguar as percepções da população residente com base nas condições de tempo, e mais especificamente em relação ao (des)conforto térmico, no recorte espacial analisado, foram aplicados questionários semiestruturados (ver apêndice A, p. 302).

O questionário passou por análise do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), tendo sido aprovado mediante o parecer de número 6.288.398/CAAE (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética): 68315623.3.0000.5546 (ver anexo E, p. 273) com base em exigências prévias, tais quais a necessidade de se cumprirem os requisitos contidos no Termo de Compromisso e Confidencialidade (ver anexo A, p. 265), bem como no Termo de Compromisso para Utilização dos Dados (TCUD, ver anexo B, p. 266), também no Termo de Autorização e Existência de Infraestrutura (ver anexo C, p. 267), além das cláusulas existentes no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, ver anexo D, p. 268). Gil (2019) e Markus (2019) entendem que os questionários são uma técnica de investigação apresentada por escrito às pessoas cujo objetivo é conhecer opiniões, interesses, expectativas e situações vivenciadas etc.

A relação de vivência com a cidade foi a premissa básica para a realização do questionário. Entende-se que a relação mantida entre os sujeitos com o espaço habitado ocorre mediante significados que eles atribuem ao espaço, e um deles é o significado de pertencimento (Lima e Santos, 2020) ou topofilia (Tuan, 2012). O sujeito sente que de alguma forma está ligado ao lugar e manifesta isso na vida cotidiana quando promove transformações ao ambiente. Tais transformações são resultantes das necessidades subjetivas, também das emoções e das expectativas dos indivíduos, ou seja, as vivências vão fazendo parte da história pessoal do sujeito com o lugar. Por isso, é importante que o sujeito da amostra resida no recorte espacial da pesquisa e com ele mantenha algum tipo de vínculo (Aguiar, 2018).

E a escolha por aplicar o questionário em todos os bairros do recorte espacial desta pesquisa tem relação com as singularidades conferidas a cada bairro, no que concerne à organização socioespacial da cidade, incluindo, também, os aspectos socioambientais. Sendo assim, as percepções adquiridas fornecem informações úteis ao entendimento da problemática.

Diante dessa opção, a amostragem foi definida por calculadora de tamanho amostral *SurveyMonkey*® by *momentive*, disponível no endereço virtual https://pt.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/?ut_source=help_center.

Considerando os critérios (tamanho da população local, grau de confiança nos resultados da

pesquisa e a margem de erro) apontados pela plataforma, foi possível obter o universo essencial de sujeitos para responder ao questionário. A figura 12 evidencia o resultado atingido pela calculadora para o caso específico deste estudo.

Figura 12 – Definição do tamanho da amostra de respondentes ao questionário.

The screenshot shows a web browser window with the URL https://pt.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/?ut_source=help_center. The page features the SurveyMonkey logo and navigation links like 'Produtos', 'Modelos', 'Preços', 'Enterprise', and 'Recursos'. A yellow 'Inscrição grátis' button is visible in the top right. The main heading is 'Calcule o tamanho da sua amostra'. The form includes three input fields: 'Tamanho da população' (41511), 'Grau de confiança (%)' (95), and 'Margem de erro (%)' (5). The result, 'Tamanho da amostra', is shown as 381 in large green font.

Fonte: Calculadora amostral *SurveyMonkey®* by *momentive*. Org.: O autor (2025).

Mesmo com o resultado da amostra sendo definido para 381 respondentes, inicialmente, a intenção era aplicar 384 questionários, tendo em vista a facilidade de aplicar dezesseis questionários em cada um dos vinte e quatro bairros ($16 \times 24 = 384$). Em cada bairro, os questionários respondidos pelos habitantes deram-se de maneira aleatória, pois não foi atribuída uso de variáveis para a seleção da amostra.

Entretanto, foram aplicados 315 questionários, no total, em que todos foram respondidos de maneira física e pessoal, onde o pesquisador obteve contato com os sujeitos da amostra, tendo sido aplicados entre 16 e 17 questionários por bairro. Devido à dificuldade de acesso aos condomínios residenciais de alto padrão arquitetônico, os questionários restantes não puderam ser aplicados nessas localidades. Foram eles os condomínios Damha Sergipe (bairro Brisas de Atalaia), Residenciale Costa Paradiso (bairro Costa Paradiso),

Alphaville (bairro homônimo), Terras Alphaville I e II (bairro Serigy) e Quintas da Barra (bairro homônimo).

Tal instrumento foi organizado em duas seções (figura 13): a primeira seção buscou agrupar dados referentes aos aspectos demográficos do universo respondente, enquanto isso, a segunda seção organizou questões inerentes à percepção climática acerca do (des)conforto térmico sentido pelos habitantes da área de estudo. Dessa maneira, o questionário, enquanto procedimento metodológico, cumpriu o propósito de atingir parcela da população que habita em cada um dos bairros urbanos de Barra dos Coqueiros. O mesmo procedimento foi adotado por Duarte (2022).

Figura 13 – Recorte das duas seções existentes no questionário elaborado no *Google Form*.

The image displays two screenshots of a Google Form titled "Percepção climática dos moradores".

The top screenshot shows the section "CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DOS MORADORES". It contains two questions:

- 1) Qual é o seu gênero sexual? *
 - Feminino
 - Masculino
 - Outro
- 2) Qual é a sua idade? (Obs: Após clicar na opção relacionada à sua idade, escreva, por favor, no item OUTRO a sua idade exata). *
 - Tenho até 20 anos de idade
 - Tenho entre 20 e 40 anos de idade
 - Tenho entre 40 e 60 anos de idade
 - Tenho mais de 60 anos de idade
 - Outro: _____

The bottom screenshot shows the section "PERCEPÇÃO CLIMÁTICA DA POPULAÇÃO". It contains one question:

- 1) Barra dos Coqueiros é uma cidade em que predomina, ao longo do ano, a sensação de... *
Por quê? (Obs: Por favor, escreva o motivo no item "OUTRO".)
 - desconforto para o calor
 - desconforto para o frio
 - conforto térmico
 - Outro: _____

Fonte: *Google Form*. Foto e organização: O autor (2025).

Os resultados obtidos na seção I do questionário foram organizados e tabulados na planilha eletrônica *Excel 2021* da empresa *Microsoft Corporation*. Após essa micro etapa, os dados tratados foram analisados e transformados em infográficos, com o auxílio de recursos existentes no programa de apresentações gráficas *Power Point 2021*, produzido pela *Microsoft Corporation*, versão criada para funcionar no sistema operacional *Windows 10*. Por sua vez, o tratamento para as respostas aos quesitos distribuídos na seção II do questionário, em grande maioria, deu-se por intermédio de nuvens de palavras, um recurso visual usado para destacar com que frequência um termo ou categoria específica aparece em uma fonte de dados, ou seja, estarão em evidência os termos mais importantes no conjunto de dados.

Com esse intuito, e mediante o auxílio da plataforma *Word Cloud* (<https://wordcloud.online/pt>), foram produzidas nuvens de palavras para evidenciar as palavras-chave relacionadas a cada um dos quesitos. Quanto mais frequentemente uma palavra específica aparecer, maior ela será na nuvem de palavras. A figura 14 demonstra o quão facilitado é gerar tal recurso visual, utilizado nesta pesquisa para qualificar as respostas produzidas pelos respondentes.

Figura 14 – *Layout inicial da plataforma online Word Cloud.*



Fonte: *Word Cloud* (2022). Foto e organização: O autor (2025).

Nesse gerador de nuvem de palavras, basta inserir a palavra-chave e a frequência com que ela se repete ao longo das respostas, separadas por vírgula, e escritas de maneira ordenada, conforme situação hipotética apresentada na figura 15. Na sequência, seleciona o tipo da fonte “CSV”, para, logo após, clicar no comando “Gerar nuvem de palavras”. Produzida a nuvem de palavras, é possível escolher a fonte, a paleta de cor e o ângulo, de tal forma que melhor se adeque à finalidade do trabalho.

Figura 15 – Produção de nuvem de palavras.

climatologia, 25
geografia, 10
cidade, 20
ilhas de calor, 30
Barra dos Coqueiros, 20
questionário, 50
desconforto térmico, 35

Source type CSV

Gerar nuvem de palavras

[Inserir CSV de demonstração](#)

Claro

Fonte lobster

Paleta de cores

Palavras exibidas 7/7

Ângulo do texto None

Fonte: *Word Cloud* (2022). Foto e organização: O autor (2025).

Tanto nos questionários físicos quanto nos questionários produzidos no *Google Form*, os nomes dos participantes permaneceram preservados anonimamente, e cada formulário foi ordenado por códigos alfanuméricos, em que as falas, os comentários ou quaisquer outras respostas ou informações registradas neste trabalho foram extraídas tal como se encontram no questionário, contendo a apresentação do código correspondente.

É importante ressaltar que ao longo dessa trajetória metodológica houve limitações, desafios e incertezas quanto ao uso de alguns procedimentos adotados, tendo em vista que

tiveram de ser adaptados para o contexto da área de estudo. Com o intuito de fortalecer a transparência da tese, serão descritas algumas dessas limitações.

Por exemplo, alguns parâmetros físicos (a fração de superfície impermeável, o albedo, a rugosidade do terreno, o perfil dos ventos) a respeito das ZCLs em Barra dos Coqueiros deixaram de ser obtidos devido à instabilidade na rede que alimenta o software LCZ4r, comprometendo a análise mais apurada. Inclusive quanto à modelagem espaço-temporal das leituras de temperatura e a respeito do cálculo da intensidade das ilhas de calor atmosférica que foram realizadas no ambiente QGIS quando deveria ter sido feito no LCZ4r.

Outro impasse reside na ausência de calmaria de ventos durante o uso do transecto móvel pela rodovia SE-100, o que pode ter influenciado na coleta de temperatura. De acordo com a OMM (Organização Mundial de Meteorologia), uma das condições para o uso do transecto é a calmaria na circulação dos ventos. Ciente disso, o pesquisador precisava fazer a coleta por todas as zonas climáticas locais, incluindo aquelas que se faziam presentes por toda a rodovia.

Coube a este pesquisador a opção por equilibrar, em cada uma das seções que integram esta tese, a fundamentação teórica com os resultados obtidos, com o intuito de facilitar a compreensão do leitor acerca da problemática discutida ao longo de todo o trabalho de investigação científica, de modo que este se encontra estruturado em quatro seções, além da introdução, da conclusão, dos anexos e do apêndice. O quadro 4 expõe, situado na próxima página, expõe de maneira resumida, aquilo que foi abordado em cada uma das principais seções.

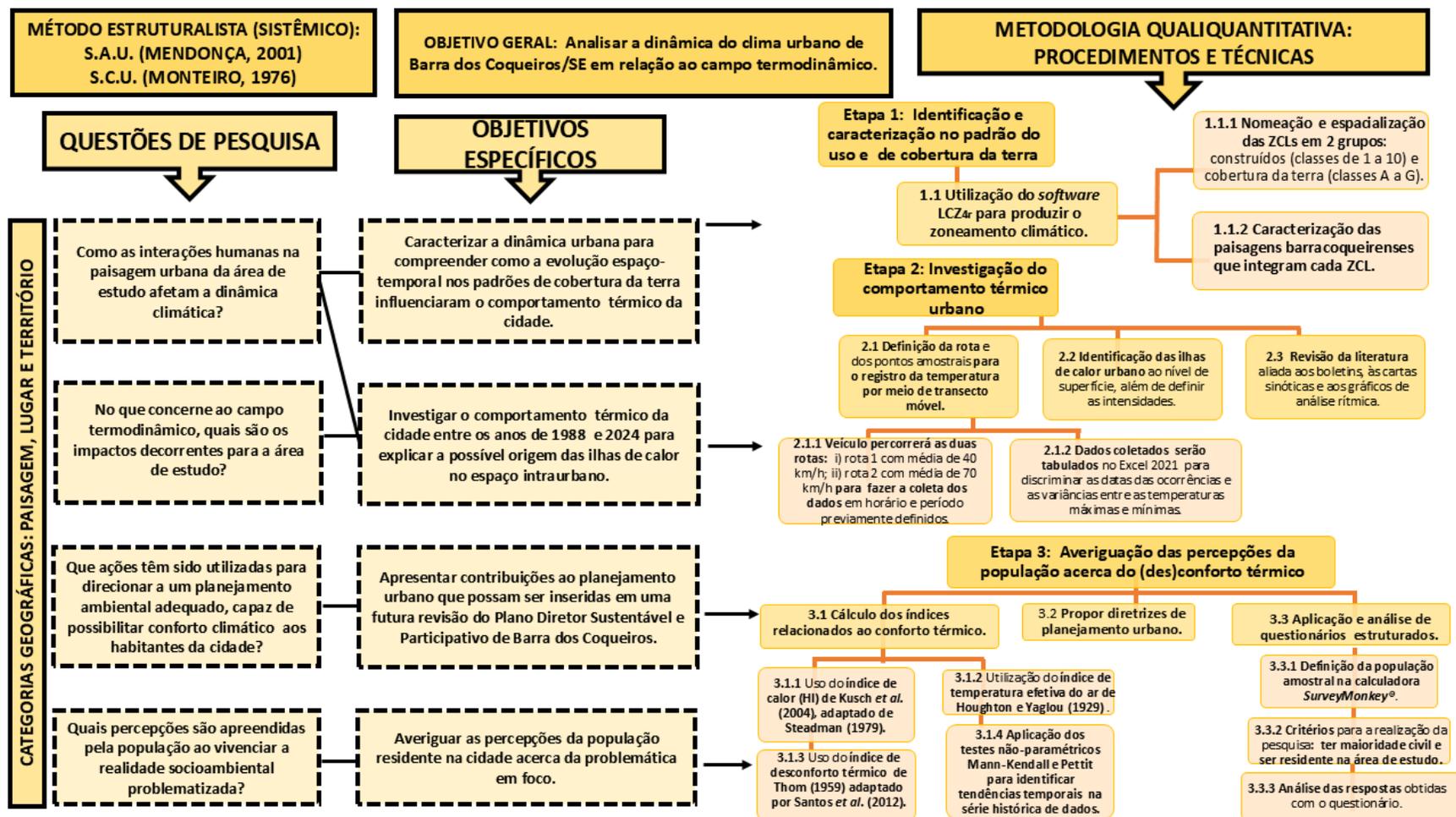
Quadro 4 – Estrutura da Tese de Doutorado.

Seções	Descrição
INTRODUÇÃO	Busca situar o leitor acerca da problemática, justificando a escolha pelo eixo temático estudado. Em seguida, são apresentadas as questões da pesquisa, os objetivos norteadores, a caracterização da área de estudo e a hipótese que permeia a tese.
SEÇÃO I	Descreve, detalhadamente, todo o percurso metodológico, abordando os critérios, os procedimentos e as técnicas adotadas, a fim de evidenciar como os resultados da pesquisa foram alcançados.
SEÇÃO II	Aqui, é possível entender o canal de percepção termodinâmico do clima urbano. Em seguida, com base na associação entre a análise da dinâmica urbana e a análise das variáveis atmosféricas, setoriza-se a área de estudo em zonas climáticas. Também é feito o diagnóstico para averiguar a possível existência das ilhas urbanas de calor.
SEÇÃO III	Faz-se um apanhado histórico acerca do planejamento urbanístico para compreender o funcionamento das cidades atuais, na tentativa de propor diretrizes ao planejamento ambiental inserido no Plano Diretor da Barra dos Coqueiros, visando a resolver os desajustes socioambientais, em especial quanto ao desconforto térmico.
SEÇÃO IV	Nesta última seção, a problemática é abordada sob a ótica fenomenológica, em que se torna relevante dar visibilidade às percepções ambientais dos moradores locais, já que são eles quem experienciam cotidianamente os efeitos da dinâmica urbano-climática.
CONCLUSÃO	Por fim, alcança-se o desfecho da tese, momento em que o leitor saberá se a hipótese inicial foi comprovada ou não.

Elaborado pelo autor (2025).

Mais adiante, a figura 16 evidencia o delineamento da pesquisa, ao associar às questões de pesquisa aos objetivos, bem como aponta o método e as categorias geográficas; e demonstra, de maneira clara e esquemática, os procedimentos metodológicos utilizados na produção da tese de doutorado.

Figura 16 – Delineamento geral da pesquisa.



Elaborado pelo autor (2025).

SEÇÃO II: SETORIZAÇÃO DAS ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS E O DIAGNÓSTICO DAS ILHAS URBANAS DE CALOR

2.1 – Clima urbano: canal de percepção termodinâmico em foco

Imediatamente após a Revolução Industrial, a concentração de atividades humanas nos centros urbanos europeus contribuiu para a expansão dos adensamentos populacionais e, conseqüentemente, se fizeram necessárias mudanças à infraestrutura citadina para facilitar a localização e a distribuição das indústrias, bem como para promover fluidez ao tráfego dos automóveis. Para a realização desse intento, a marcante presença da cobertura vegetal das paisagens naturais foi sendo substituída por materiais como rocha, cimento e asfalto. Tais mudanças não provocaram apenas alterações à estrutura urbana, mas também na composição química da troposfera devido ao aumento nas fontes emissoras de suspensões sólidas e cujos efeitos se traduziram em modificações no balanço térmico local, afetando, em especial, a variável temperatura.

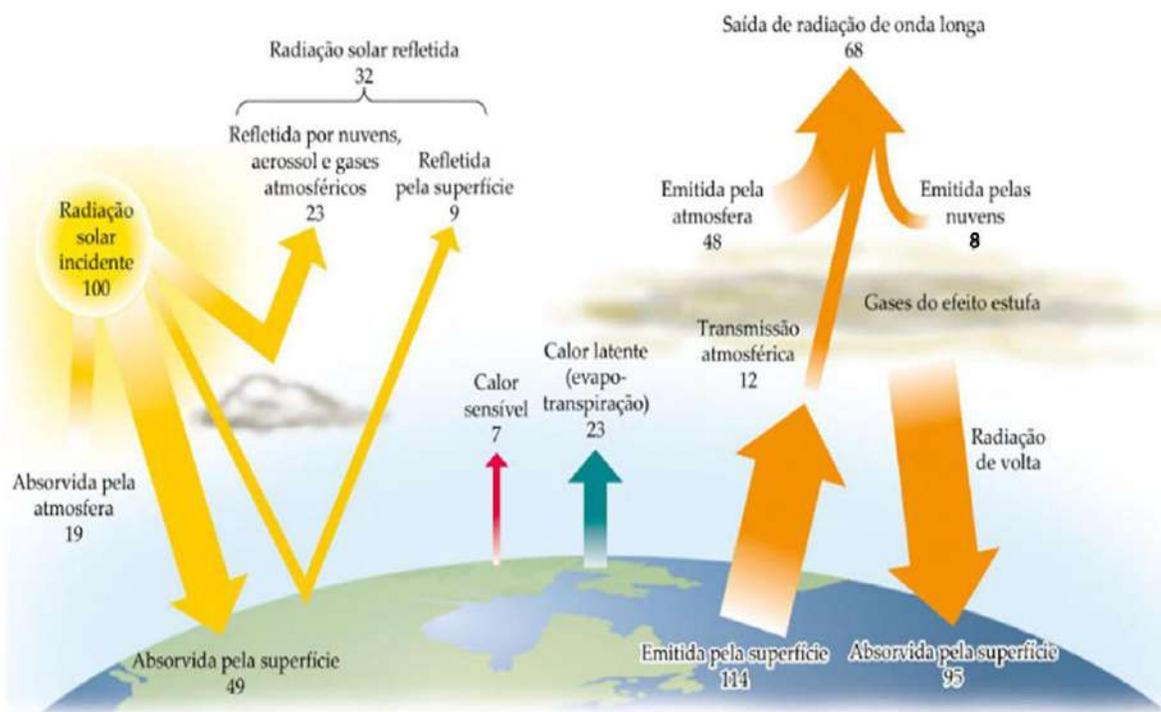
Não é à toa que já no século XIX estudiosos como Luke Howard já evidenciavam diferenças bruscas entre as temperaturas do núcleo urbano e da área rural limítrofe da capital inglesa. Por meio de um estudo, Howard (1818) concluiu que as temperaturas registradas no interior de Londres eram relativamente superiores àquelas registradas na periferia da cidade. Desde lá até agora, muitos estudos acerca de diversas cidades foram desenvolvidos, com destaque para as aglomerações de maiores dimensões territoriais, haja visto que os efeitos urbanos do clima nessas cidades assumem relevantes proporções. É o caso de cidades em várias partes do globo, em diferentes contextos climáticos regionais, desde aquelas situadas em zonas temperadas de forte desenvolvimento econômico (como as estadunidenses, canadenses, europeias e japonesas) àquelas localizadas em regiões tropicais (a exemplo de cidades brasileiras e demais latinoamericanas).

Em certa proporção, a influência da geometria urbana, até mesmo de cidades com dimensões territoriais mais modestas, interfere nas variáveis climáticas locais e propicia o surgimento de um clima urbano específico, inclusive na formação de um campo próprio de temperaturas, resultante das transformações que ocorrem entre as feições urbanas e o balanço de energia. Para compreender melhor, o balanço energético corresponde à quantidade de

energia solar que ingressa no sistema Terra-atmosfera em relação à quantidade que deixa a atmosfera e retorna ao espaço sideral, mantendo-se sempre em equilíbrio. Desta maneira, é possível estimar quanta energia foi absorvida pela superfície terrestre, assim como o destino que ela vai alcançar.

Conforme Castelhana (2020), assim que chega ao planeta, a energia solar passa por transformações por meio de alguns processos, podendo ser refletida em direção ao espaço, absorvida pela superfície do planeta e, até mesmo, transmitida a uma outra superfície próxima. Cain *et al.* (2018) conseguem explicar didaticamente como funciona tal mecanismo energético. Basta acompanhar o esquema simplificado (figura 18) que considera o fluxo de energia como dividido em cem unidades.

Figura 18 – Balanço de energia solar no sistema Terra-atmosfera.



Fonte: Cain *et al.* (2018).

Considerando as 100 unidades de energia solar incidentes, é possível perceber que 19 delas são absorvidas pela atmosfera e 49 unidades são absorvidas pela superfície terrestre, totalizando 68 unidades; enquanto isso, as 32 unidades restantes são devolvidas para o espaço (essas mesmas unidades são conhecidas como albedo planetário), das quais 23 delas são

refletidas pelas nuvens e demais componentes da atmosfera, sendo as outras 9 refletidas pela superfície. Steinke (2012, p. 49) assegura que as 49 unidades absorvidas pela superfície, sob a radiação de ondas curtas, “são compensadas pela emissão de radiação de onda longa, bem como por processos convectivos, na forma de calor latente e calor sensível”.

A superfície terrestre, por sua vez, emite, em ondas longas, 114 unidades de energia, das quais 107 são absorvidas pela atmosfera e as 7 unidades restantes se perdem para o espaço sideral. A atmosfera chega a emitir 163 unidades de radiação (também denominada radiação atmosférica), sendo que 68 unidades se perdem para o espaço e 95 são prontamente absorvidas pela superfície terrestre. Essa energia que regressa ao planeta é conhecida na literatura científica como contrarradiação.

Da interpretação da figura 18 feita até aqui, observa-se que a superfície absorveu 144 unidades (sendo 49 da radiação solar direta e outras 95 oriundas da radiação atmosférica) e chegou a emitir 114 unidades, perfazendo um saldo positivo de 30 unidades ($144 - 114 = 30$). Nesse contexto, conclui-se que a superfície terrestre absorve mais energia do que emite energia. Essa diferença de 30 unidades é compensada pelas 30 unidades perdidas pela superfície terrestre (sendo 23 unidades de calor latente e 7 unidades de calor sensível) para a atmosfera pelos processos de evaporação e de convecção. De acordo com Steinke (2012), se essa diferença de 30 unidades se mantivesse, ela seria a responsável por desencadear um constante aquecimento da superfície, fato que não é constatado.

Nota-se, também, conforme apresentado na figura 18 que o aquecimento do ar resulta em maior proporção pelos processos de condução associado ao calor latente e sensível do que pela absorção por radiação. Basta observar que o resultado da soma dos fluxos de calor latente e sensível ultrapassa a diferença entre a emissão da radiação e a contrarradiação.

Nesse ciclo, a atmosfera absorveu 133 unidades (das quais 19 unidades se deram por conta da absorção da radiação solar e 114 unidades provenientes da radiação terrestre) e emitiu 163, perfazendo um déficit de 30 unidades (ou seja, $133 - 163 = -30$). Assim, conclui-se que a atmosfera tende a emitir mais energia do que absorve. Esse déficit é equilibrado pelas 30 unidades resultantes dos processos convectivos (sendo 23 unidades oriundas do calor latente e 7 unidades provenientes do calor sensível). Nas análises de Steinke (2012, p. 50), “se esse déficit se mantivesse, ele seria responsável por um constante resfriamento da atmosfera”, o que não acontece.

Ainda, acerca do esquema representativo, pode-se inferir que das 100 unidades de energia que ingressaram ao sistema Terra-atmosfera, retornaram para o espaço 32 unidades sob a forma de ondas curtas e 68 unidades sob a manifestação de ondas longas. Outrossim, observa-se que o balanço de energia esteve em equilíbrio, pois das cem unidades que ingressaram no planeta, também cem foram devolvidas ao espaço. Basta contabilizar as unidades perdidas para a atmosfera ($- 32 - 68 = - 100$).

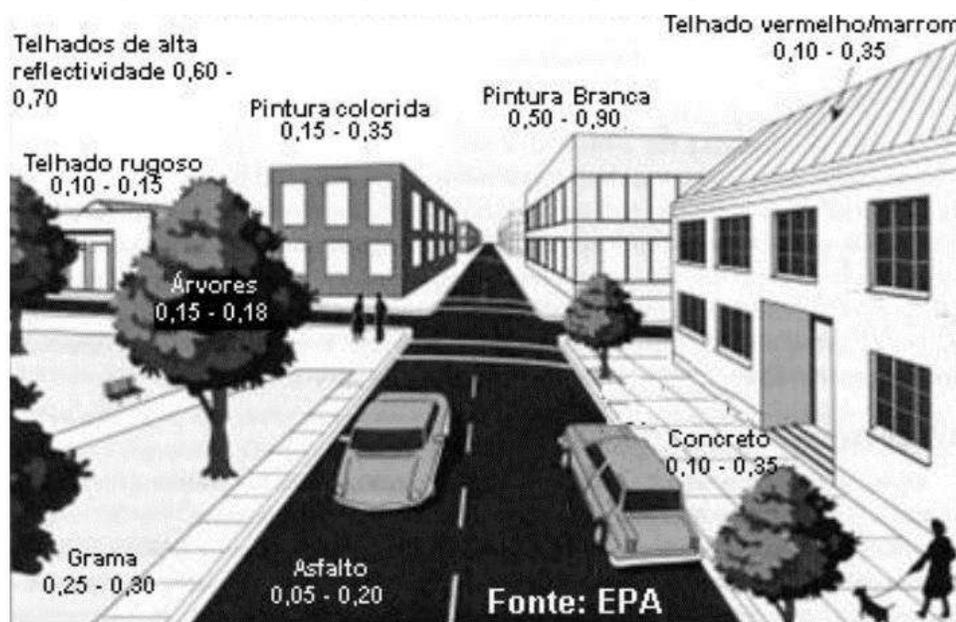
No entanto, o percentual de energia absorvida e de energia refletida pela radiação solar em direção à superfície terrestre pode ser modificado em decorrência das atividades humanas, das superfícies, dos tipos de materiais e da coloração em que cada corpo ou objeto se apresenta na configuração da paisagem. É nesse contexto que o conceito de albedo se revela indispensável, pois representa a fração da radiação solar incidente que é refletida de volta por um corpo. Em outras palavras, é a relação entre a quantidade de luz refletida pela superfície terrestre e a quantidade de energia recebida do sol.

O albedo está diretamente relacionado com as trocas de energia e afetam os regimes radioativos, ocasionando variações na temperatura, modificação no clima local e mudanças no calor latente e sensível, alterando significativamente o balanço energético da atmosfera. Em Castelhana (2020), tal propriedade pode ser mensurada sob a forma de percentual, tal que quanto maior for o seu valor, maior será a refletância de radiação que o objeto/corpo emitirá; em contrapartida, menor será a absorção desse calor pelo corpo ou pelo objeto.

Souza (2016) entende que os diferentes tipos de revestimentos e materiais urbanos possuem albedos diferenciados e suas propriedades termofísicas influenciam na qualidade térmica das áreas urbanas (figura 19). Conforme a autora, os materiais que possuem albedo baixo e condutividade térmica alta proporcionam um microclima suave e estável, enquanto o inverso corrobora a criação de um microclima de extremos.

No entendimento de Cardoso e Amorim (2016), em áreas edificadas e pavimentadas, o calor é mais intensificadamente produzido em coberturas de telhados das edificações e se propaga tanto no interior quanto nas áreas ao entorno. Essas mesmas autoras apresentam uma tabela contendo as variáveis do albedo (refletância) e de emissividade dos materiais mais comuns, utilizados em boa parte das edificações das cidades brasileiras (tabela 1).

Figura 19 – Albedo de alguns materiais e de algumas superfícies urbanas.



Fonte: Bias *et al.* (2003)

Tabela 1 – Temperatura superficial dos materiais utilizados na cobertura das edificações.

Material	Albedo (a)	Emissividade (e)	Temperatura superficial (° C)	Diferença de temperatura entre o ar e o material (°C)
Cerâmica vermelha	0,53	0,9	36,8	- 0,1
Cerâmica branca	0,54	0,9	36,2	- 0,6
Fibrocimento	0,34	0,9	47,1	10, 3
Alumínio sem pintura	0,57	0,05	69,4	32,6
Alumínio cores claras	de 0,40 a 0,47	0,9	de 40,1 a 43,3	de 3,2 a 6,5
Alumínio cores escuras	de 0,26 a 0,38	0,9	de 45,0 a 51,4	de 8,1 a 14,5
Alumínio galvanizado sem pintura	0,57	0,25	57,9	21,1

Fonte: Cardoso e Amorim (2016). Org.: O autor (2025).

Com o auxílio da tabela 1, é possível ponderar que as superfícies que apresentam elevado albedo e emissividade tendem a permanecer menos aquecidas ao se exporem à radiação solar, tendo em vista que absorvem menos radiação e emitem mais radiação para o espaço, colaborando para transmitir menos calor nas áreas ao seu entorno. Ao contrário, em superfícies com menor índice de albedo e de emissividade, maior será o calor absorvido, bem como a permanência desse calor nas áreas próximas.

Conhecer as características relacionadas ao albedo atuando sobre a superfície do espaço urbano é de fundamental importância para explicar o fenômeno ilhas urbanas de calor (IUC), pois à medida que as cidades expandem os seus serviços e ampliam a sua malha, as superfícies são alteradas. A cobertura vegetal vai se tornando cada vez mais rarefeita e, em substituição, surgem prédios com muitos andares, mais ruas são asfaltadas e outros viadutos são erguidos. As poucas unidades de espécies arbóreas que restam ficam dispostas em alguns canteiros, localizados entre as avenidas de grande circulação de pessoas e de transportes. Assim, prevalecem as superfícies com elevada capacidade térmica, baixa permeabilidade e menor percentual de albedo que se sobrepõe às áreas anteriormente verdes, contribuindo para alterações no balanço energético dos bairros da cidade que apresentam, predominantemente, funções comerciais ou aqueles onde a concentração de obras é destinada à habitação.

Neste sentido, a dinâmica do espaço urbano entrelaçada aos processos de natureza atmosférica e materializadas na relação entre o albedo, o uso do solo e as temperaturas ocasionam modificações no campo térmico da cidade. Desse modo, os centros urbanos e os bairros industriais apresentam temperaturas mais elevadas em detrimento dos bairros vizinhos e de áreas próximas aos parques urbanos, especialmente durante o período noturno. Em tal conjuntura, Cardoso e Amorim (2016, p. 125) ressaltam “a importância do resgate do processo de urbanização para compreender os diferentes arranjos das paisagens e como suas características potencializam os efeitos do clima”.

E essas constatações podem ser explicadas pelo fato de que os poluentes em suspensão absorvem parcela da radiação refletida pela superfície terrestre, aumentando em 15% essa radiação quando comparada aos dias de tempo estável (claro e limpo) (Kajino *et al.*, 2017). Enquanto isso, a redução ou a ausência das áreas verdes contribui com a baixa taxa de evaporação, já que diminui a taxa de absorção da água pelo solo; como consequência, a energia que deveria ser utilizada no processo de evaporação será utilizada para aquecer o ar (Castelhana, 2020).

Essas transformações ao sistema cidade/atmosfera apresentam implicações climáticas tanto ao nível escalar local, regional ou global. E por conta dessas implicações foi que o Simpósio Internacional de Clima Urbano, em 1970, incentivou a investigação de temáticas relacionadas, despertando o interesse em pesquisadores para desenvolverem estudos e métodos aplicáveis à Climatologia Urbana, sendo as ilhas de calor o aspecto mais

estudado referente ao clima urbano tanto em território brasileiro quanto nos demais países situados em regiões geográficas sob a influência do clima tropical continental.

De acordo com Amorim (2019), esse interesse da ciência em investigar temáticas intrínsecas ao clima urbano tem aumentado não apenas pelo fato de parcela considerável da população mundial viver nas cidades, mas devido às constantes degradações que o ambiente urbano vem sofrendo e cujo reflexo atinge sobremaneira a qualidade de vida dos cidadãos. E a componente termodinâmica do Sistema Clima Urbano (Monteiro, 1976) ao propiciar desconforto térmico é uma das que mais reverberam em impactos à saúde das populações humanas, não só das metrópoles, mas das cidades de médio e de pequeno porte.

Nesse aspecto, Teixeira e Amorim (2022) entendem a necessidade de se realizar estudos investigativos acerca das cidades com dinâmica urbana de pequeno e de médio porte, haja visto que essas urbes apresentam vantagens devido à diferenciação dos próprios ambientes intraurbanos, e porque há maiores possibilidades de intervenção ao ordenamento territorial da cidade. Porém, tem sido negligenciada e pouco discutida essa temática no planejamento urbano voltada à qualidade climática das pequenas cidades.

Outro ponto indispensável a ser discutido em relação às pesquisas destinadas aos efeitos da urbanização sobre o clima pauta-se na escolha adequada de metodologias e de técnicas a serem aplicadas, a fim de que o tratamento das informações corrobore, cientificamente, para esclarecer um dado problema socioambiental e, conseqüentemente, para apontar soluções.

E uma metodologia viável para compreender a produção do clima urbano é a do Sistema Clima Urbano (SCU), proposto por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro em 1976. Tal metodologia é uma das principais referências para os estudos de climatologia no Brasil e no mundo. O seu funcionamento é baseado na Teoria Geral dos Sistemas, que enxerga a cidade não apenas como um objeto de estudo, mas como um sistema complexo e dinâmico, onde diversos elementos interagem para moldar o clima local. A grande inovação de Monteiro foi sair de uma análise simplista de causa e efeito para uma abordagem holística e integrada. Em vez de focar apenas no fenômeno da ilha urbana de calor, o SCU examina o clima urbano a partir de três subsistemas principais que se inter-relacionam:

Físico-químico: relacionado à poluição atmosférica, gases e partículas que afetam a qualidade do ar e a radiação solar. A quantidade de poluentes liberada por atividades

humanas (indústrias e veículos, por exemplo) interfere diretamente na entrada e na saída de energia na atmosfera sobre a cidade.

Termodinâmico: este é o subsistema mais conhecido e se concentra na distribuição e no balanço de energia. Ele estuda como a radiação solar é absorvida, armazenada e liberada pelos diferentes materiais da cidade (concreto, asfalto, vidro etc), criando variações de temperatura. A ilha urbana de calor é um dos principais resultados dessa dinâmica, mas o subsistema também analisa a umidade e a ventilação, e como estas variáveis afetam o conforto humano.

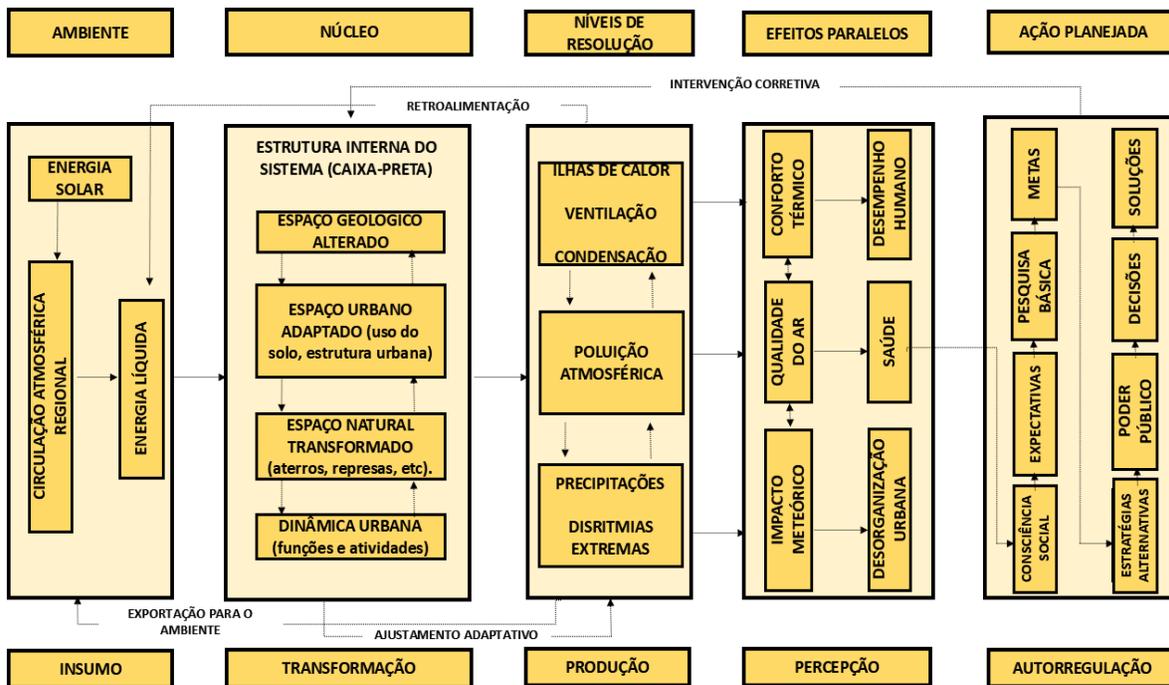
Hidrometeorológico: este subsistema aborda o ciclo da água na cidade. A impermeabilização do solo, a canalização de rios e a falta de vegetação alteram a maneira como a água evapora e escoar. Isso pode reduzir a umidade do ar, impactando a frequência e a intensidade de chuvas e de enchentes.

O funcionamento do SCU reside na compreensão de que esses três subsistemas não operam de maneira isolada. Por exemplo, a poluição (físico-químico) pode intensificar a ilha de calor (termodinâmico) ao aprisionar o calor na atmosfera. A falta de áreas verdes (hidrometeorológico) contribui para o aumento da temperatura (termodinâmico) e a diminuição da umidade.

Outro ponto fundamental da teoria de Monteiro (1976) é a análise rítmica, que complementa o SCU. Ele defende que o clima deve ser analisado não apenas em termos de média e de variação, mas considerando os ritmos da natureza e da sociedade. A cidade, com suas atividades diárias e sazonais, impõe seus próprios ritmos ao clima, como as variações de temperatura entre o dia e a noite ou as mudanças de umidade ao longo do dia, que se alteram de acordo com a rotina própria de cada ambiente urbano.

Ao integrar esses conceitos, o SCU se tornou uma ferramenta essencial para o planejamento urbano. Ele permite que geógrafos, arquitetos e urbanistas não apenas identifiquem problemas climáticos nas cidades (como o desconforto térmico), mas também entendam suas causas profundas. Sob essa análise, é possível propor soluções mais eficazes, como a criação de corredores de vento, o uso de materiais de construção mais adequados e a expansão de áreas verdes, visando à sustentabilidade e à melhoria da qualidade de vida nos espaços urbanos. A figura 20 explicita, de maneira esquemática, o funcionamento do Sistema Clima Urbano (Monteiro, 1976).

Figura 20 – Funcionamento do Sistema Clima Urbano.



Fonte: Monteiro (1976). Org.: O autor (2025).

Duarte (2022, p. 50) explica o mecanismo de funcionamento do S.C.U de maneira didática. “Os insumos de energia, provenientes do Sol, ao ingressarem no ambiente, são encaminhados à atmosfera que envolve a cidade, sendo os responsáveis pela circulação atmosférica e pela quantidade de energia fornecida para o ambiente. O humano, em coletividade, transforma a energia adquirida ao promover modificações na estrutura urbana (ou núcleo, como define Monteiro) quando a ocupa e dela se utiliza de diferentes maneiras.

Isso acontece porque as atividades humanas influenciam a dinâmica da troposfera e produzem distúrbios ao sistema (no nível de resolução), colaborando para que transformações ocorram no clima urbano; e, como resposta, a dinâmica ambiental produz reflexos (ou efeitos paralelos) na dinâmica social. Assim, surgem os problemas socioambientais como resposta às intervenções humanas que demandam ações planejadas para solucioná-los.

Os diferentes elementos que compõem a estrutura interna do S.C.U. estão integrados para promoverem o desempenho das funções relativas ao sistema, sendo apreendidos pela percepção humana. Por essa análise, a cidade é tida como paisagem natural que foi apropriada

tanto social e política, quanto econômica e culturalmente, tornando-se território no processo de organização do ambiente urbano”.

Diante da problemática socioambiental urbana posta ao pesquisador, este não deve priorizar em suas investigações científicas enquanto recorte espacial uma cidade de grande porte ou, até mesmo, uma metrópole por considerar que os efeitos do clima urbano apresentarão maior repercussão nelas. Afinal, todas as cidades em que se verificam transformações urbanísticas na paisagem são atingidas pelos efeitos adversos do clima urbano, inclusive aquelas com pequena extensão territorial, dinâmica urbana inexpressiva ou influenciada por outros núcleos urbanos.

Com a finalidade de apresentar um panorama de distribuição espacial e temporal das produções científicas de clima urbano realizadas em cidades nordestinas, o estudioso que escreve esta tese realizou uma pesquisa (em parceria) por meio das contribuições de trabalhos publicados em revistas científicas brasileiras nas áreas de Geografia e em ciências afins (Meteorologia, Arquitetura e Urbanismo, Ciências Ambientais) que se basearam na Teoria do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) e se situaram no recorte temporal de 2011 a 2023.

Para conhecer o material já produzido e dar conta de determinado saber que se avoluma rapidamente e que precisa ser divulgado para a sociedade, foram obtidos 205 trabalhos publicados em 45 periódicos, de um total de 177 revistas analisadas. De abordagem quali-quantitativa, o estudo investigativo utilizou-se da bibliometria (Lei de Bradford) e do levantamento bibliográfico por meio dos agregadores de informações (tais como o Google Scholar e Scielo) onde foram usados alguns termos de busca, a exemplo de: clima urbano, campo térmico, termodinâmico, conforto térmico, Nordeste, eventos de chuva, alagamentos, inundações, hidrodinâmico, eventos pluviais, poluição do ar, qualidade do ar, físico-químico, S.C.U., sistema clima urbano.

Em seguida, houve busca exploratória em cada um dos 177 periódicos nacionais, na tentativa de encontrar os artigos pelos títulos e pelos resumos; posteriormente, estendeu-se, também, pela fundamentação teórica e pela metodologia empregada.

No intuito da construção do banco de dados foram selecionados artigos publicados em periódicos classificados de acordo com o critério qualis (2020) estabelecido pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), desde aqueles periódicos

com estrato A (A1, A2, A3 e A4) até aqueles classificados com estrato B (B1, B2, B3 e B4), portanto, os oito melhores estratos do qualis, como consta na tabela 2.

Tabela 2 – Porcentagem de manuscritos publicados em relação ao estrato Qualis Capes.

Qualis Capes	Manuscritos publicados	%
A1	21	10,24
A2	112	54,63
A3	33	16,1
A4	18	8,78
B1	05	2,44
B2	02	0,97
B3	06	2,93
B4	08	3,88
Total	205	99,97

Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org.: O autor (2025).

Após essa etapa, seguiu-se à tabulação dos dados contendo informações relevantes, tais como: estado do Nordeste, recorte espacial da pesquisa, periódico e qualis, ano da publicação, autores e subsistema do clima urbano. O quadro 5 representa, de maneira parcial, o processo de tabulação dos dados obtidos por meio do levantamento bibliográfico.

Quadro 5 – Processo inicial de tabulação dos artigos contendo temáticas acerca do clima urbano.

ARTIGOS ENCONTRADOS							
Estado do NEB	Cidade	Revista e Qualis	Ano	Autores	Termo	Fisicoq.	Hidroc.
SERGIPE (9)	ARACAJU	GEONORDESTE (A2)	2020	SANTOS, B. F.; PINTO, J. E.	X		
	ARACAJU	REV GEOGRAFIA (UFPE) (A2)	2016	PINTO, J. E.; BRAZIL, J. L.			X
	ARACAJU	GEOSABERES (A2)	2021	DUARTE, T. L. S. (ET AL)			X
	ARACAJU	CONTEXTO GEOGRÁFICO (A4)	2022	NASCIMENTO, P. S. R. (ET AL)			X
	ARACAJU	CAMINHOS DE GEO (A1)	2022	CASTELHANO, F.; PINTO, E.		X	
	ARACAJU	CAMINHOS DE GEO (A1)	2017	ANJOS, M. (ET AL)	X		
	ARACAJU	RAEGA (A1)	2013	ANJOS, M. W. B (ET AL)	X		
	AMPARO DO SÃO FRANCISCO	GEO, MEIO AMB E ENSINO (B3)	2020	FRANÇA, M. V. (ET AL)	X		
PIAUI (9)	BARRA DOS COQUEIROS	GEOUERJ (A1)	2023	DUARTE, T.; PINTO, E.			X
	BOM JESUS	REV PAISAG E GEOGRAF (B4)	2019	MEDEIROS, R. M.			X
	CASTELO DO PIAUI	GEOUSP (A1)	2017	BARROS, H. R. (ET AL)			X
	TERESINA	CAD GEO PUC MINAS (A1)	2017	CHAVES, S. V (ET AL)			X
	TERESINA	REV CIENCIAS HUMANAS (A4)	2015	ARAUJO, K. C. (ET AL)	X		
	TERESINA	R CASA GEOG SOBRAL (A2)	2015	OLIVEIRA, C. E. (ET AL)	X		
	TERESINA	ACTA GEOGRÁFICA (A2)	2019	ABREU, G. S. (ET AL)	X		
	TERESINA	RAEGA (A1)	2016	ALBUQUERQUE, M. M. (ET AL)	X		
	TERESINA	REV GEOG DA UFPE (A2)	2015	MEDEIROS, R. M. (ET AL)			X
	TERESINA E RM	RB GEOG FÍSICA (A2)	2019	SANTIAGO, D. B. (ET AL)	X		

Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org.: O autor (2025).

Depois de realizado o procedimento de tabulação, considerou-se a necessidade de organizar os trabalhos de acordo com a teoria do Sistema Clima Urbano (S.C.U.), tendo sido construída uma tabela em que se constata o percentual de trabalhos em relação a cada um dos subsistemas (tabela 3): termodinâmico (conforto térmico), hidrodinâmico (impactos dos eventos de chuva) ou físico-químico (qualidade do ar).

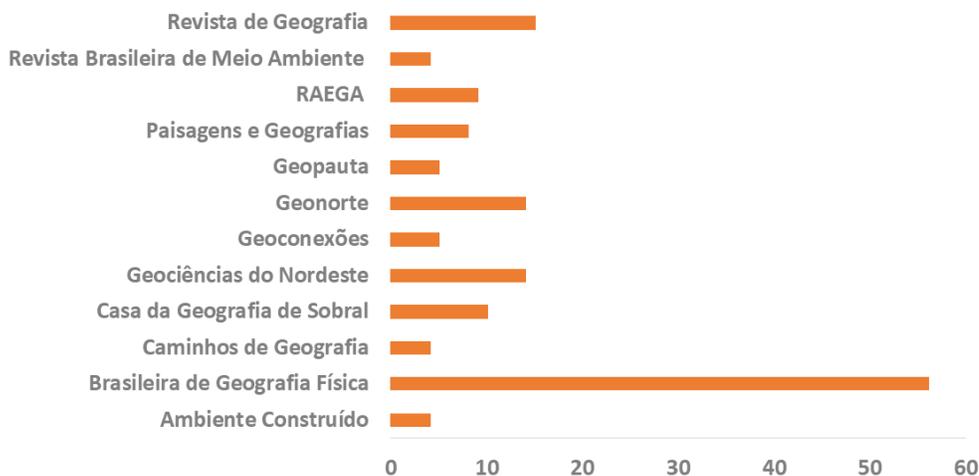
Tabela 3 – Classificação dos artigos por subsistema climático.

Subsistema climático	Quantidade de manuscritos	%
Termodinâmico	110	53,66
Físico-químico	11	5,37
Hidrometeorológico	84	40,97
Total	205	100

Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org.: O autor (2025).

Com base nesses resultados, foi realizada, posteriormente, análise espacial e temporal, permitindo uma visualização detalhada da produção científica acerca dos estudos de clima urbano na região Nordeste do Brasil, tendo sido adotado como critério os artigos que possuísem estrato Qualis (2020), variando do A1 ao B4, enquadrados em estudos de caso e que apresentavam apenas uma cidade como área de estudo. O gráfico 1 ressalta a quantidade de publicações por revistas, considerando apenas aquelas que produziram em número igual ou superior a quatro publicações.

Gráfico 1 - Quantitativo de publicações por revista.

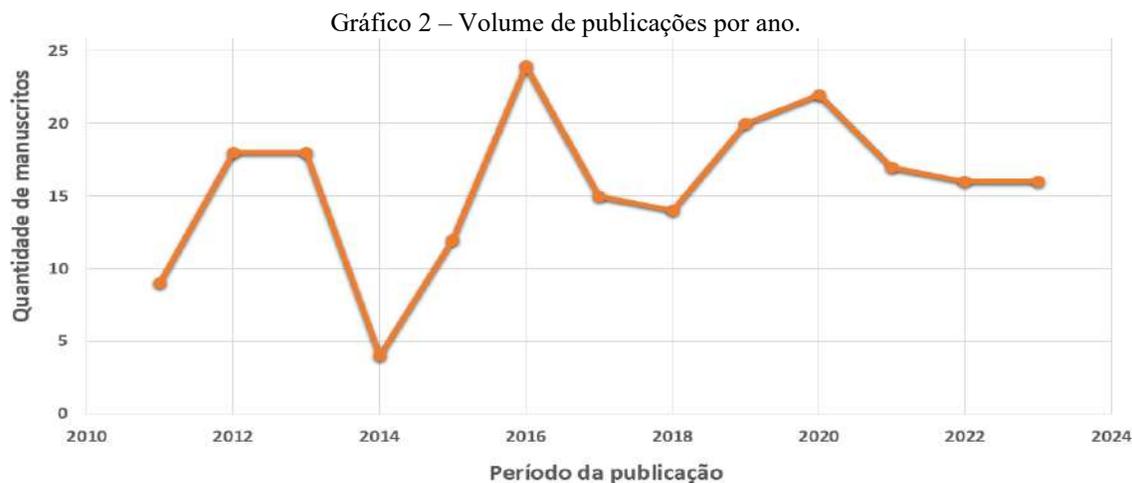


Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org.: O autor (2025).

De acordo com os dados representados no gráfico anterior, a Revista Brasileira de Geografia Física se destaca com o maior número de artigos publicados (56), seguida da Revista de Geografia (15), Geonorte (14) e Geociências do Nordeste (14), enquanto as revistas Ambiente Construído, Caminhos de Geografia e Revista Brasileira de Meio Ambiente, publicaram apenas quatro estudos ao longo do período.

É importante ressaltar que a maioria das publicações da Revista Brasileira de Geografia Física ocorreu no ano de 2013, somando doze publicações. Por sua vez, a revista Geonorte concentrou suas publicações no ano 2012, haja vista a ocorrência do X Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. O periódico Geociências do Nordeste publicou maior número de pesquisas em clima urbano no ano de 2016, justamente quando ocorreu o XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Diferentemente das demais, a Revista de Geografia não publicou número expressivo de manuscritos em apenas um ano, mas foi regularmente distribuído ao longo de todo o período analisado.

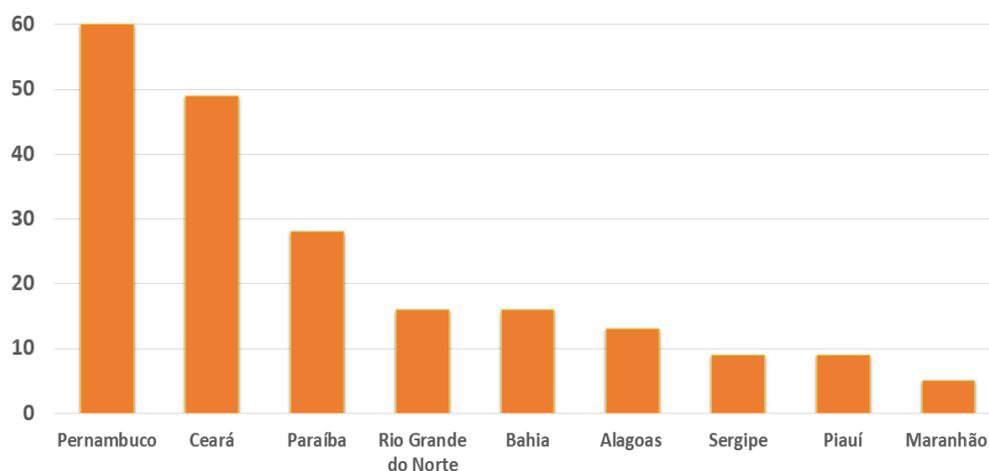
Considerando todas as publicações por ano, o gráfico 2, na sequência, constata que o maior quantitativo de trabalhos publicados ocorreu nos anos 2012, 2013, 2016, 2019 e 2020, sendo o ano de 2016 aquele em que houve maior expressividade, totalizando vinte e quatro trabalhos divulgados ao público.



Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org.: O autor (2025).

Ao se analisar a distribuição das publicações por unidade federativa, chegou-se à representação do gráfico 3, onde é possível constatar a predominância de trabalhos tendo como área de estudo os estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba.

Gráfico 3 – Quantidade de publicações por unidade federativa da região Nordeste.



Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org.: O autor (2025).

Tendo como referência os estudos publicados por cidade nordestina, a tabela 4 traz um panorama esclarecedor acerca das dezesseis cidades mais pesquisadas: a maior expressividade de trabalhos publicados versa sobre as capitais Recife, Fortaleza, Maceió e João Pessoa. Em contraposição, cidades de médio porte interioranas (Sobral/CE, Crato/CE e Campina Grande/PB) se sobressaem em relação às demais capitais nordestinas, ressaltando que Salvador, São Luís e Natal são as capitais menos pesquisadas.

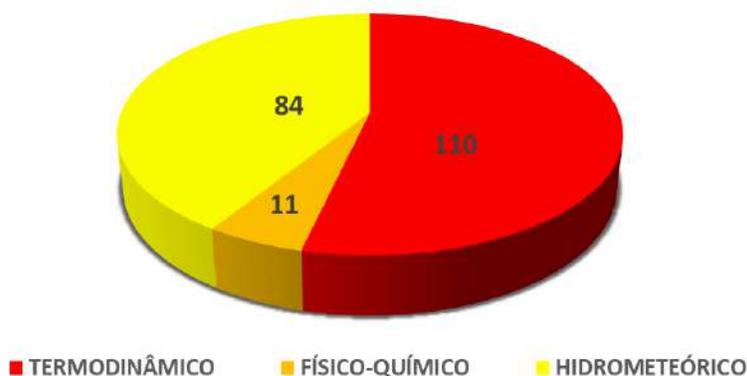
Tabela 4 – Distribuição das publicações por cidades nordestinas.

Cidades mais pesquisadas	Estado	Publicações
Recife	PE	38
Fortaleza	CE	14
Maceió	AL	10
João Pessoa	PB	10
Sobral	CE	10
Crato	CE	09
Campina Grande	PB	08
Aracaju	SE	07
Teresina	PI	07
Petrolina	PE	06
Salvador	BA	04
São Luís	MA	04
Caicó	RN	04
Juazeiro do Norte	CE	03
Jaboatão dos Guararapes	PE	03
Mossoró	RN	03

Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org.: Os autores (2025).

Partindo-se da análise do agrupamento de artigos por subsistema, o gráfico 4 evidencia que o grande volume de estudos desenvolvidos e publicados tiveram como foco o subsistema termodinâmico, seguido pelo subsistema hidrometeorológico; houve, porém, pouca expressividade de trabalhos relacionados ao subsistema físico-químico.

Gráfico 4 – Número de artigos por subsistema climático.



Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org.: O autor (2025).

A tabela 5 apresenta o quantitativo de publicações organizado por ano, tendo como referência os subsistemas climáticos cujo objetivo traz a atenção para a cronologia da temática.

Tabela 5 – Publicações de trabalhos do S.C.U.

Ano da publicação	Quantidade de publicações de manuscritos acerca do S.C.U.		
	Termodinâmico (Conforto Térmico)	Físico-químico (Qualidade do Ar)	Hidrodinâmico (Impacto meteórico)
2011	07		02
2012	11		07
2013	12		06
2014	02	01	02
2015	07	01	04
2016	12	01	12
2017	07		06
2018	07	01	06
2019	13	01	06
2020	10	02	10
2021	08	02	07
2022	08	01	07
2023	06	01	09
Total	110	11	84

Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org.: O autor (2025).

A fim de proporcionar maior detalhamento, a tabela 6 organiza tal distribuição por estado e por cidade, além dos subsistemas e dos canais de percepção do S.C.U (Monteiro, 1976). Os quantitativos denotam que a perspectiva mais aplicada aos estudos de clima urbano na região Nordeste remete ao campo termodinâmico (com 110 trabalhos), seguido do campo hidrometeorológico (totalizando 84 trabalhos) e do campo físico-químico, com apenas onze estudos desenvolvidos.

Tabela 6 – Produção de trabalhos relacionados ao clima urbano da região Nordeste do Brasil.

Estado brasileiro	Cidade	Subsistemas e canais de percepção do S.C.U.		
		Termodinâmico (Conforto Térmico)	Físico-químico (Qualidade do Ar)	Hidrodinâmico (Impacto meteorológico)
ALAGOAS	Arapiraca	01		
	Maceió	06	01	03
	Piranhas	01		
	Rio Largo	01		
BAHIA	Barreiras	01		
	Candeias		01	
	Feira de Santana			02
	Itabuna			02
	Itapetinga	01		
	Ituaçu			01
	Juazeiro			01
	Salvador	02	01	01
	Santa Inês			01
	Vitória da Conquista			02
CEARÁ	Aquiraz	01		
	Barbalha			01
	Caridade			01
	Crato	06		03
	Fortaleza	07	01	06
	Hidrolândia			01
	Iguatu	01		
	Jaguetama			01
	Juazeiro do Norte	02		01
	Maracanaú		01	
	Pecém		01	
	Quixeramobim	01		
	São Gonçalo do Amarante		01	01
	Sobral	09		01
Viçosa	01		01	

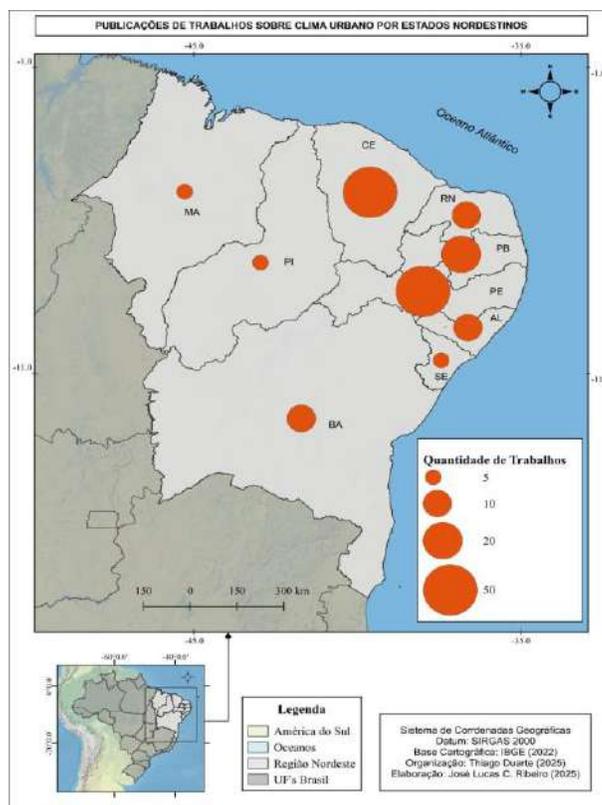
MARANHÃO	Imperatriz	01		
	São Luís	03	01	
PARAÍBA	Cabaceiras			02
	Cajazeiras	01		
	Caldas Brandão			01
	Campina Grande	05		03
	Catolé da Rocha			01
	Guarabira			01
	João Pessoa	07		03
	Lagoa Seca	01		
	Patos	01		
	São João do Tigre			01
	Umbuzeiro			01
	PERNAMBUCO	Camaragibe		
Capibaribe		01		
Garanhuns		01		01
Ipojuca				01
Jaboatão dos Guararapes				03
Olinda		01		
Palmares				02
Petrolândia				01
Petrolina		06		
Recife		23	02	13
Rio Formoso				01
Santo Agostinho				01
Serra Talhada				01
Bom Jesus				01
PIAUI	Castelo do Piauí			01
	Teresina	05		02
RIO GRANDE DO NORTE	Apodi			01
	Assu			01
	Caicó	03		01
	Francisco Dantas			01
	Ipangaçu			01
	Mossoró	02		01
	Natal	02		
	Portalegre	01		01
	São José do Mipibu	01		
SERGIPE	Amparo do São Francisco	01		
	Aracaju	03	01	03
	Barra dos Coqueiros			01
Total		110	11	84

Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org: O autor (2025).

A tabela 6 ainda aponta que as nove capitais nordestinas foram contempladas com estudos de clima urbano, embora haja diferenças no quantitativo e na distribuição por subsistemas. No entanto, percebe-se uma certa tendência: além das principais cidades de cada estado terem sido investigadas, os pesquisadores dedicaram suas atenções às pesquisas em cidades que integram a região metropolitana das capitais, sejam elas de pequeno ou de médio porte urbano.

Ao se abordar esse cenário em uma visualização espacial gráfica, os dados que constam na tabela 6 acerca da quantidade de trabalhos publicados em periódicos científicos são apresentados no mapa temático (figura 21). Tal mapa demonstra, especialmente, que a distribuição das publicações é desigual entre os estados do Nordeste do Brasil, evidenciando a segmentação do território nordestino em três eixos: a) maior concentração de estudos nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba; b) proporção pequena de estudos de clima urbano nos estados da Bahia, Alagoas e Rio Grande do Norte; c) quantidade insuficiente de pesquisas acerca do clima urbano nas unidades federativas de Sergipe, do Piauí e do Maranhão.

Figura 21 – Quantitativo de trabalhos publicados acerca da região Nordeste do Brasil.



Fonte: Pesquisa bibliográfica. Org: O autor (2025).

Conforme apresenta-se no mapa (figura 21), os estados de Pernambuco, do Ceará e da Paraíba se destacam com o maior volume de pesquisas, o que pode estar diretamente relacionado à presença de universidades e de programas de pós-graduação consolidados, como é o caso da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), da Universidade Federal do Ceará (UFC) e da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Além disso, esses estados possuem grandes centros urbanos, onde os impactos do clima urbano, a exemplo das ilhas de calor e das variabilidades microclimáticas são mais evidentes, o que pode justificar um interesse acadêmico maior no tema.

Por outro lado, estados como o Maranhão, o Piauí e Sergipe apresentam número limitado de publicações, indicando menor produção científica na área de clima urbano. Isso pode estar atrelado a diversos fatores, como a menor presença de grupos de pesquisa especializados, menos incentivos financeiros para estudos específicos e um perfil de urbanização que, em algumas regiões, não exige tanta investigação sobre os efeitos climáticos urbanos. A menor quantidade de dados disponíveis também pode dificultar a realização das pesquisas.

Além do mais, a distribuição espacial das pesquisas indica que os estudos sobre clima urbano estão mais concentrados nos estados que possuem capitais densamente povoadas e urbanizadas. Isso reforça a ideia de que os impactos do clima urbano são mais estudados onde há maior crescimento urbano e concentração populacional. Por sua vez, os estados do Piauí e do Maranhão aparecem com um volume menor de pesquisas, possivelmente porque as preocupações climáticas são mais externas para questões relacionadas à seca e à desertificação, afetando-as de maneira distinta em relação às dinâmicas urbanas.

A concentração de estudos em alguns estados pode influenciar a formulação de políticas públicas, uma vez que locais com menos pesquisas podem ter dificuldades em embasar estratégias para lidar com os impactos resultantes das variabilidades climáticas nas cidades. Além disso, a desigualdade na produção acadêmica reforça a necessidade de incentivo às pesquisas em estados com menor representatividade para garantir análises mais abrangentes e mais equilibradas do clima urbano.

Assim, o mapa evidencia tanto os avanços na pesquisa sobre o clima urbano quanto as lacunas que ainda precisam ser preenchidas. Para a compreensão mais completa dos

desafios enfrentados pelos centros urbanos nordestinos, é essencial expandir os estudos para centros urbanos menos investigados, garantindo que todas as cidades sejam contempladas com conhecimento científico que as auxiliem no planejamento urbano e na promoção de políticas públicas.

Deve-se ressaltar a possibilidade de alguns trabalhos desenvolvidos não terem sido incluídos nesse levantamento bibliográfico, ora pela falta de conhecimento acerca da existência ora pela dificuldade de acesso, tendo em vista a abrangência da escala adotada.

Mesmo assim, tal estudo permite fazer uma reflexão sobre as tendências, as perspectivas e os desafios que essa temática enfrenta na região, ao apresentar um panorama de distribuição espacial e de configuração temporal. De antemão, é importante ressaltar que os resultados apresentados é um recorte da realidade e abrange a totalidade das pesquisas relativas ao período.

A análise dos dados indica crescimento significativo no número de pesquisas ao longo dos anos, evidenciando aumento do interesse acadêmico e científico na compreensão dos impactos das dinâmicas climáticas sobre os espaços urbanos. Tal avanço reflete não apenas maior preocupação com os efeitos da variabilidade climática nas cidades nordestinas, mas também o fortalecimento das instituições de pesquisa e a ampliação do debate sobre o clima urbano.

As publicações estão apostas em diferentes periódicos científicos, demonstrando a relevância do tema para a Geografia e para as ciências afins. No entanto, a concentração da produção científica em determinados estados sugere que algumas regiões ainda carecem de maior aprofundamento, o que pode comprometer a elaboração de políticas públicas eficazes com vistas a mitigar os efeitos adversos do clima urbano.

Diante desse cenário, torna-se necessário que o debate sobre o clima urbano no Nordeste continue se expandindo. E, por conta disso, alguns apontamentos emergem:

- 1) Embora as investigações com temáticas de clima urbano estejam crescendo desde os anos 2000 na região Nordeste, graças ao incremento de programas de pós-graduação e de mais estudiosos qualificados, ainda assim o quantitativo de trabalhos na área é pequeno para o número de municípios existentes;
- 2) Devido ao clima tropical e às temperaturas elevadas da maioria das cidades nordestinas, há interesse maior em pesquisas acerca do enfoque termodinâmico, ao procurar

avaliar a existência de ilhas de calor e de frescor, aliadas à busca de condições adequadas ao conforto térmico;

3) Tendo em vista a existência de falhas na urbanização e na rede de drenagem das cidades nordestinas, os impactos desencadeados pelos eventos extremos de chuvas são notáveis e de grande repercussão, o que contribui para que os pesquisadores avancem em estudos no campo hidrometeorológico, sendo que este subsistema ocupa a segunda posição em número de trabalhos publicados;

4) É diminuto o número de produções científicas quanto ao campo de investigação físico-químico e essa constatação pode estar relacionada ao custo e à dificuldade em obter certos equipamentos modernos, úteis na análise e na avaliação da qualidade do ar urbano;

5) Ainda que as capitais tenham a atenção direcionada dos pesquisadores para desenvolverem trabalhos de clima urbano, nem todas elas foram contempladas com estudos científicos nos três subsistemas e canais de percepção do S.C.U., como é o caso de João Pessoa, Natal, São Luís e Teresina;

6) Apesar dos esforços constantes dos pesquisadores geógrafos, meteorologistas, e cientistas ambientais em desenvolverem estudos de clima urbano para as cidades nordestinas, verifica-se a inoperância por parte da esfera governamental quanto à aplicação de tais estudos, pois o foco de suas atenções centraliza-se no setor econômico e não na área ambiental.

Entre os principais desafios para a pesquisa e para a gestão do clima urbano no Nordeste, destaca-se a necessidade de estratégias integradas que considerem a vulnerabilidade das cidades frente aos eventos extremos, como ondas de calor, inundações e alagamentos. A crescente urbanização da região, muitas vezes desordenada, intensifica esses efeitos, resultando na formação de ilhas de calor e no agravamento de problemas como déficit de áreas verdes e impermeabilização do solo. Além disso, a disparidade no volume de estudos publicados entre os estados indica que algumas áreas podem estar subrepresentadas nas discussões.

As perspectivas futuras apontam para a necessidade de ampliar a colaboração entre as universidades, os centros de pesquisa e os órgãos governamentais para a construção de soluções sustentáveis e inclusivas. Investimentos em monitoramento climático, em políticas de arborização urbana e em planejamento territorial eficientes são fundamentais para

enfrentar os desafios impostos pelas variabilidades climáticas nas cidades nordestinas. Além disso, é essencial fomentar uma pesquisa em estados que ainda possuem pouca produção científica sobre o tema, garantindo visão mais abrangente dos impactos e permitindo a criação de estratégias adaptadas às realidades locais.

Em resumo, apreende-se que as pesquisas destinadas ao estudo do clima urbano das cidades nordestinas são relevantes para diagnosticar o processo de interrelação sistêmica entre as ações antropogênicas desencadeadoras do urbanismo e o reflexo dessas ações sobre a atmosfera circundante. Ainda assim, é essencial ponderar a emergência de maior número de trabalhos e de pesquisadores interessados em estudar o clima urbano na região Nordeste (haja vista a distribuição desigual de trabalhos entre as unidades federativas) cujo intuito seja ampliar o entendimento acerca dos impactos, bem como a aplicação de medidas mitigadoras e adaptativas que visem à promoção da qualidade de vida das populações, ao se integrar conhecimento acadêmico à execução do planejamento urbano local.

2.2 – Convertendo as paisagens urbanas em Zonas Climáticas Locais

Antes de atingir o ápice desse subtópico, que é regionalizar a área de estudo em zonas climáticas locais, torna-se importante ressaltar como ocorreu a evolução urbana da cidade que se manteve historicamente conectada à dinâmica urbana de Aracaju. Para tanto, considera-se relevante evidenciar o contexto em que se processou o desenvolvimento urbanístico da capital sergipana até alcançar o momento em que o mercado imobiliário destina sua atenção ao processo de macrocefalia urbana barracoqueirense, promovendo transformações evidentes na paisagem e, conseqüentemente, favorecendo a expansão urbanística e demográfica.

Em 2005, ano anterior à inauguração da PCJA, a população aracajuana era pouco maior que 630 mil habitantes. Considerando a década de 1970 (com 186.838 habitantes) como marco para a consolidação do processo de urbanização e o ano de 2005, a capital sergipana cresceu em 237% a população absoluta; por sua vez, a densidade demográfica saltou na mesma proporção: de 1009,97 hab/km² para 3479,39 hab/km² (Prefeitura de Aracaju, 2015a).

Ainda é importante ressaltar outro ponto nessa dinâmica de expansionismo urbano: o avanço dos aglomerados residenciais nas regiões periféricas e menos favorecidas pela infraestrutura. Definida como cidade informal (Prefeitura de Aracaju, 2015), os bairros da zona norte crescem de maneira desordenada devido à demanda por moradia da população mais carente em recursos financeiros, onde o mercado imobiliário não é tão atuante quanto na região sul-sudoeste.

Nesse contexto acelerado de urbanização aracajuana, somados aos investimentos em obras de infraestrutura em território barracoqueirense após a construção da PCJA⁵ (destinados à pavimentação, ao alargamento e à iluminação das vias rodoviárias de acesso, além de obras de saneamento básico), Gesteira (2017) entende que a escassez do solo na região de centro comercial em Aracaju fortaleceu a expansão do mercado imobiliário em Barra dos Coqueiros com a construção dos primeiros edifícios verticalizados próximos à cabeceira da ponte (até o ano de 2010); naquele momento tida como cidade dormitório, Barra dos Coqueiros passa a funcionar como área de expansão de Aracaju, conurbando-se à capital.

De acordo com as ponderações realizadas por Gesteira (2017), a partir de 2010 houve a espacialização de condomínios verticais e conjuntos habitacionais pela rodovia SE-100 para atender a demanda por imóveis à população de menor poder aquisitivo. Já ao longo da rodovia José de Campos, foram projetados condomínios horizontais de elevado padrão arquitetônico para atender à população de maior renda financeira, seja como residência fixa ou como segunda residência (veraneio), além dos empreendimentos turísticos (*resorts*).

Conforme o IBGE, entre 2010 e 2022, a população alavancou em 66%, contabilizando cerca de 42 mil habitantes, distribuída em número superior a 20 mil domicílios e utilizando, aproximadamente, uma frota de onze mil veículos automotores.

Diante de tantas transformações promovidas à paisagem barracoqueirense nas últimas duas décadas, com a inclusão de pavimentação, de concreto, de poluentes atmosféricos e de incremento populacional, é fato que tal dinâmica urbana tem contribuído para a produção de um clima urbano específico, local. Com isso, as trocas de calor entre a

⁵ Anterior a esse fato, a ausência de uma conexão rodoviária consistia em uma barreira praticamente intransponível para atender as demandas do mercado imobiliário para viabilizar a exploração do território barracoqueirense, já que a ligação entre os municípios era estabelecida por embarcações de pequeno porte que se deslocavam em horários limitados. Ou ainda percorrer cerca de setenta quilômetros por rodovia, passando por Nossa Senhora do Socorro, Maruim e Santo Amaro das Brotas para se ter acesso à Barra dos Coqueiros (Gesteira, 2017).

cidade e a atmosfera circundante aumentam, favorecendo a elevação das temperaturas, que não se estabelecem de maneira igualitária por todo o espaço urbano.

De certo, há regiões da cidade com maiores temperaturas constatadas do que em outras. Isso porque cada porção da cidade foi definida para atender a certos interesses: as porções onde se destacam as funções comercial, residencial e de lazer são dotadas de melhor infraestrutura quando comparadas àquelas áreas que não foram incorporadas pelo mercado imobiliário, a exemplo das paisagem naturais pouco alteradas pelos humanos. Assim sendo, nessas áreas que pouco sofreram intervenções, as temperaturas tendem a ser mais amenas.

Nesse sentido, a cidade pode ser organizada em *Local Climate Zones* (LCZ) ou Zonas Climáticas Locais (ZCL). Essa técnica, proposta por Stewart e Oke (2009; 2012), tem sido utilizada amplamente na Europa e na Ásia e, mais recentemente (a partir de 2018), no Nordeste e Sudeste do Brasil, embora ainda seja incipiente o número de pesquisas voltadas às cidades brasileiras, conforme destacam Araújo e Barbosa (2023).

De acordo com Ferreira e Ugeda Júnior (2020, p. 393), “as zonas climáticas em uma cidade representam padrões espaciais de elementos da superfície capazes de provocar efeitos no clima urbano” nas escalas micro e local. O propósito é, portanto, classificar a paisagem mediante a relação de causa e de efeito entre as modificações humanas promovidas na configuração da superfície urbana e os impactos térmicos correspondentes⁶, o que permite identificar e caracterizar os elementos geoambientais e os elementos construtivos de um mesmo contexto morfológico, de acordo com as propriedades térmicas existentes nos diferentes corpos/objetos dispostos.

Consoante Stewart (2011), isso acontece porque a morfologia da superfície contribui na modificação do fluxo de ar bem como do transporte de calor no ar. Em contrapartida, a cobertura da terra favorece a modificação do albedo, assim como a quantidade de umidade disponível e o potencial de aquecimento e de arrefecimento do solo.

⁶ Cada intervenção antrópica na configuração da superfície urbana ou na dinâmica cotidiana da cidade representa uma modificação no balanço de energia e de radiação. Araújo e Barbosa (2023) apontam que a maior absorção e liberação de radiação solar no ambiente urbano provém da construção de superfícies verticais (edifícios) e pavimentadas, assim como da maior liberação de calor sensível e latente resultante da combustão de combustíveis fósseis do transporte urbano, além do processamento industrial e do aquecimento ou da refrigeração dos ambientes domésticos. Outras modificações citadas por Corrêa, Corrêa e Andrade (2012) incluem a impermeabilização do solo mediante camadas de concreto ou asfalto e a remoção da cobertura vegetal que dificulta o escoamento da água da chuva e a infiltração da água no solo, impactando a redução da umidade relativa do ar.

No entendimento de Cardoso (2021, p. 23), a estrutura urbana com suas superfícies organizadas em configurações de tamanhos e de formas distintas, tais como as ruas, as quadras e os bairros, tem uma composição única de elementos que contribuem para a produção de microclimas. Ela ainda ressalta que a classificação da paisagem estabelece certa ordem, possibilitando descrever e quantificar a cobertura da superfície, também os materiais, a estrutura e todo o metabolismo.

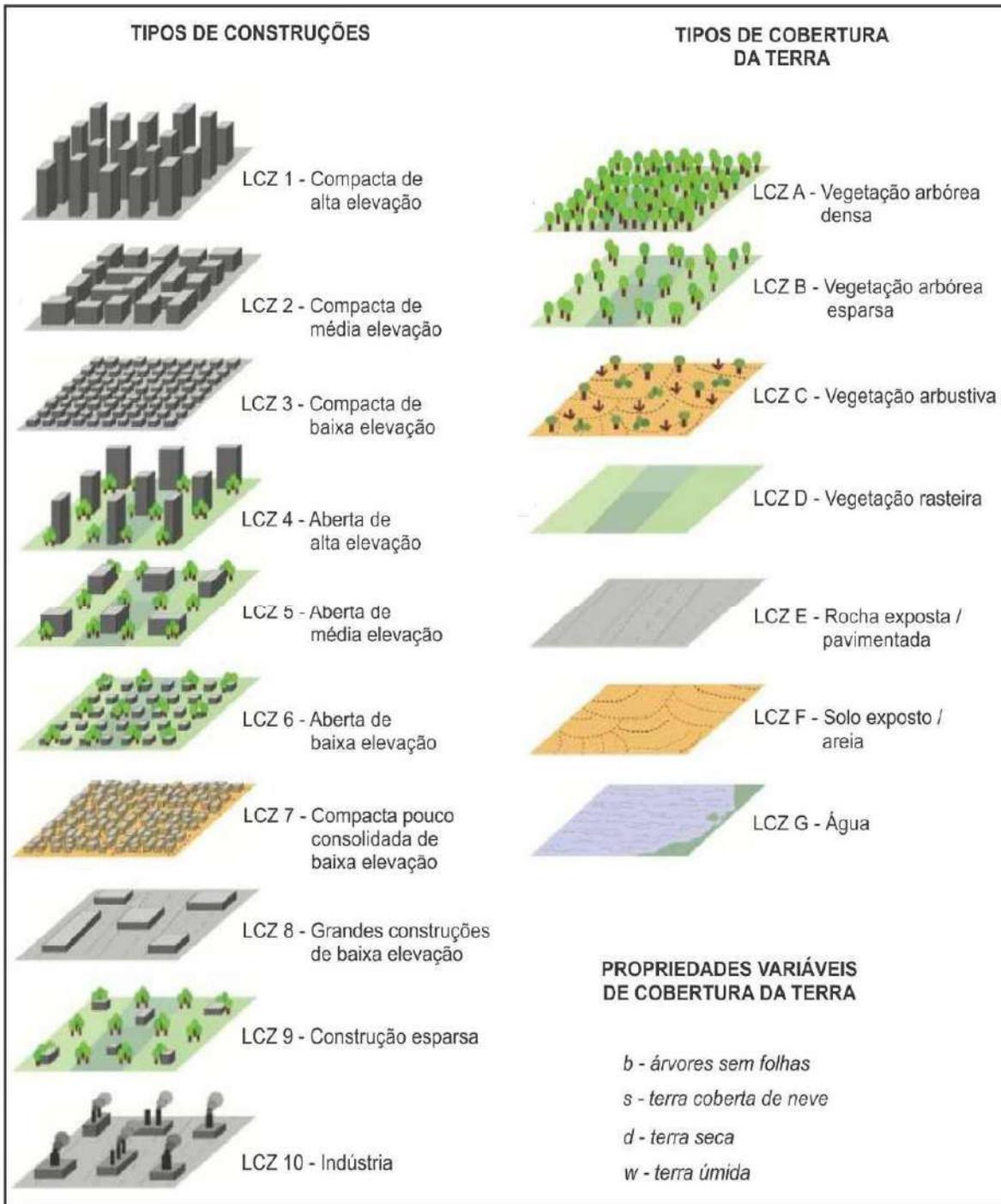
Para facilitar a compreensão, basta visualizar que a cidade é composta por várias paisagens, sendo algumas áreas com maior adensamento de construções e obras de infraestrutura, enquanto outras áreas apresentam maior cobertura vegetal e baixa densidade construída. As primeiras áreas por apresentarem superfícies impermeabilizadas, materiais construtivos retentores de calor, além do incremento maior de pessoas e de veículos, contribuem de maneira mais intensa com alterações no balanço de energia do que as áreas onde as atividades humanas manifestaram-se de modo menos intenso.

Conforme ponderações realizadas por Cardoso e Amorim (2017, p. 79), “a estrutura do sistema tem como base dados observacionais e de modelagem numérica, sendo locais na escala, climáticas na distinção das propriedades e zonais na representação espacial”. Com base nas postulações de Stewart e Oke (2012), Ferreira e Ugeda Júnior (2020, p. 394) explanam como pode ser aplicada a técnica das ZCLs:

(...) organiza dentro de um sistema de classes as diferentes condições físicas dos elementos do espaço urbano. (...) Dispostas em dois grupos, de tipos construídos ou edificadas, listadas por classes numeradas de 1 a 10, e de tipos de cobertura da superfície, listadas por letras de ‘A’ à ‘G’, estão divididas as 17 classes padrão de ZCLs. “Cada ZCL é nomeada e ordenada individualmente por uma (ou mais) propriedade da superfície diferenciadora, que na maioria dos casos é a altura/densidade de objetos de rugosidade ou a cobertura da superfície dominante”.

Consta na figura 22 dezessete ZCLs, dentre as quais dez estão relacionadas aos tipos de construções, enquanto sete se referem ao tipo de cobertura da terra ou do solo. Há, também, 4 subdivisões possíveis de serem empregadas a depender das propriedades sazonais de cobertura da terra para o contexto estudado. E é a manifestação desses arranjos que vai orientar a classificação das paisagens em zonas climáticas locais haja vista que cada classe foi definida de acordo com a capacidade que suas propriedades têm em modificar as variáveis atmosféricas, como por exemplo, o vento, a umidade e, principalmente, a temperatura.

Figura 22 – Sistema de classificação da paisagem em zonas climáticas locais.



Fonte: Cardoso e Amorim (2017).

Cardoso e Amorim (2017) pontuam que por haver diferenças físicas e culturais das paisagens urbanas distribuídas ao redor do mundo, pode não haver correspondências com as

ZCLs esquematizadas na figura 22. Sendo assim, o pesquisador pode verificar a possibilidade de criar subclasses através da junção das ZCLs já existentes.

Tendo em vista que a morfologia da superfície (modifica o fluxo de ar e o transporte de calor no ar) e a cobertura do solo (modifica o albedo, a disponibilidade de umidade e o potencial de aquecimento/arrefecimento do solo) são fatores relevantes à produção do clima urbano na camada do dossel⁷, Stewart e Oke (2012) definem quatro propriedades da superfície que influenciam o clima de um ambiente citadino, a saber: i) a estrutura urbana (a altura e a dimensão dos elementos de rugosidade como as edificações e as vias de mobilidade); ii) distribuição dos elementos de rugosidade, com suas continuidades e descontinuidades resultantes da expansão do fenômeno urbano; iii) cobertura do solo ao entorno dos elementos de rugosidade (construída, pavimentada, com cobertura vegetal, solo descoberto, água); e iv) inércia térmica dos materiais construtivos, produzindo o metabolismo urbano (a exemplo da água, do calor e dos poluentes emitidos em razão das atividades antrópicas desencadeadas na cidade).

Mensuradas as propriedades dos diferentes arranjos espaciais, será possível definir “regiões homogêneas em relação à cobertura do solo, à estrutura da superfície, ao material construtivo e à atividade humana” (idem, p. 1884) de acordo com a capacidade que cada zona tem em modificar o clima local, provocando anomalias térmicas. A técnica abrange uma escala horizontal que se estende desde centenas de metros até alguns quilômetros. E, ainda, vão resultar, quando associadas a imagens de satélites termais ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) ou LANDSAT (*Land Remote Sensing Satellite*), na produção de mapas temáticos térmicos (Souza *et al.*, 2020).

Nesse sentido, Borges *et al.* (2022) entendem que o uso dessa técnica ao estudo do comportamento térmico preenche uma lacuna no sentido de apresentar, espacialmente, uma detalhada análise acerca da variabilidade da temperatura do ar intraurbano, em oposição à descrição habitual da diferença de temperatura entre a zona urbana e a zona rural da cidade, que não descreve detalhadamente um local ou a sua circunvizinhança. E, ainda, acrescenta

⁷ A camada do dossel urbano é a zona que se estende do solo até as coberturas dos edifícios, incluindo o ar contido entre os elementos de rugosidade da cidade, como edifícios e outras estruturas. O clima nesta camada é influenciado pela natureza do ambiente construído, como materiais e a geometria do local (Cardoso, 2021), diferindo do ambiente natural e sendo objeto de estudo para entender os microclimas urbanos e fenômenos como as ilhas urbanas de calor.

que essa técnica de aquisição de dados deve ser aplicada às cidades tropicais de pequeno porte, como é o caso de Barra dos Coqueiros/SE, uma vez que “são uma excelente base para o planejamento das cidades, na intensidade e na ocorrência das IUCs” (p. 104).

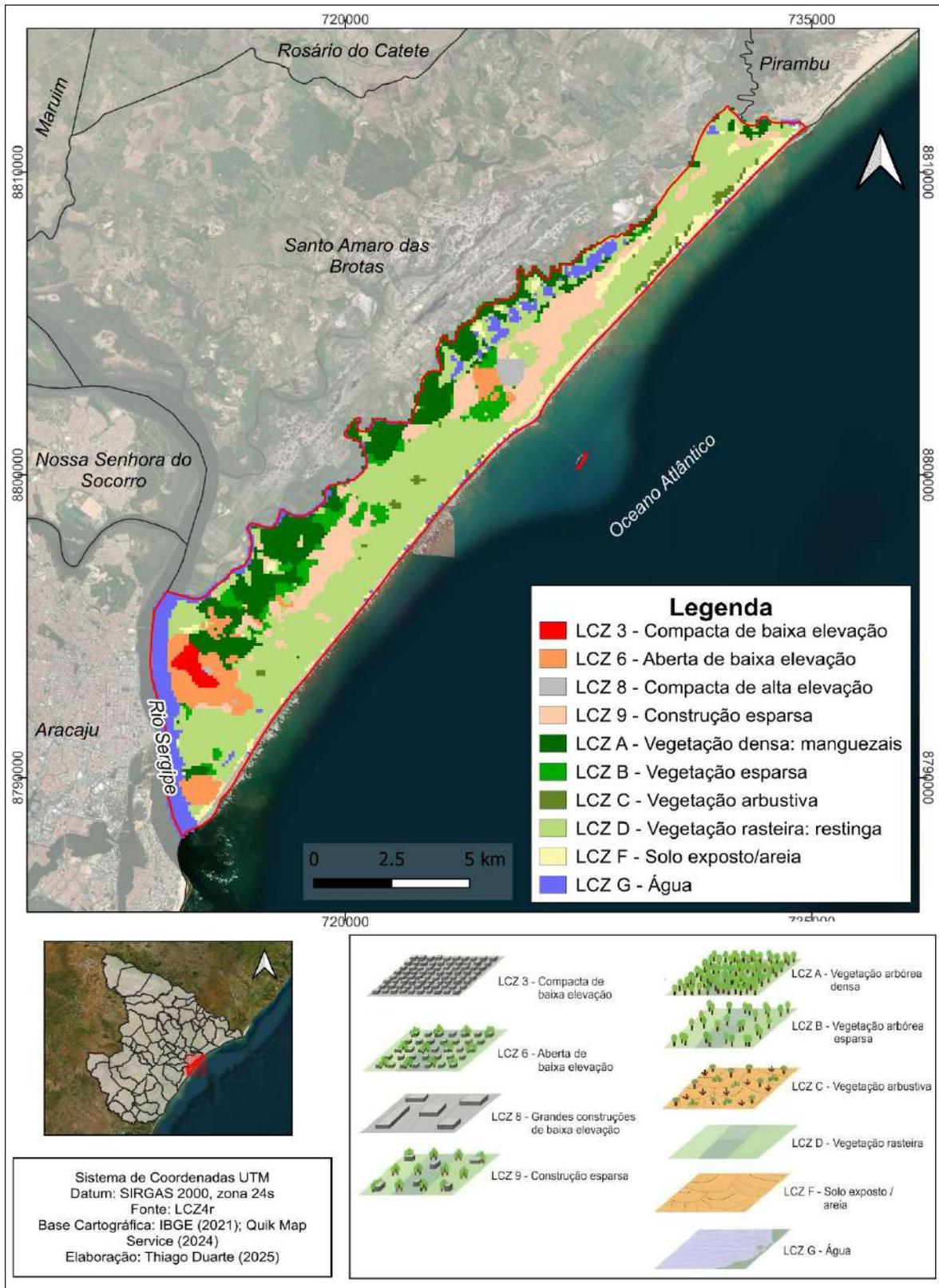
No entendimento de Araújo e Barbosa (2023, p. 83), tal metodologia melhora a acurácia dos modelos de ilhas de calor e viabiliza a caracterização e o planejamento de recomendação adequadas ao contexto climático da área de estudo em foco, pois “facilita a documentação consistente de dados, melhora a base de comparação entre locais e fornece um protocolo que possa medir a significância do efeito da ilha urbana de calor de qualquer cidade” cujas consequências, principalmente durante o verão (estação quente), tendem a ocasionar considerável desconforto térmico, além de afetar a qualidade do ar e causar doenças e mortes de parcela da população em decorrência das ondas de calor. Nesse ínterim, a demanda pelo consumo de energia elétrica por meio da utilização em massa de ventiladores e de ares-condicionados se intensificam, gerando, conseqüentemente, sobrecarga ao sistema energético nacional.

No tocante à aplicação da técnica ZCL para a área de estudo, a seleção do trajeto, visando à coleta de dados referentes à temperatura do ar mediante o uso de transectos móveis, foi definida de tal modo que perpassasse tanto por áreas urbanas consolidadas quanto por áreas em processo de consolidação, inclusive em áreas de vegetação arbórea, em restinga e em campo de dunas.

É importante ressaltar que a variável atmosférica utilizada para a definição das ZCLs foi a temperatura do ar; não foram ponderadas para esta análise os fluxos turbulentos, o balanço energético, a umidade relativa do ar, a radiação e a concentração de CO₂ conforme preconizado por Stewart (2011) quando se intenta identificar, de fato, as ZCLs.

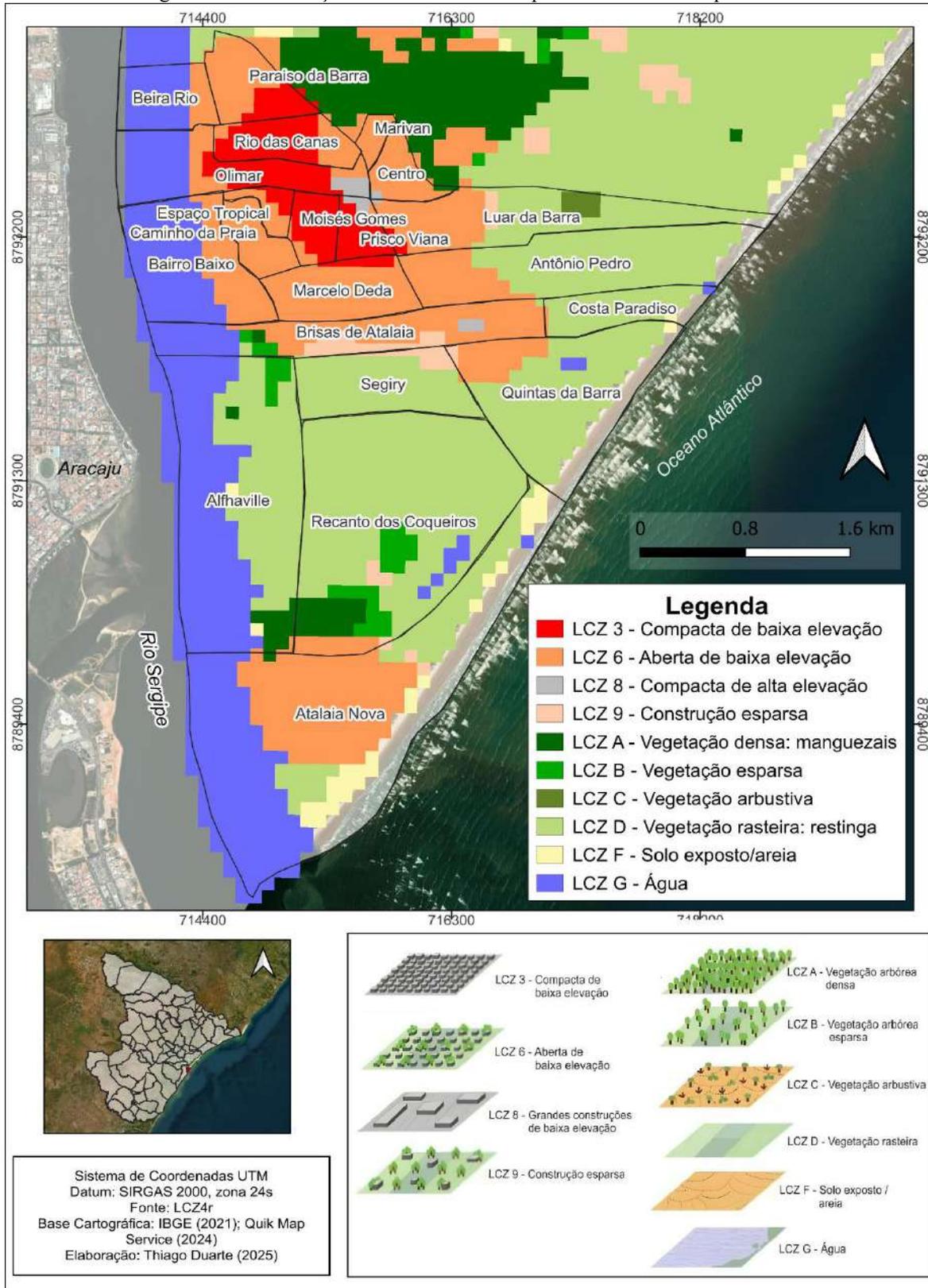
Considerando as funcionalidades do *software* LCZ4r, foi produzido um mapa (figura 23) que consta a regionalização da área de estudo em zonas climáticas locais, sendo estas agrupadas em quatro classes referentes aos tipos de construção e seis classes relacionadas aos tipos de cobertura do solo. Na seqüência, a figura 24 evidencia a distribuição de cada uma das ZCLs em relação aos bairros com maior adensamento urbano e com maior contingente populacional.

Figura 23 – Zoneamento climático de Barra dos Coqueiros/SE.



Elaborado pelo autor (2025).

Figura 24 – Distribuição das zonas climáticas pelos bairros barracoqueirenses.



Elaborado pelo autor (2025).

Conforme demonstra a figura 23, os diferentes arranjos espaciais foram agrupados em classes construtivas e em classes de cobertura da terra, definindo a área de estudo em zonas climáticas locais (LCZs ou ZCLs). Por meio desse viés, deduz-se que 21,1% do território barracoqueirense (equivalente a 19,45 km²) é composto de paisagens que se enquadram nas classes construtivas LCZ 3, 6, 8 e 9 com destaque para a classe aberta de baixa elevação (LCZ 6, ocupando 6,3% do território ou 5,81 km² da área total do município) e a classe de construção esparsa (LCZ 9, ocupando 12,9% do território ou 11,9 km² de área).

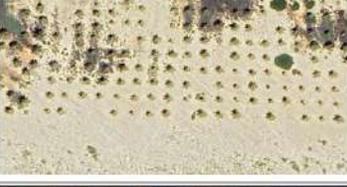
Enquanto isso, 78,9% do território urbano (correspondente a 72,75 km²) é formado de paisagens majoritariamente físico-naturais, encaixando-se nas classes de cobertura da terra (LCZ A, B, C, D, F e G). De acordo com essa categorização, os destaques são para a classe de vegetação densa formada por manguezais (LCZ A, contendo uma faixa territorial de 15,6% proporcional a 14,4 km² de área total), para a classe de vegetação rasteira composta por restingas (LCZ D, ocupando quase metade do território com 44,1%, o que equivale a 40,7 km² de área) e a classe de água (LCZ G, perfazendo 9,3% de abrangência em uma área de 8,58 km²).

Quanto à figura 24, percebe-se a predominância das classes construtivas formando duas manchas urbanísticas: uma de grande proporção na porção sudoeste do território, nas adjacências do bairro Centro; e outra mancha urbana aparece mais ao sul da cidade, na região do bairro Atalaia Nova. Circundando essas manchas, é possível encontrar vegetações densas (principalmente manguezais), esparsas, arbustivas e rasteiras (restinga).

O quadro 6, situado logo abaixo, apresenta o detalhamento das características acerca das zonas climáticas locais predominantes em Barra dos Coqueiros/SE.

Quadro 6 – Caracterização das principais ZCLs de Barra dos Coqueiros.

Classes	Características	Vista Aérea
LCZ 3	Ocupando 1% do território, essa LCZ é marcada por áreas densamente construídas, abrangendo edifícios de até 3 pavimentos. Apresenta pouca ou inexistente vegetação arbórea. Predomínio de materiais construtivos de elevada massa térmica (tijolos, pedras, concretos) e telhado cerâmico. Localização: Com funções urbanas predominantemente comercial e residencial, englobando os bairros Espaço Tropical, Moisés Gomes, Olimar, Paraíso da Barra, Prisco Viana e Rio das Canas.	
LCZ 6	Com abrangência de 6,3% do território urbano, a LCZ 6 possui média densidade construtiva com áreas de construções espaçadas, árvores dispersas e terrenos permeáveis; os edifícios são compostos de materiais construtivos pesados e telhado cerâmico e/ou fibrocimento. Localização: Predominância nos bairros Atalaia Nova, Baixo, Beira Rio, Brisa de Atalaia, Caminho da Praia, Centro, Espaço Tropical, Marivan, Marcelo Déda, Paraíso da Barra, além de parcela dos bairros Antônio Pedro, Luar da Barra, Quintas da Barra e Recanto dos Coqueiros.	

LCZ 8	<p>Presente em aproximadamente 1% do território, as construções compridas e baixas são compostas de materiais construtivos retentores de calor (tijolos, pedras, concretos) e seus telhados apresentam estrutura metálica ou fibrocimento. Em algumas áreas da cidade, apresentam vegetação arbórea pontual e terrenos permeáveis, embora predomine a cobertura da terra pavimentada.</p> <p>Localização: Geralmente, são áreas comerciais (restaurantes, academias, supermercados, farmácias), além de órgãos governamentais e de igrejas dispostas nos bairros Olimar e Prisco Viana.</p>	
LCZ 9	<p>Distribuída em quase 13% do território, a LCZ é caracterizada por uma área urbana com baixa densidade de edificações (desde tamanhos pequenos a médios) dispostos de maneira esparsa e o solo apresenta predominância de superfícies permeáveis. A maior quantidade de vegetação e a baixa densidade de construção resulta em menor absorção e retenção de calor.</p> <p>Localização: Abrangem os antigos povoados e que hoje em dia estão incluídos em áreas de potencial urbanização (PDSP, 2016).</p>	
LCZ A	<p>Correspondendo a 15,6% da área do município, essa LCZ é uma área densamente arborizada, com solo permeável.</p> <p>Localização: Apresenta-se disposta tanto nas adjacências dos cursos hídricos quanto próximos a áreas densamente urbanizadas.</p>	
LCZ B	<p>A presença de vegetação arbórea esparsa em 4,7% da cidade, que inclui vegetação rasteira ou gramíneas, contribui com uma cobertura de solo predominantemente permeável. Como consequência, tende a ter um efeito de resfriamento durante o dia devido à evapotranspiração e ao sombreamento.</p> <p>Localização: Abrange desde áreas mais densamente urbanizadas quanto áreas menos urbanizadas do município.</p>	
LCZ C	<p>Totalizando 1,1% da área total do município, com densidade de construção baixa ou inexistente, essa LCZ tem cobertura vegetal em que predominam pequenas árvores, arbustos e solo permeável. Por ter baixa rugosidade, facilita a atuação dos ventos.</p> <p>Localização: Pode ser encontrada ao longo de toda a costa litorânea.</p>	
LCZ D	<p>Abrange quase a metade do território (44,1%). Composto por áreas de restinga, com gramados e pouca vegetação arbórea que se prendem às dunas.</p> <p>Localização: Faixa litorânea do município, estendendo-se de sudoeste a nordeste.</p>	
LCZ F	<p>Somando 4% da área total do município, os solos expostos, as faixas de areia e dunas compõem uma paisagem com pouca ou nenhuma vegetação, predominando superfície lisa e uniforme.</p> <p>Localização: Estende-se pelos 32 km de praia.</p>	
LCZ G	<p>Essa LCZ abrange os corpos hídricos, como os rios e as lagoas. Equivalendo a 9,3% da área total da cidade, não há uma estrutura de superfície complexa como árvores ou edifícios, tornando a área "sem feições" em termos de vegetação e solo. Atuam como regulador da temperatura.</p> <p>Localização: Rio Sergipe, rio Pomonga, rio Japarutuba, lagoas e oceano Atlântico.</p>	

Elaborado pelo autor (2025). Imagens: *Google Earth*, na escala 1:100.

As ZCLs, dispostas no quadro 6, que integram as classes construtivas representam a dinamicidade de como os diferentes arranjos espaciais barracoqueirenses foram organizados por intermédio do planejamento urbano (considerando-se as intervenções urbanísticas ora promovidas pelos entes governamentais ora promovidas pelo mercado imobiliário), principalmente ao longo dos últimos vinte anos (2006-2025), contribuindo no crescimento referente ao número de domicílios e de empresas em diversos segmentos (comércio popular, supermercados, instituições bancárias e órgãos do governo) além de intensificar a circulação de pessoas e de veículos, principalmente nas ZCLs 3, 6 e 8.

Por sua vez, as classes de cobertura da terra também sofreram antropização; ainda que ocupem aproximadamente 80% do território e causem a falsa impressão de não terem sofrido ingerências, tais paisagens revelam um fato comum: a apropriação pelo capital financeiro de potenciais áreas imobiliárias ou de entretenimento para interesses meramente lucrativos desconsideram os impactos socioambientais que podem ser gerados pelas constantes intervenções às paisagens urbanas.

Exemplos dessas intervenções foram a implementação do Parque Eólico e da Usina Termoelétrica na LCZ B, bem como a construção de empreendimentos turísticos do tipo *resorts* na LCZ D. Criados com o ideal de proporcionar progresso, emprego e geração de renda para a cidade, tais empreendimentos suscitam preocupações e produzem impactos socioambientais, com ênfase na realocação de famílias que viviam nas comunidades tradicionais e a redução no contingente de pescadores, afetando também os ecossistemas locais, com o desvio de rotas das aves migratórias e de espécies marinhas, além do desequilíbrio nas correntes do mar e no campo de dunas.

É importante ressaltar que mesmo as classes de cobertura da terra apresentando características paisagísticas que poderiam classificá-las como pertencendo a um ambiente rural, isso não é mais possível porque a Lei Complementar Municipal nº 04/2016 revogou a Seção IV do Plano Diretor, que definia a área rural da cidade. Essa decisão oficializou o crescimento urbano acelerado que já estava em andamento no município, transformando áreas antes consideradas rurais em condomínios residenciais e em zonas com foco industrial, ainda que sejam mínimas.

2.3 – Comportamento térmico intraurbano e a diagnose das ilhas de calor

Sabe-se que o clima urbano é constituído de alguns fatores capazes de criar condições que diferenciam a cidade e o entorno. Nesse sentido, Fialho *et al.* (2019) entendem a componente térmica como um desses fatores, podendo ser caracterizada pela resposta física da temperatura encontrada nas superfícies dos corpos/objetos quando submetida às condições externas resultantes dos parâmetros climáticos, e varia a depender das condições do tempo meteorológico bem como da utilidade atribuída à cobertura do solo.

Com base na variável temperatura, é possível identificar em um ambiente intraurbano as ilhas de calor, o arquipélago de calor e o *hot spot* (ponto mais quente da mancha urbana). Afinal, o que seria, então, uma ilha urbana de calor? A resposta não é tão simples, mas poderá ser bem compreendida a partir de agora. O termo ilha de calor foi empregado pela primeira vez nos anos 1958 por G. Manley para designar a variação de temperatura entre o centro e a periferia de um núcleo urbano, inclusive do campo (zona rural). Em outras palavras, uma ilha urbana de calor (IUC) corresponde à região da cidade mais afetada com o aquecimento e com o arrefecimento ao longo do dia, sendo realçadas em dias de pouco vento.

O quadro 7 apresenta alguns conceitos relacionados ao fenômeno climático ilhas de calor e, de maneira geral, associa sua gênese comparando o núcleo mais urbanizado da cidade com a área rural próxima.

Quadro 7 – Conceitos acerca do fenômeno ilhas urbanas de calor.

Autores	Conceitos
Alcoforado <i>et al.</i> (2005)	“É o resultado cumulativo de modificações na cobertura do solo e na composição da atmosfera, devido ao desenvolvimento urbano e as atividades antrópicas”.
Amorim <i>et al.</i> (2009)	“A ilha de calor urbana é a manifestação do aumento das temperaturas causada por características físicas, sendo elas as altas densidades de construções, concentração de materiais construtivos de grande potencial energético de emissividade, reflectância e, ainda, as atividades humanas”.
Gartland (2010)	“As ilhas de calor são formadas em áreas urbanas e suburbanas porque os materiais de construção normalmente utilizados nessas áreas absorvem e retêm mais calor do sol do que as áreas menos urbanizadas e os materiais naturais existentes em áreas rurais.”
Rodrigues <i>et al.</i> (2011)	“Ilha de calor urbana consiste no acúmulo de energia em áreas urbanizadas durante o dia, associado ao fluxo de calor antropogênico, resultando num aumento de temperatura à noite”.

Tajiri et al. (2011)	“Ilha de calor é um fenômeno que ocorre quando a temperatura em determinadas regiões dos centros urbanos fica maior do que a temperatura nas regiões periféricas devido à alta concentração de fontes de calor, como: edifícios, vias pavimentadas, poluição atmosférica, veículos consumindo combustível e liberando energia, falta de vegetação resultando em baixa taxa de evapotranspiração e que refletem o desconforto gerado por fatores climáticos que se formam quando há barreiras geomorfológicas, ou onde as construções e emissões de poluentes atmosféricos dão origem ao aumento da temperatura.
Romero (2013)	“As Ilhas de Calor Urbanas reduzem a qualidade do ar através da acumulação de poluentes nos centros urbanos e elevação das temperaturas, implicando na redução do aproveitamento da ventilação natural das habitações, aumentando a dependência de sistemas artificiais de condicionamento”.
Santos e Santos (2013)	“As ilhas de calor constituem-se no aumento da temperatura do ar em centros urbanizados, comparados com a temperatura de ambientes mais amenos no seu entorno”.
Vailshery et al. (2013)	“A ilha de calor urbana é a alteração do equilíbrio térmico das áreas urbanas, devido às modificações na transferência de calor entre a superfície do solo e a atmosfera, em termos de armazenamento de calor, partição entre fluxos de calor sensível e latente, atrito e razão entre as emissões naturais e antropogênicas”.
Paulina et al. (2015)	“Seu impacto no clima local em uma cidade urbana é dado, em particular, em referência ao aumento da temperatura do ambiente”.
Sismanidis et al. (2015)	“Calor relativo das áreas urbanas densas em relação ao seu ambiente suburbano/rural”.
Aflaki et al. (2016)	“Ilha de calor geralmente descreve as áreas urbanizadas com temperaturas mais altas em comparação com as áreas vizinhas não urbanizadas”.
Buchin et al. (2016)	“O efeito da ilha de calor urbana é uma modificação climática antropogênica localizada na camada do dossel da atmosfera urbana, onde correm quase todas as atividades humanas diárias”.
Chen et al. (2016)	“Que as áreas mais urbanizadas têm uma temperatura do ar mais alta do que as áreas suburbanas circundantes”.
Gülten et al. (2016)	“O efeito da ilha de calor é definido como temperaturas do ar mais altas na área urbana do que na área rural numa mesma região”.
Hsieh; Huang (2016)	“Um fenômeno em que a temperatura em uma cidade é maior que a temperatura nas áreas rurais vizinhas”.
Wang; Akbari (2016)	“Um fenômeno pelo qual uma metrópole é geralmente significativamente mais quente do que seus arredores rurais”.
Santiago e Gomes (2016)	A quantidade de vegetação existente em áreas urbanizadas é diretamente relacionada à formação das ilhas de calor
Silveira e Carvalho (2016)	“A urbanização sem planejamento gera um aumento considerável na temperatura local, devido a fatores como o desmatamento e a pavimentação das vias, gerando assim ilhas de calor, fato que pode colocar em risco o bem-estar local” .
Pimentel (2017)	O termo “ilha”, “[...] refere-se ao padrão espacial térmico, que se diferenciará na medida em que for afastando da área densamente urbanizada, rumo ao meio rural” .
Estevam (2019)	As ilhas de calor são resultantes da “produção de espaços urbanos altamente transformados pela canalização dos rios, impermeabilização das superfícies com revestimentos de concreto e asfalto e a supressão da vegetação resultam em cidades cada vez mais desconfortáveis sob o ponto de vista térmico” .
Amorim (2020)	“As ilhas de calor são definidas como bolsões de ar quente registrados nos ambientes urbanos decorrentes da capacidade diferenciada dos materiais encontrados na superfície de armazenar e refletir a energia solar e da produção de calor antropogênico. Resultam, portanto, das diferenças do balanço de energia entre a área urbana e rural, além das diferenças existentes no interior da própria cidade”.
Matos et al. (2021)	“A ilha de calor pode ser entendida como um microclima com elevadas temperaturas em áreas urbanas, motivadas pela substituição da paisagem natural, por um ambiente artificial. Neste ambiente, podem ser identificadas altas temperaturas tanto em grandes metrópoles, quanto em cidades de pequeno e médio porte. O núcleo térmico destas ilhas, via de regra, se encontra nas áreas centrais das cidades, onde pode se encontrar uma maior massa edificada, variando no tempo e no espaço”.

Org.: O autor (2025).

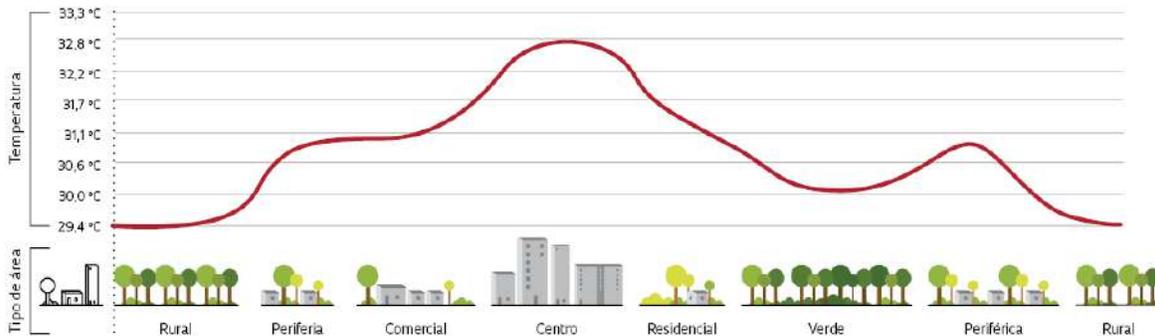
Considerando a contribuição conceitual de cada um dos autores apresentada na tabela acima, este pesquisador ousa definir ilha urbana de calor como sendo ‘um efeito adverso do clima urbano, decorrente das trocas de radiação solar entre a superfície do solo e a atmosfera e que se intensificam por conta das constantes modificações realizadas pelo humano sobre a paisagem citadina, onde os materiais utilizados absorvem e retêm calor, resultando em um bolsão de ar quente situado sobre a porção mais urbanizada, elevando a temperatura (quando comparada com a área menos urbanizada ou a zona rural ao entorno), e, conseqüentemente, causando sensação de desconforto térmico à população local e problemas à saúde’.

Geralmente, as IUCs atingem sobremodo a porção central da cidade justamente por ser uma área com maior adensamento de prédios, de veículos, de indústrias, de asfaltos e de pessoas, produzindo ondas de calor. E à medida em que as localidades estão afastadas dessa área central, as temperaturas diminuem e, conseqüentemente, as ondas de calor também.

É inegável que um aspecto relevante de se considerar na ilha urbana de calor é a intensidade, sendo que a máxima intensidade desse fenômeno climático urbano é perceptível imediatamente de 3 a 5 horas após o ocaso do sol quando o calor acumulado durante o dia é liberado, e diminui ao longo da noite e no decorrer da madrugada (Oke *et al.*, 2017).

Amorim (2019) define a intensidade das IUCs considerando as diferenças de temperatura registradas entre o ambiente urbano e o não-urbano da seguinte maneira: fraca intensidade (diferença entre os pontos mais quentes e os mais frios variam de 0° a 2°C), média intensidade (quando variam de 2°C a 4°C), forte intensidade (quando variam de 4°C a 6°C) e muito forte (com intensidade maior que 6°C), o que permite estudos comparativos entre diferentes cidades e em contextos climáticos diversos. Chegury *et al.* (2022) consideram que a intensidade de uma IUC pode alcançar uma diferença de temperatura do ar de até 12°C. A figura 25 vai esclarecer como se origina uma ilha de calor.

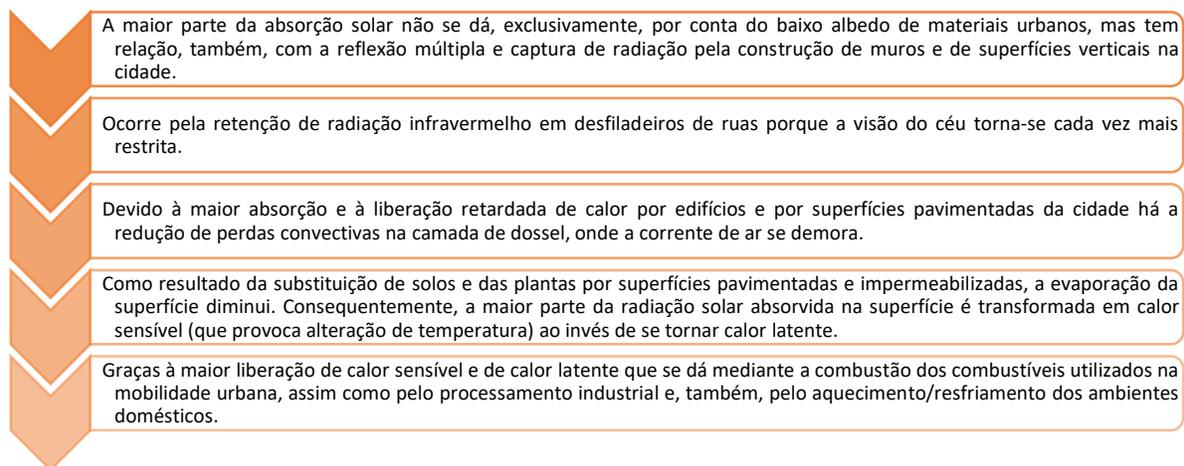
Figura 25 – Modelo de variação térmica em uma cidade hipotética.



Fonte: *Royal Meteorological Society*. Org.: O autor (2025).

Um estudo desenvolvido por Souza *et al.* (2020) aponta as principais causas (figura 26) que contribuem para a modificação no balanço de energia urbana e na radiação da superfície em detrimento das IUCs. No entanto, Gartland (2010) enumera oito características que seriam favoráveis à formação das ilhas de calor: (i) escassez ou remoção da vegetação em áreas urbanas; (ii) escolha pelo uso de superfícies impermeáveis; (iii) maior difusão térmica dos materiais urbanos; (iv) baixa refletância solar dos materiais urbanos; (v) configurações urbanas que aprisionam o calor; (vi) geometrias urbanas que diminuem as velocidades dos ventos; (vii) crescimento dos níveis de poluição; e (viii) ampliação da utilização de energia.

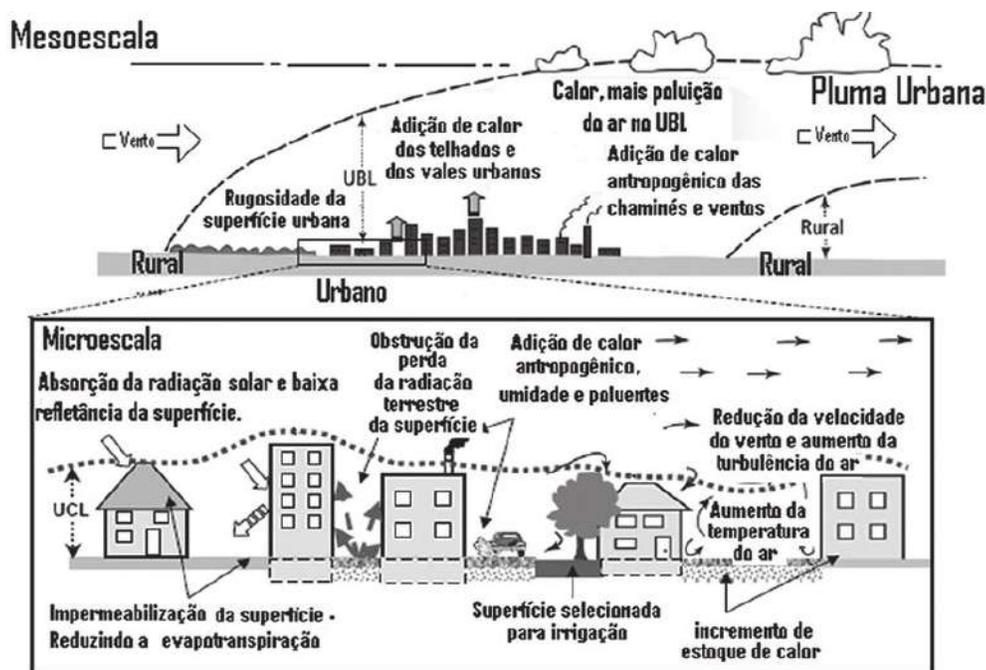
Figura 26 – Principais causas do efeito ilha urbana de calor.



Fonte: Adaptado de Souza *et al.* (2020). Org.: O autor (2025).

Quanto às questões escalares a respeito das ilhas de calor, Oke *et al.* (2017) as agrupa em dois tipos, ao considerar os conceitos-base de camada do dossel urbano (UCL: *urban canopy layer*) e o de camada limite urbana (UBL: *urban boundary layer*). A figura 27 ressalta as questões escalares dos processos responsáveis pelo incremento de aquecimento da atmosfera urbana.

Figura 27 – Modelo esquemático dos processos responsáveis pelo incremento de calor à atmosfera urbana.



Fonte: Fialho (2015).

Ainda se referindo à figura 27, o primeiro tipo ocorre em microescala e está relacionado ao arrefecimento da cidade, envolvendo os processos responsáveis pelo incremento de calor à atmosfera urbana nas áreas situadas entre as edificações. Enquanto isso, já em mesoescala, o segundo tipo induz ao aquecimento da atmosfera que acontece no entorno da cidade e nas mais elevadas altitudes, podendo produzir, em função da direção do vento, uma pluma de alta temperatura que vai aquecer, também, a zona rural do município. Assim, de acordo com as ponderações de Fialho *et al.* (2019), a abordagem das ilhas de calor é multidimensional por ocorrer no espaço e no tempo e integra as escalas de cima para baixo.

Como existem dois tipos de ilhas urbanas de calor, é importante ressaltar as diferenças entre elas. Enquanto as IUCS (ilhas urbanas de calor de superfície) podem ser

definidas por intermédio da diferença de temperatura da cidade em relação ao seu entorno por meio de sensoriamento remoto, as IUCA (ilhas urbanas de calor atmosférica) apresentam temperaturas do ar maiores do que em áreas próximas e são necessárias estações meteorológicas ou sensores termohigrométricos para identificá-las.

De acordo com a abrangente literatura científica, as ilhas urbanas de calor podem ser mensuradas através da temperatura do ar e da temperatura de superfície. O quadro 8 apresenta as principais características de cada uma delas. Ao passo que as compara, permite ao estudioso tomar uma decisão mais acertada na escolha de qual delas mensurar a intensidade, ao se considerar o propósito e os recursos disponíveis para a pesquisa.

Quadro 8 – Características das ilhas de calor superficial e atmosférica.

Características	Ilha de calor superficial	Ilha de calor atmosférica
Ritmo Temporal	Atuante durante o dia e a noite Maior intensidade durante o dia, no verão	Existente durante o dia em condições de calmaria Maior intensidade durante a noite e no inverno
Picos de intensidade	Grande variação espacial e temporal	Pouca variação: Durante o dia: de -1,8 a 3º C Durante a noite: de 7 a 12º C
Método de intensidade	Indireto: teledeteccção	Direto: estações meteorológicas ou transectos móveis
Representação	Imagem termal	Mapas de isotermas

Fonte: Fialho *et al.* (2019). Org.: O autor (2025).

Mas para tal feito, é indispensável que o estudioso faça uso da metodologia mais adequada, que atenda aos objetivos da pesquisa quanto à análise do campo térmico. Atualmente, existe uma variedade de procedimentos de coleta para se definir uma ilha de calor, seja por experimentos em campo, por sensoriamento remoto, ou no emprego de modelos matemáticos em *softwares* computacionais. Conforme Grimmond (2001), as inovações tecnológicas têm contribuído para agregar desenvolvimento aos estudos em climatologia urbana.

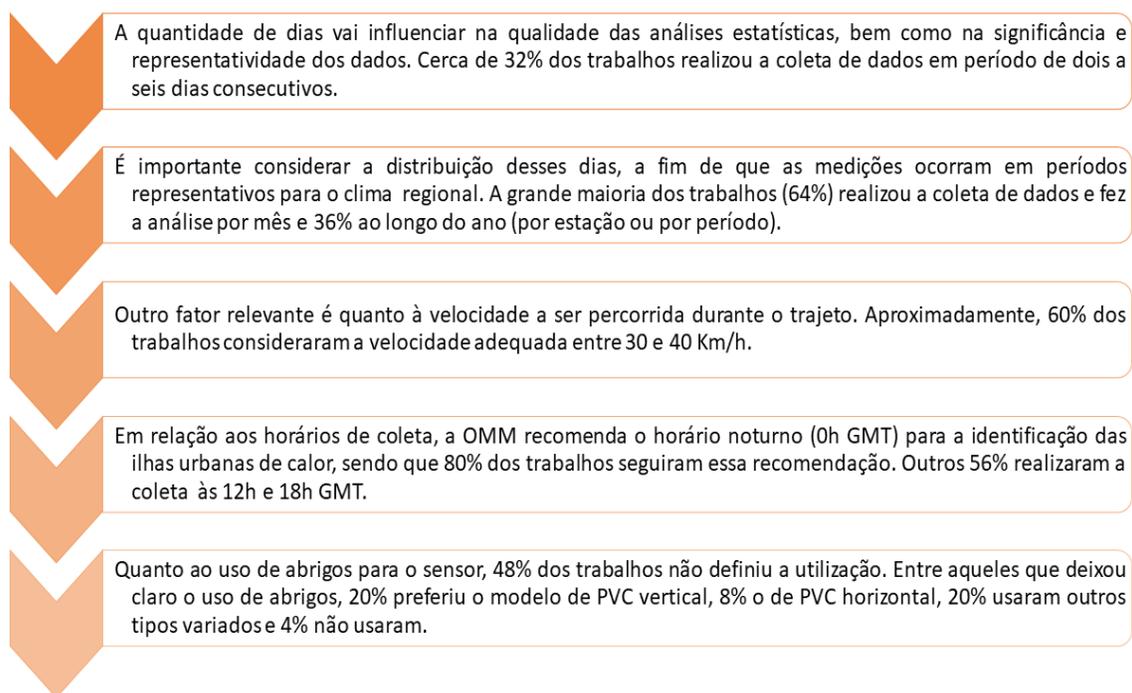
Um desses procedimentos bastante empregados em pesquisas ambientais microclimáticas para fins de planejamento estratégico, seja na zona rural ou na zona urbana, tem sido a utilização de sensores específicos conhecido como transectos móveis; enquanto

alguns necessitam de abrigos meteorológicos para garantir a proteção e a qualidade dos dados, outros não precisam.

Porém, Oke (2005) entende que o desafio tem sido estabelecer um padrão a ser replicado por todos os pesquisadores, com o intuito de possibilitar comparações e análises sem interferências, ocasionadas por fatores externos à coleta de dados. O mesmo autor, em trabalho anterior (Oke, 1982), já havia definido alguns critérios como padrão a ser seguido, a exemplo de o estudioso percorrer trajetos pré-definidos, sempre no mesmo horário e em dias com condições de tempo meteorológico de céu claro e de ventos fracos.

Os transectos móveis são instrumentos de fácil acesso, de fácil operacionalização, e, especialmente, de baixo custo. Eles são empregados para a investigação das ilhas de calor, sendo úteis para realizar medições móveis em percursos a pé, em bicicleta ou em automóveis ao longo de pontos de coleta de dados equidistantes, distribuídos em diferentes ocupações do solo pela malha urbana. A vasta literatura acadêmica possibilitou a Valin Júnior e Santos (2020) compararem estudos (entre os anos de 1990 e 2017) de cidades em todas as regiões geográficas brasileiras que se utilizaram do procedimento de transectos móveis. Ambos os estudiosos chegaram às seguintes considerações apresentadas na figura 28.

Figura 28 – Ponderações com fins de padronização para o uso de transectos móveis.



Fonte: Valin Júnior e Santos (2020). Org.: O autor (2025).

Outra metodologia utilizada refere-se às redes de estações meteorológicas fixas oficiais pelo INMET, que é o órgão responsável pelo tráfego das mensagens coletadas pela rede de observação meteorológica da América do Sul e os demais centros meteorológicos que compõem o Sistema de Vigilância Meteorológica Mundial.

As estações meteorológicas são um conjunto de sensores e de equipamentos que têm a capacidade de medir, de gravar e de recolher dados sobre o tempo atmosférico e medem parâmetros como temperatura, pressão atmosférica, radiação, chuva, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, dentre outros. Para a instalação de uma estação meteorológica deve-se buscar um local adequado que fique na área de interesse de monitoramento e que esteja livre de agentes interferentes, como construções e árvores, pois podem afetar a mensuração da velocidade e da direção do vento, também da temperatura e da umidade do ar, além da radiação e da precipitação atmosférica. Castelhana (2020) instrui que os pesquisadores precisam escolher uma escala (espacial), um período temporal específico e estratégias para a coleta de dados em cada estação, de modo que a reunião de dados coletados, simultaneamente, garanta o detalhamento da evolução do fenômeno.

Fialho *et al.* (2019) destacam a importância dos transectos móveis e das estações meteorológicas aos estudos climatológicos, e ressalta no quadro 9 as principais vantagens e desvantagens quanto à utilização de cada um desses procedimentos.

Quadro 9 – Vantagens e desvantagens no uso de pontos fixos e de transectos móveis.

Pontos Fixos (Estação meteorológica)		Transectos móveis	
Vantagem	Desvantagem	Vantagem	Desvantagem
Possibilita realizar observações simultâneas.	Dificuldade em estabelecer pontos representativos.	Descreve melhor a heterogeneidade do ambiente urbano.	Necessidade de recriar o percurso para conferir maior confiabilidade aos dados coletados.
	Custo operacional e logístico.	Aumenta o número de pontos de coleta dentro da malha urbana.	Não é adequado para percursos de longa distância.
Contribui com o registro temporal da ilha de calor.	Preparar equipes para registro dos parâmetros e compatibilizar horários de leituras.	Permite agilidade maior no processo de monitoramento.	Coleta restrita às estradas de rodagem.
			Dificuldade em definir pontos representativos.
			Não permite mensuração simultânea dos elementos do clima.

Fonte: Adaptado de Fialho *et al.* (2019). Org.: O autor (2025).

Novas possibilidades de identificar a ilha de calor foram desenvolvidas, a exemplo dos balões meteorológicos e das imagens termais em plataformas de observação instaladas em satélites ou aviões (Fialho *et al.*, 2019). No caso dos sensores de infravermelho, é possível “captar a energia refletida e emitida pelas superfícies através da radiação, fornecendo resultados acurados das temperaturas superficiais” (Castelhano, 2020, p. 105) dos objetos que integram o espaço geográfico.

Conforme propõe Oke (2003), o emprego de dados obtidos por meio das imagens de alta resolução espacial provenientes dos satélites corrobora uma melhor compreensão das condições térmicas de toda a cidade, pois favorece apreender as relações estabelecidas entre as características térmicas dos elementos da superfície com as características do ar, por meio de observações feitas em campo.

Porém, o uso de satélites apresenta um certo impasse, já que as condições térmicas apreendidas para determinada cidade atingem até o nível dos telhados dos prédios (horizontais e verticais) e não a superfície do solo. No entendimento de Fialho *et al.* (2019, p. 53), mesmo que sejam utilizadas a temperatura do ar ao mesmo tempo que se obtém a imagem termal, “os valores de superfície serão considerados para calibrar a imagem, não sendo possível afirmar que a imagem termal equivale aos registros da temperatura do ar dentro da cidade, embora as temperaturas de superfície e do ar possa encontrar semelhança”.

Mesmo assim, as técnicas envolvendo sensoriamento remoto conferem aos estudos a possibilidade de compreender, no tempo e no espaço, acerca das transformações intervencionistas que se sucederam na paisagem, e isso por intermédio do comportamento térmico da superfície, inclusive da superfície urbana. A citação de Jensen (2009) reforça a possibilidade de o sensoriamento remoto monitorar características dos atributos das paisagens natural e cultural.

“O sensoriamento remoto pode ser considerado como a arte da ciência de se obter informações de um dado objeto sem entrar em contato físico com o mesmo e possibilita medir e monitorar importantes características dos meios físico e social da Terra”.

O quadro 10 permite ao leitor visualizar a variedade de métodos utilizados na coleta de dados em estudos de ilhas de calor de cidades brasileiras da região Nordeste, no período que se inicia nos anos 2011 e se estende até 2023 e cuja finalidade é a produção de subsídios destinados ao planejamento e ao ordenamento territorial urbano.

Quadro 10 – Procedimentos metodológicos adotados na coleta de dados em estudos de ilhas urbanas de calor em cidades do Nordeste brasileiro.

Autor	Cidade	Método	Tipo	Intensidade máxima (ΔT)
Amorim (2011)	João Pessoa/PB	Transectos de pontos fixos	Temperatura do ar	3,0°C
Azerêdo (2011)	João Pessoa/PB	Estação meteorológica convencional	Temperatura do ar	2,22°C
Nogueira (2011)	Maceió/AL	Modelagem	Temperatura do ar	6,6°C
Freitas (2012)	Aquiraz/CE	Monitoramento em miniabrigos	Temperatura do ar	3°C
Oliveira (2013)	João Pessoa, Campina Grande e Patos/PB	Modelagem	Temperatura operativa	5°C; 9°C e 12°C
Ribeiro (2013)	João Pessoa/PB	Imagem termal	Temperatura do ar	1,05°C
Araújo (2014)	Teresina/PI	Transecto móvel	Temperatura do ar	6,5°C
Dantas (2014)	Jaguaretama/CE	Transectos de pontos fixos	Temperatura do ar	0°C
Lima (2014)	Natal/RN	Estação meteorológica	Temperatura do ar	9,01°C
Oliveira (2014)	Caucaia/CE	Transecto móvel e miniabrigos fixos	Temperatura de superfície	2,1°C
Saraiva (2014)	Mossoró/RN	Pontos fixos	Temperatura do ar	1°C
Sousa (2014)	Recife/PE	Modelagem	Temperatura do ar	7,3°C
Freitas (2015)	João Pessoa/PB	Pontos transectos fixos	Temperatura do ar	3,2°C
Macedo Neto (2015)	Recife/PE	Imagem termal	Temperatura de superfície	7°C
Silva (2015)	Macau/RN	Imagem termal	Temperatura de superfície	5,87°C
Torres (2015)	Maceió/AL, Palmeira dos Índios/AL e Pão de Açúcar/AL	Modelagem	Temperatura do ar	10,6°C; 13,6°C e 14,9°C
Abreu (2016)	Teresina/PI	Imagem termal	Temperatura de superfície	6,6°C
Lima (2016)	João Pessoa/PB	Estação meteorológica portátil	Temperatura do ar	8,0°C
Lucena (2016)	Caicó/RN	Estação meteorológica	Temperatura do ar	5°C
Santos (2016)	Aracaju/SE	Imagem termal	Temperatura do ar	5°C
Simões (2016)	Patos/PB	Modelagem	Temperatura do ar	17,7°C
Barros (2017)	Marechal Deodoro/AL	Transectos móveis	Temperatura do ar	2,8°C
Chaves (2017)	Garanhuns/PE	Imagem termal	Temperatura de superfície	13°C
Santiago (2017)	Teresina/PI	Imagem termal	Temperatura de superfície	9°C
Nova (2018)	Recife/PE	Imagem termal	Temperatura de superfície	2°C
Pinheiro (2018)	São Luís/MA	Transectos móveis	Temperatura do ar	4,7°C
Santos (2018)	Salvador/BA	Imagem termal	Temperatura de superfície	4,0°C
Sousa (2018)	Campina Grande/PB	Modelagem	Temperatura do ar	10,8°C
Cavalcante (2019)	Maceió/AL	Imagem termal	Temperatura de superfície	2,5°C
Correa (2019)	Fortaleza/CE	Modelagem	Temperatura do ar e Temperatura de superfície	0,51°C
Oliveira (2019)	Recife/PE	Imagem termal	Temperatura de superfície	1,9°C
Silva (2019)	Arapiraca/AL, Coruripe/AL, Maceió/AL, Palmeira dos Índios/AL, Pão de Açúcar/AL e São Luís do Quitunde/AL	Estações meteorológicas automáticas	Temperatura do ar	8°C; 7,6°C; 8,7°C; 11,8°C; 12,8°C e 10,1°C

Carvalho (2020)	Caxias/MA, Colinas/MA, Imperatriz/MA, São Luiz/MA e Turiáçu/MA	Estações meteorológicas	Temperatura do ar	2,5°C
Oliveira (2020)	Crateús/CE	Imagem termal	Temperatura de superfície	4°C
Santos (2020)	Teresina/PI	Imagem termal	Temperatura de superfície	13°C
Silva (2020)	João Pessoa/PB	Imagem termal	Temperatura de superfície	12,4°C
Moreira (2021)	Recife/PE	Imagem termal	Temperatura de superfície	4°C
Nascimento (2021)	Recife/PE	Modelagem	Temperatura do ar	3,3°C
Ramos (2021)	Caxias/MA	Pontos fixos	Temperatura do ar	3,2°C
Castro (2022)	Eusébio/CE	Imagem termal e transecto móvel	Zonas climáticas locais (ZCL), Temperatura superficial (TST) e Temperatura do ar (TA)	5°C
Lima (2022)	Paulista/PE	Transectos de pontos fixos	Temperatura do ar	1,5°C
Brasileiro (2023)	Sobral/CE	Transecto móvel	Zonas climáticas locais e Temperatura do ar	4,1°C
Maia (2023)	Salvador/BA	Imagem termal	Temperatura de superfície	7,9°C
Teixeira (2023)	Campina Grande/PB	Estação meteorológica convencional	Temperatura do ar	0,6°C

Elaborado pelo autor (2025).

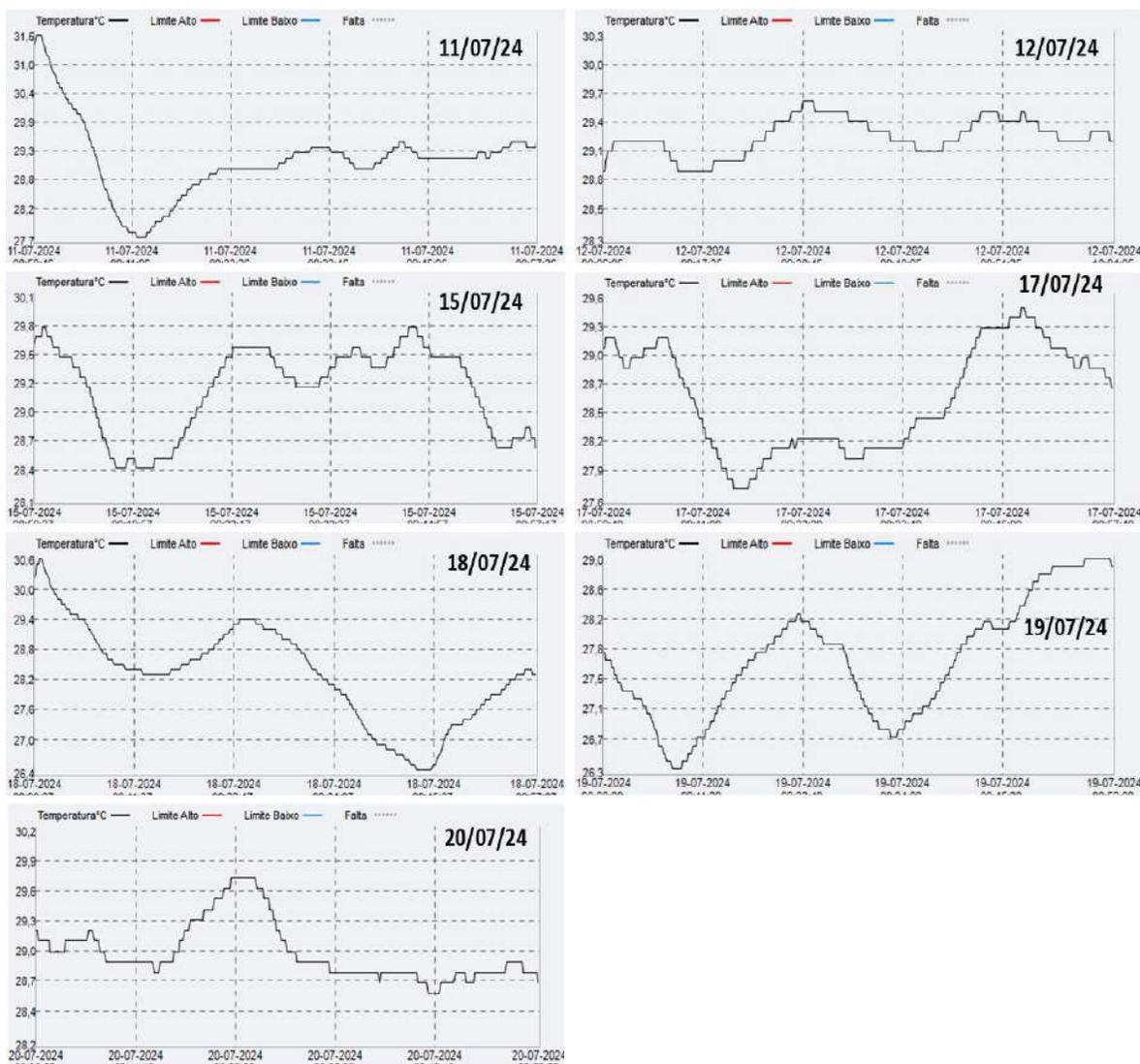
Quanto à esta pesquisa, serão analisados os seguintes aspectos sob uma perspectiva geográfica de base sistêmica: as ilhas urbanas de calor atmosférica em escala microclimática atuando sobre o espaço intraurbano de cidade tropical costeira de pequeno porte populacional, seguindo a técnica ZCL, auxiliada pelo uso de transectos móveis (com percurso e horário previamente definidos) e condições sinóticas, a fim de explicar como os processos de crescimento urbano influenciaram o comportamento do campo térmico durante os episódios da estação quente e da estação chuvosa, produzindo o clima urbano local.

É válido se atentar ao fato de que a modelagem de uma IUC é um produto baseado na tecnologia de sensoriamento remoto. No entanto, anterior a este processo metodológico, o pesquisador fez coleta de dados de temperatura ao longo de 42,5 km pela área de estudo, em momentos distintos (estação chuvosa de 2024 e estação quente de 2024/2025) cujo intuito foi comparar o comportamento dessa variável climática em diferentes zonas de ocupação do solo urbano, passando por todas as ZCLs identificadas.

Com o auxílio de um termômetro digital foi possível registrar a temperatura do ar, armazenando na memória interna as leituras das medições; em média, foram adquiridos 340 registros por dia de coleta, com intervalo de tempo pré-programado de dez segundos entre um registro e outro. O percurso (figura 5, página 44) variou, em média, de 57 a 59 minutos, e ocorreu pela manhã, das 9h às 10h (-3 GMT: *Greenwich Mean Time*).

Por meio da coleta dos dados, obtidos quase ininterruptamente ao longo do inverno austral local de 2024 durante visitas a campo e em dias com condições de tempo meteorológico estável (adequado para atender aos objetivos da pesquisa), foi possível produzir gráficos que evidenciaram a variação da temperatura no decorrer do percurso adotado, como podem ser observados na figura 29. A exceção foram os dias 13, 14 e 16 de julho em que a ocorrência de precipitação pluvial inviabilizou a obtenção dos registros.

Figura 29 – Gráficos produzidos durante a coleta de dados no inverno de 2024.



Fonte: Pesquisa de Campo. Org.: O autor (2025).

De acordo com tais representações, percebe-se que no início do trajeto há predominância de temperatura elevada, variando entre 29°C e 31°C, e que essa temperatura

decai bruscamente durante os primeiros dez minutos de coleta. Tal fato pode ser explicado porque no local onde se inicia o trajeto (Atalaia Nova) até alcançar o complexo de condomínios residenciais horizontais Alphaville, predomina vegetação ao entorno dos domicílios. No entanto, a temperatura volta a aumentar na rodovia José de Campos e atinge o ápice nas imediações dos bairros centrais, onde é diminuta a presença de arborização e há aglomeração de residências, inclusive de edifícios verticalizados.

Na sequência, ocorre outra redução de temperatura, próxima aos trinta minutos de coleta, quando adentra na rodovia SE-100 onde a concentração de domicílios diminui consideravelmente, embora existam alguns condomínios horizontais e verticais habitados e ainda outros em fase de construção. Por volta dos quarenta minutos de percurso percorrido, a temperatura aumenta mais uma vez, nas proximidades de acesso ao município de Santo Amaro das Brotas e do Terminal Marítimo Inácio Barbosa. Na sequência, a temperatura tende a estabilizar até o final do trajeto, já nas imediações limítrofes com o município de Pirambu, haja vista a baixa concentração de aglomerados urbanos e predominância de restingas e de dunas.

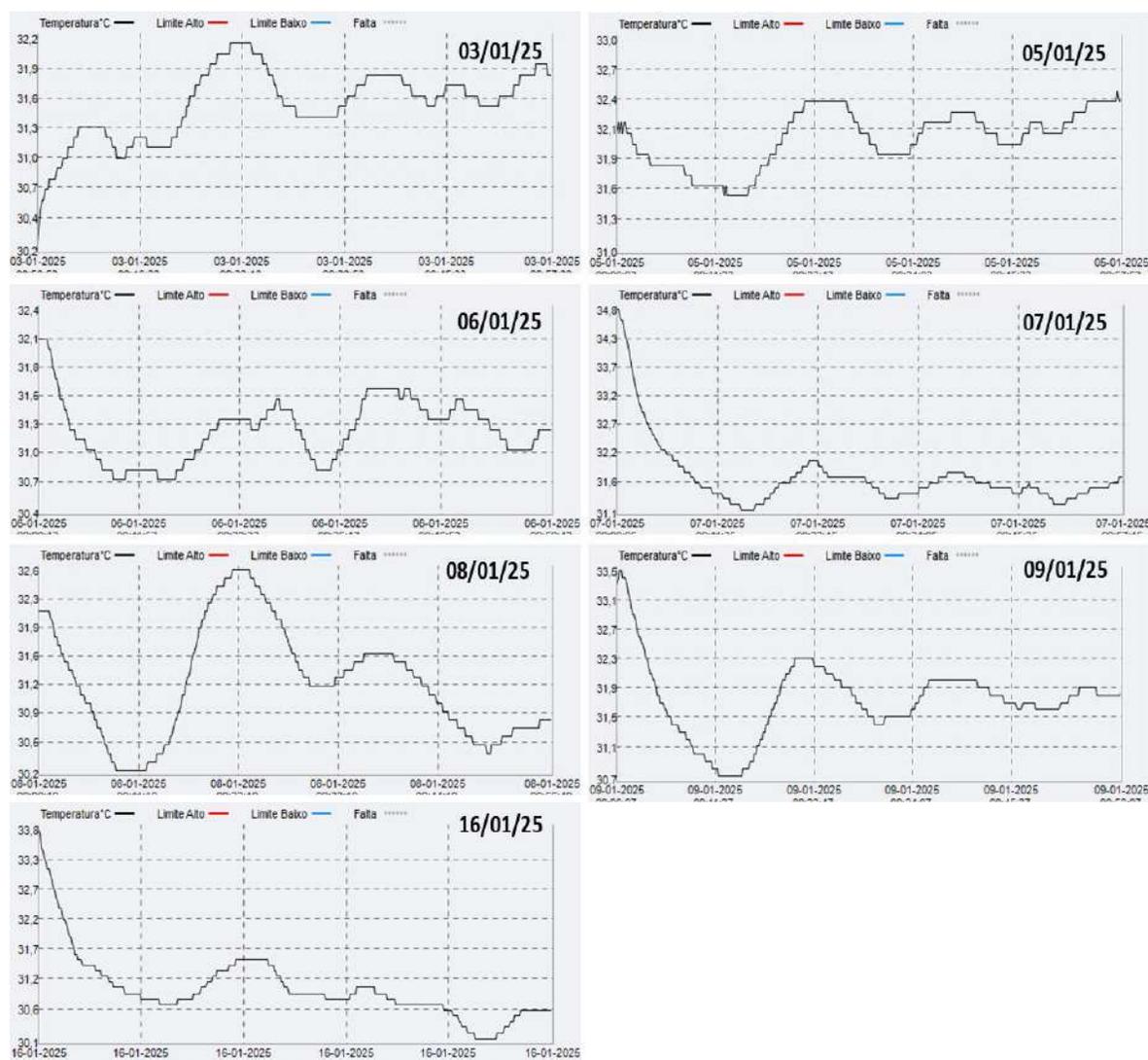
Os gráficos anteriores (pág. 111) ressaltam que a temperatura mínima registrada no período da estação chuvosa não foi inferior a 26°C, tampouco a temperatura máxima ultrapassou os 32°C; e que a amplitude térmica ao longo do trajeto, realizado no intervalo máximo de uma hora, variou, tendo sido a menor variação térmica 0,7°C e a maior variação térmica 4,1°C. É possível, também, constatar a existência de dois padrões: variação térmica menor que 2° C (nos dias 12/07/2024, 15/07/2024, 17/07/2024 e 20/07/2024) e variação maior que 2°C (apenas nos dias 11/07/2024, 18/07/2024 e 19/07/2024), ou seja, entre 2,6°C e 4,1°C.

Outros registros ocorreram durante o verão austral de 2024/2025 (estação quente), quando foram obtidos dados de temperatura utilizando o percurso e a técnica de coleta empregada durante o inverno de 2024 (estação chuvosa), sob condições de tempo atmosférico estável. Com base nos dados coletados nos dias 03/01/2025, 05/01/2025, 06/01/2025, 07/01/2025, 08/01/2025, 09/01/2025 e 16/01/2025, foi possível produzir representações gráficas que ressaltam a variação da temperatura ao longo do trecho percorrido, conforme podem ser visualizados na figura 30.

É importante constatar que entre a penúltima e a última coleta (entre 09/01/2025 e 16/01/2025) decorreu o período de uma semana. Embora não seja o ideal, a ocorrência de tal fato se deu em virtude do predomínio de tempo instável, assinalado por eventos chuvosos; tal condição atmosférica impediu a obtenção dos registros térmicos.

Considerando os registros adquiridos, observa-se que no início do trajeto, a temperatura marcada pelo sensor nunca foi menor que os 30°C e que na maioria dos dias de coleta a temperatura inicial registrava a marca $\geq 32^\circ\text{C}$, diferenciando-se do período de inverno local quando a temperatura máxima inicial não ultrapassava os 31°C. Percebe-se, mediante tal constatação, o incremento da temperatura na área de estudo em pleno verão.

Figura 30 – Gráficos produzidos durante a coleta de dados no verão de 2024/2025.



Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Os gráficos (figura 30) evidenciam que a temperatura mínima registrada durante a estação mais quente do ano não foi inferior aos 30°C, e a temperatura máxima também não ultrapassou os 35°C. Verifica-se que a intensidade da IUCA atingiu sua menor variação em 0,9°C no dia 05/01/2025 e a maior variação foi de 3,6°C em 07/01/2025. É possível até constatar a existência de dois padrões: intensidade menor que 2° C (entre os dias 03 e 06 de janeiro) e intensidade maior que 2°C (entre 07 e 16/01), isto é, entre 2,4°C e 3,6°C.

Mais uma vez ficou evidente que a temperatura inicial decaiu em torno dos dez primeiros minutos de coleta e começa a aumentar na rodovia José de Campos, atingindo o auge nas imediações do centro comercial da cidade. De maneira geral, notam-se mais dois momentos de aumento e outros dois momentos em que a temperatura diminui até alcançar o final do percurso, estabilizando-se.

Para a confiabilidade dos dados apresentados nos gráficos (tanto aqueles resultantes da coleta durante o início da estação chuvosa quanto aqueles obtidos no decorrer do início da estação quente), foram adquiridos no sítio do INMET as condições atmosféricas para cada um dos dias em que houve a coleta de informações acerca da temperatura. Essas informações podem ser visualizadas na tabela 7, logo mais.

Tabela 7 – Condições atmosféricas de Barra dos Coqueiros/SE durante o período de realização do transecto móvel (julho de 2024 e janeiro de 2025).

Percurso (de 09h às 10h)	JULHO (2024)							JANEIRO (2025)						
	11	12	15	17	18	19	20	03	05	06	07	08	09	16
Dias	11	12	15	17	18	19	20	03	05	06	07	08	09	16
Episódio	1	X	X	X	2	3	X	X	X	X	4	5	6	7
Temperatura máxima (°C)	31,5	29,6	29,8	29,5	30,6	28,9	29,7	32,1	32,4	32,1	34,8	32,6	33,5	33,6
Temperatura mínima (°C)	27,7	28,9	28,4	27,7	26,5	26,3	28,7	30,3	31,5	30,7	31,2	30,2	30,8	30,2
Temperatura às 9h (°C)	31,4	28,9	29,6	29,1	30,2	27,8	29,2	30,3	32,1	32,1	34,8	32,2	33,3	33,6
Umidade máxima (%)	63	70	66	77	79	89	66	72	79	76	73	77	76	82
Umidade mínima (%)	57	65	48	70	74	85	61	69	77	75	71	75	74	80
Umidade às 9h (%)	62	70	56	77	75	89	65	71	78	75	72	76	74	80
Pressão às 9h (hPa)	1017	1018	1019	1019	1019	1019	1018	1012	1011	1011	1011	1011	1010	1013
Direção do vento	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	E	E	E	E	E	E	E
Velocidade do vento (m/s)	0,9	1,8	1,4	2,6	1,8	0,8	1,2	3,0	2,5	3,1	3,0	2,4	2,4	2,5
Precipitação (mm)	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema (massas de ar)	Ta	Ta	Ta	Ta	Ta	Ta	Ta	Ec	Ec	Ec	Ec	Ec	Ec	Ec

Fonte: INMET (2024 e 2025) e pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Ponderando a tabela 7, percebe-se que dos catorze dias em que houve registro de dados, em apenas sete episódios (11/07/2024, 18/07/2024, 19/07/2024, 07/01/2025, 08/01/2025, 09/01/2025 e 16/01/2025) a intensidade alcançou variação superior a 2°C; portanto, foram estes episódios os selecionados para a análise das condições sinóticas.

Depreende-se ainda que em todos os sete episódios predominou a estabilidade atmosférica, perceptível graças aos sistemas de pressão, de direção e de velocidade do vento e de precipitação. Durante o inverno de 2024 (estação chuvosa local), houve o predomínio da massa Tropical atlântica (Ta) com influência secundária da massa Polar atlântica (Pa). A pressão atmosférica permaneceu praticamente estável (com variação mínima de 1017 a 1019 hPa) e a velocidade dos ventos não excedeu 3m/s, mantendo-se na direção sudeste (SE).

Em dias de coleta no decurso da estação quente (verão local), a estabilidade se manteve por todo o período de registros e não houve precipitação pluvial; a pressão atmosférica manteve-se relativamente constante (com pouca variação, entre 1010 e 1013 hPa), produzindo ventos de E com velocidade máxima de 3,1 m/s.

Por sua vez, a tabela 8, situada logo abaixo, apresenta as diferenças térmicas (máximas e mínimas) dos sete episódios apontados anteriormente (tabela 7), tendo eles sido definidos por meio dos registros realizados com o auxílio do transecto móvel.

Tabela 8 – Diferenças térmicas dos sete episódios obtidos com o transecto móvel.

Episódio (09h às 10h)	Data da coleta	Sistema atmosférico atuante	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Intensidade (°C)
1	11/07/2024	Ta (Tropical Atlântica) com influência secundária da Pa (Polar Atlântica)	31,5°C	27,7°C	3,8°C
2	18/07/2024	Ta (Tropical Atlântica) com influência secundária da Pa (Polar Atlântica)	30,6°C	26,5°C	4,1°C
3	19/07/2024	Ta (Tropical Atlântica) com influência secundária da Pa (Polar Atlântica)	28,9°C	26,3°C	2,3°C
4	07/01/2025	Ta (Tropical Atlântica)	34,8°C	31,2°C	3,6°C
5	08/01/2025	Ta (Tropical Atlântica)	32,6°C	30,2°C	2,4°C
6	09/01/2025	Ta (Tropical Atlântica)	33,5°C	30,8°C	2,7°C
7	16/01/2025	Ta (Tropical Atlântica)	33,6°C	30,2°C	3,4°C

Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Conforme exibida na tabela, a maior diferença de temperatura obtida no registro itinerante ocorreu no episódio 2 (em 18/07/2024), com 4,1°C, seguido dos episódios 1, 4 e 7.

A atuação dos sistemas atmosféricos no momento da coleta resultou em estabilidade atmosférica, contribuindo para a ausência de precipitação pluviométrica ao longo dos episódios.

Ainda a respeito da tabela 8, o lapso de tempo transcorrido de uma semana entre o primeiro e o segundo episódios não tem relação sequer com alguma instabilidade atmosférica, mas decorre do fato de que nesses dias a variação térmica registrada foi menor que 2°C. Portanto, tais episódios foram descartados, não tendo sido utilizado para a análise. Já o intervalo de tempo observado entre os episódios 6 e 7 se deu por conta das condições atmosféricas instáveis atuando sobre a área de estudo, provocando chuvas convectivas. Sendo assim, nesse intervalo temporal não puderam ser feitos registros térmicos para a pesquisa.

No que concerne à umidade relativa, os episódios 3 (19/07/2024) e 7 (16/01/2025) se destacam devido à elevada concentração de vapor d'água presente no ar. Todavia, é importante considerar que embora a umidade estivesse alta durante o episódio 3, a intensidade térmica alcançou apenas 2,3°C e a velocidade do vento atingiu 0,8 m/s, configurando em sensação de desconforto térmico mesmo durante o inverno (estação mais chuvosa), período marcado comumente por ser levemente fresco.

Para cada episódio disposto na tabela 8, são ressaltadas as cartas sinóticas (feitas às 0h e às 12h UTC – *Cordinated Universal Time* ou Tempo Universal Coordenado) e os mapas temáticos (evidenciando o comportamento da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da velocidade do vento, todos feitos às 12h UTC). O desígnio é proporcionar uma compreensão mais completa das condições atmosféricas atuantes durante os registros realizados com o transecto móvel, tanto em escala temporal quanto em escala espacial.

Informações acerca das condições atmosféricas dos episódios relacionados ao inverno local de 2024 (ver anexo F, entre as páginas 274 e 285) serão descritos a seguir. No episódio 1 (11 de julho de 2024), ocorrido durante o inverno austral local, as condições atmosféricas apresentadas pelas cartas sinóticas e pelos mapas temáticos para a costa do Nordeste brasileiro (e mais especificamente sobre o estado de Sergipe) foram as seguintes: um cavado (área alongada de baixa pressão) foi observado sobre o oceano Atlântico, prenunciando condições de tempo instáveis, o que contribuiu para empurrar os ventos alísios do oceano (de 7 a 11 km/h), provenientes de SE, em direção à costa sergipana que apresentava

pouca nebulosidade. A temperatura média (12h UTC) variou entre 26°C e 28°C ao longo da manhã e a umidade relativa do ar oscilou entre 60% e 70%.

Para o episódio 2, ocorrido em 18 de julho de 2024, as cartas sinóticas evidenciaram um cavado situado sobre o oceano Atlântico, nas adjacências de Sergipe, Alagoas e Pernambuco, colaborando para que ventos moderados (entre 20 e 30 km/h), provenientes de SE, atingissem o litoral sergipano, trazendo consigo umidade. Durante esse dia, o céu apresentava quantidade ínfima de nuvens, demonstrando condições estáveis e propícias à coleta de dados com o transecto móvel. Enquanto a temperatura média diurna oscilava entre 28°C e 30°C, a umidade relativa do ar não ultrapassou os 80%.

Quanto ao terceiro episódio de inverno local (19 de julho de 2024), observa-se nas cartas sinóticas, a existência de uma área alongada de baixa pressão entre a costa sergipana e o Recôncavo Baiano, que posteriormente se deslocou para o sul do estado da Bahia. Os ventos alísios, com intensidade fraca a moderada (provenientes de SE) persistiram ao longo do dia, que apresentava céu com pouca ou nenhuma nebulosidade. A temperatura variou entre 26°C e 30°C e a umidade relativa do ar quase alcançou os 90%.

Em consonância, os episódios 4 a 7 também foram retratados, porém tais episódios remetem ao período do verão local 2024/2025 (ver anexo G, entre as páginas 286 e 301). Concernente ao episódio 4 (07 de janeiro de 2025), é possível perceber a presença da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) e do VCAN (Vórtice Ciclônico de Altos Níveis) situados entre a região Nordeste brasileira, o que chama a atenção para a previsão de tempo atmosférico instável com nebulosidade e possibilidade de chuvas convectivas e isoladas graças, também, às elevadas temperaturas registradas (que marcaram em torno de 31°C a 34°C). De acordo com o mapa de umidade e de velocidade do vento para este episódio, depreende-se que a umidade relativa estava alta, entre 70 e 85%, e os ventos alísios vindos do oceano Atlântico sopravam, predominantemente, na direção leste (E) com intensidade moderada a fraca.

No que diz respeito ao episódio 5 (em 08 de janeiro de 2025), o estado de Sergipe estava sob a influência do escoamento de um anticiclone (alta pressão) sobre o oceano Atlântico, o responsável por injetar ventos alísios (de E) úmidos e moderados em direção à costa. As elevadas temperaturas médias no litoral sergipano (entre 28°C e 30°C) associada à umidade relativamente alta (oscilando entre 70% e 80%) na superfície poderia ocasionar

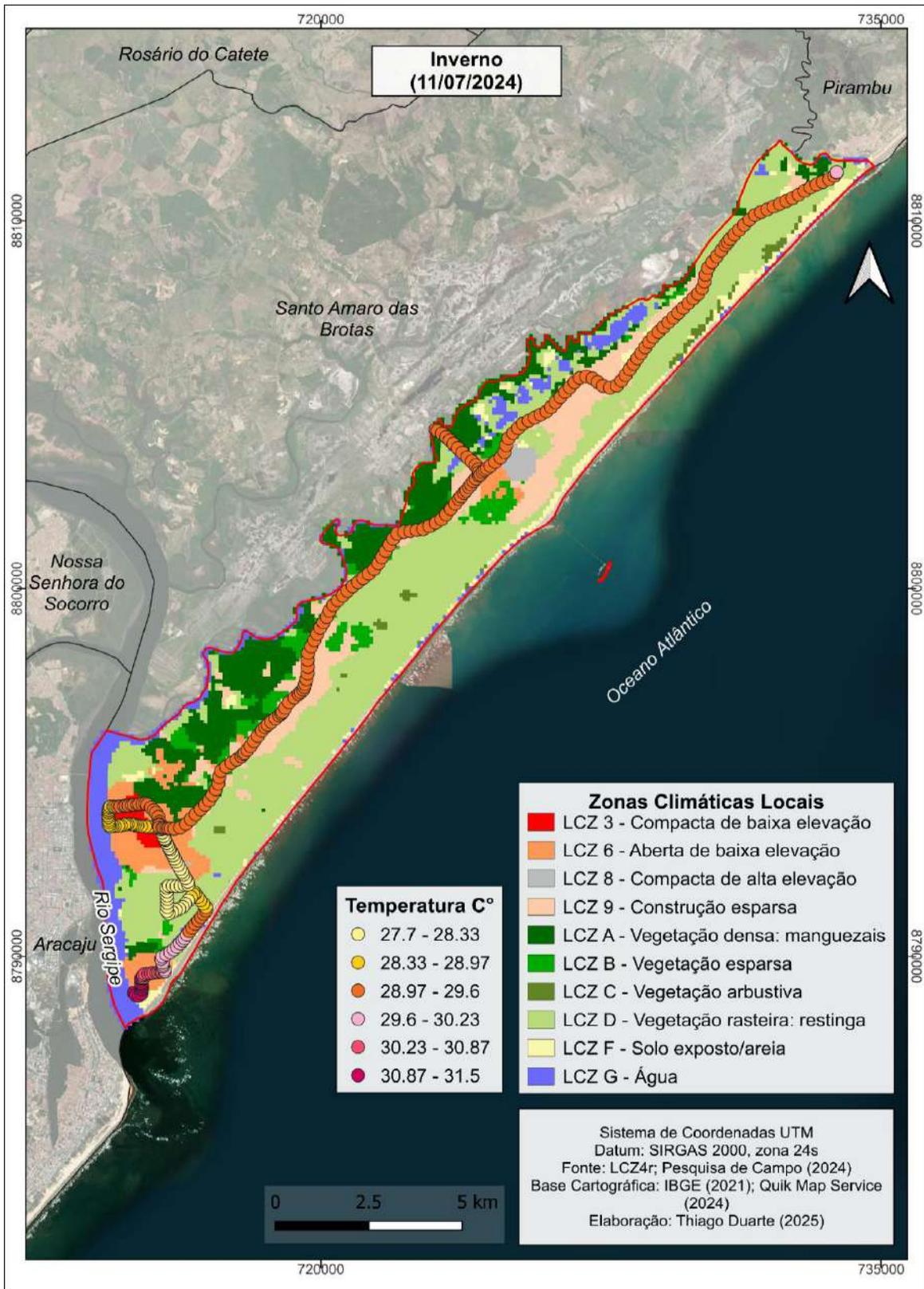
chuvas convectivas costeiras (passageiras e isoladas) nos períodos da tarde e da noite, embora predominou ao longo do dia estabilidade, marcada por tempo firme e calor.

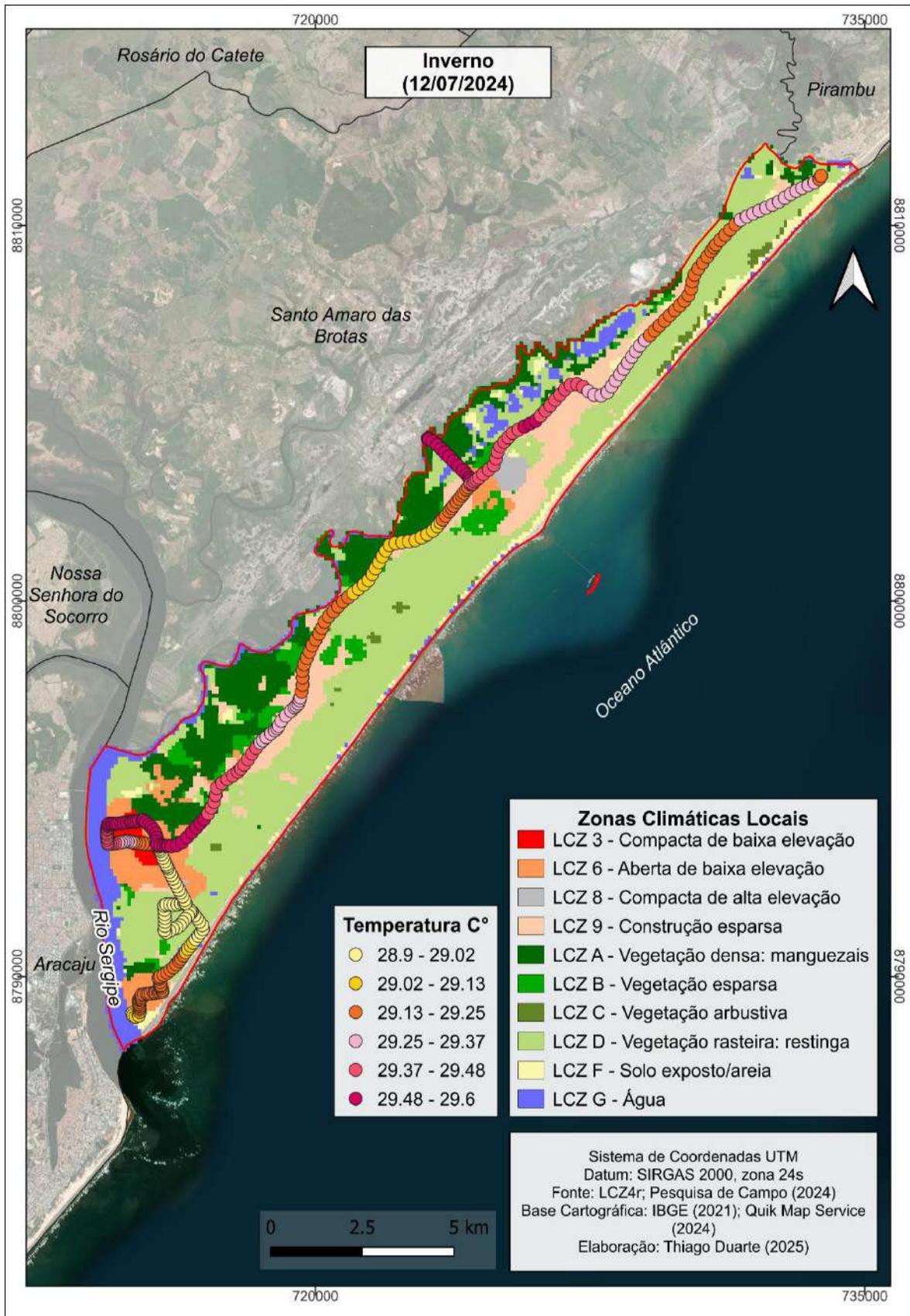
Em relação ao sexto episódio (09 de janeiro de 2025), constatou-se que o sistema ASAS (Alta Pressão Subtropical do Atlântico Sul) sobre o Oceano Atlântico possibilitou o bombeamento de ventos alísios E úmidos (com velocidade baixa a moderada) para a costa nordestina e sergipana, trazendo considerável umidade, embora não comportasse um regime de chuvas intenso (restrito apenas às chuvas convectivas e isoladas, com possibilidades de ocorrência durante a noite e/ou a madrugada). Com baixa nebulosidade, altas temperaturas médias (28° C a 30°C), umidade relativa do ar elevada (entre 70% e 80%) e ventos fracos a moderados, o tempo permaneceu estável, produzindo elevada sensação de calor.

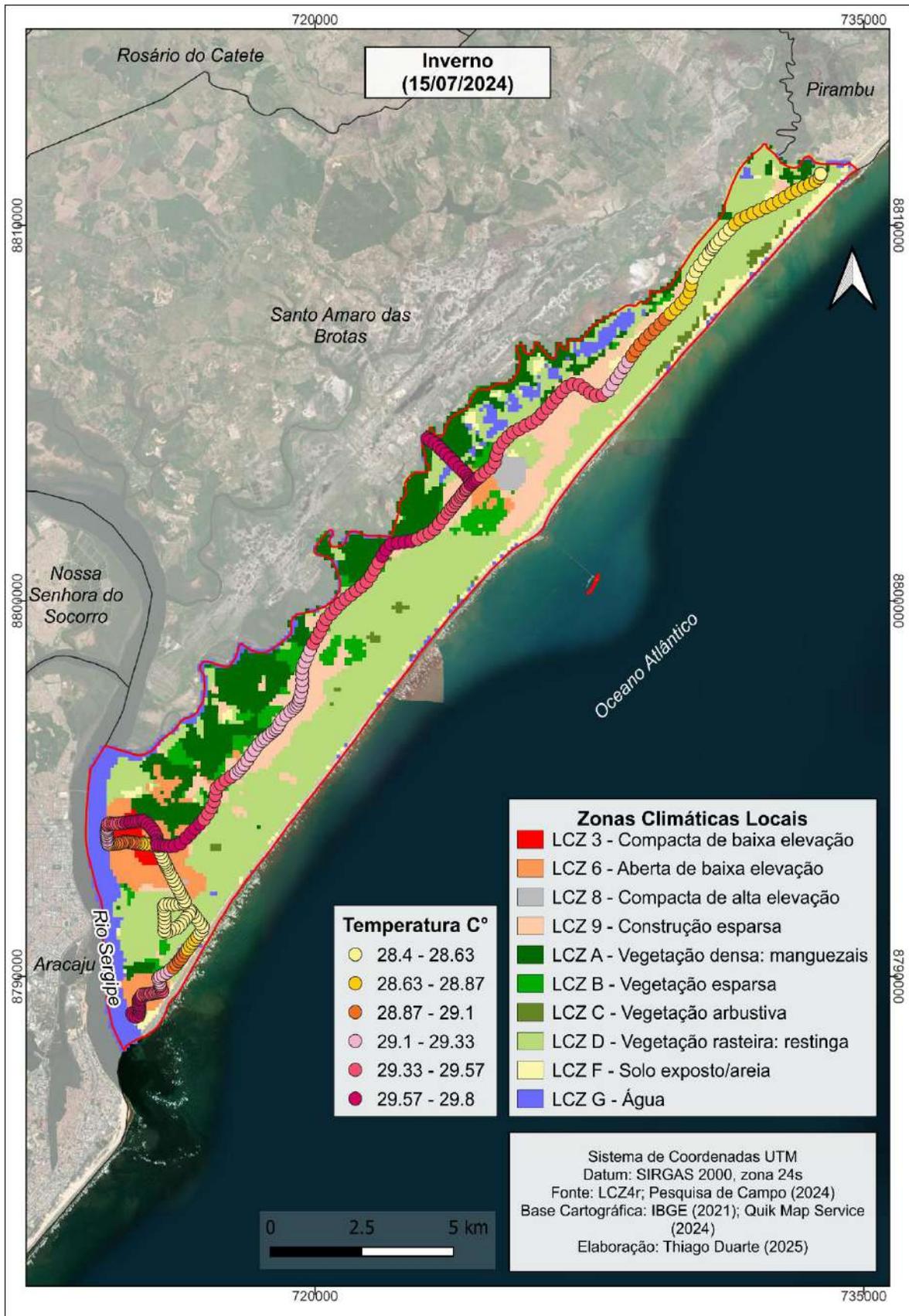
Verificou-se para o último episódio (16 de janeiro de 2025) a influência de um grande centro de alta pressão na costa nordestina (e sergipana) que inibiu de ser ocasionada instabilidade pelo fluxo de ar úmido, proveniente do quadrante E, que se movia em torno do anticiclone, o que favoreceu a estabilidade atmosférica com baixa probabilidade de chuvas. A elevada temperatura média (variando entre 28°C e 30°C) em constante associação à alta umidade relativa do ar (entre 75% e 85%) e os ventos alísios moderados ajudaram a manter a sensação de desconforto térmico (“abafamento”).

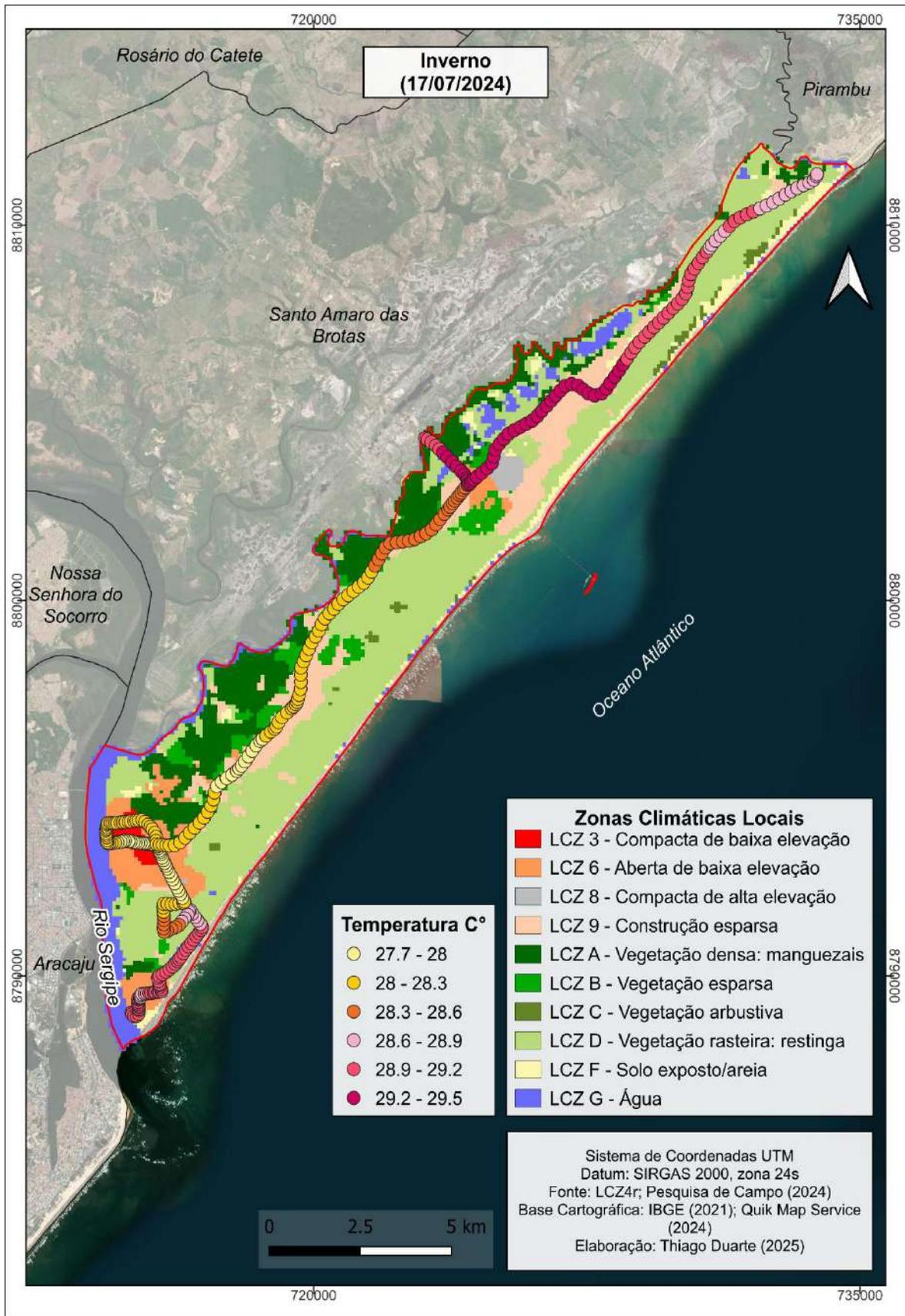
A figura 31 evidencia a espacialização das temperaturas durante os episódios de coleta de dados no inverno de 2024 e ainda possibilita fazer uma relação imbricada entre a ocorrência das potenciais IUCs com a disposição das zonas climáticas locais identificadas em Barra dos Coqueiros.

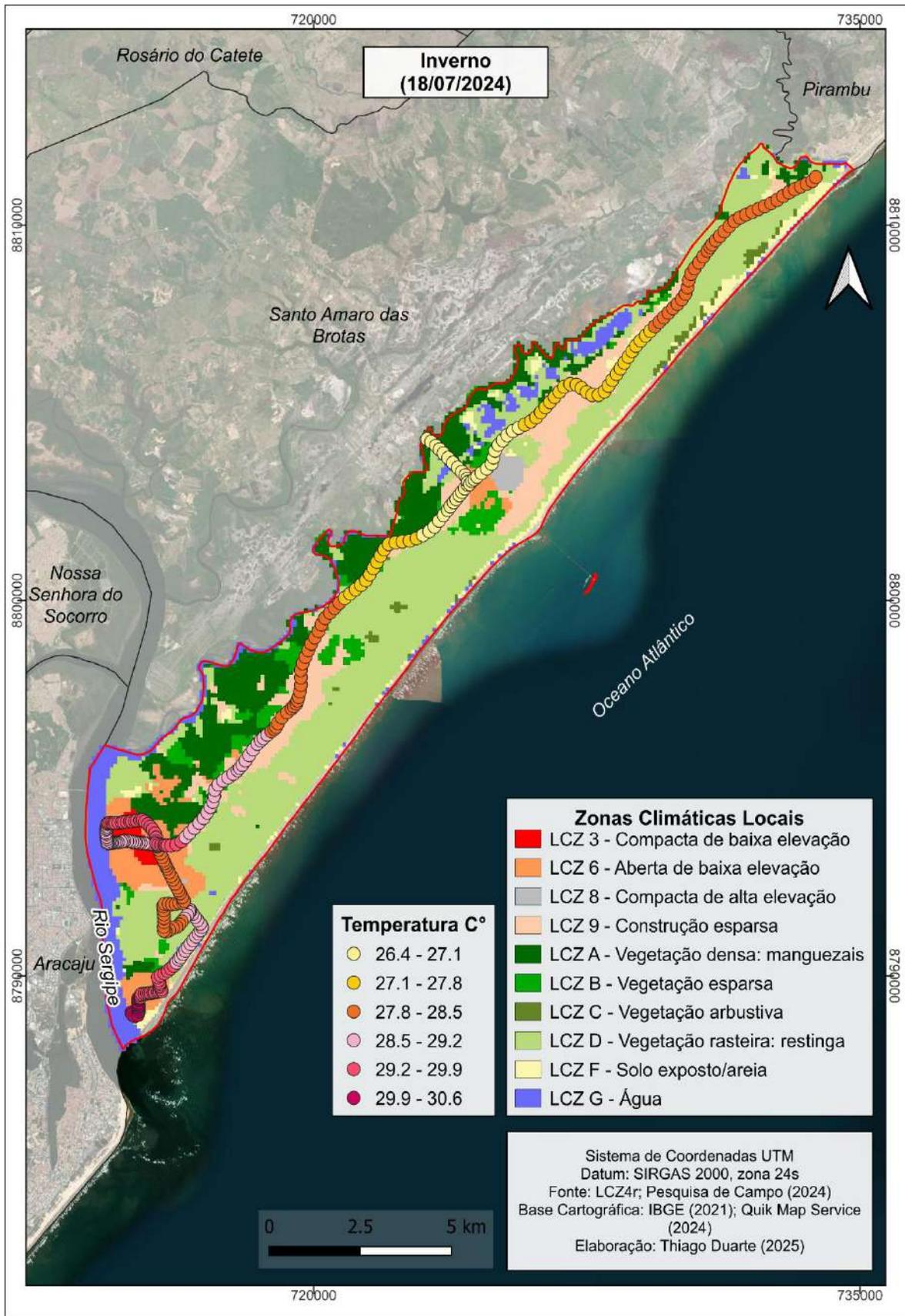
Figura 31 – Espacialização das temperaturas durante os episódios de inverno (em 2024).

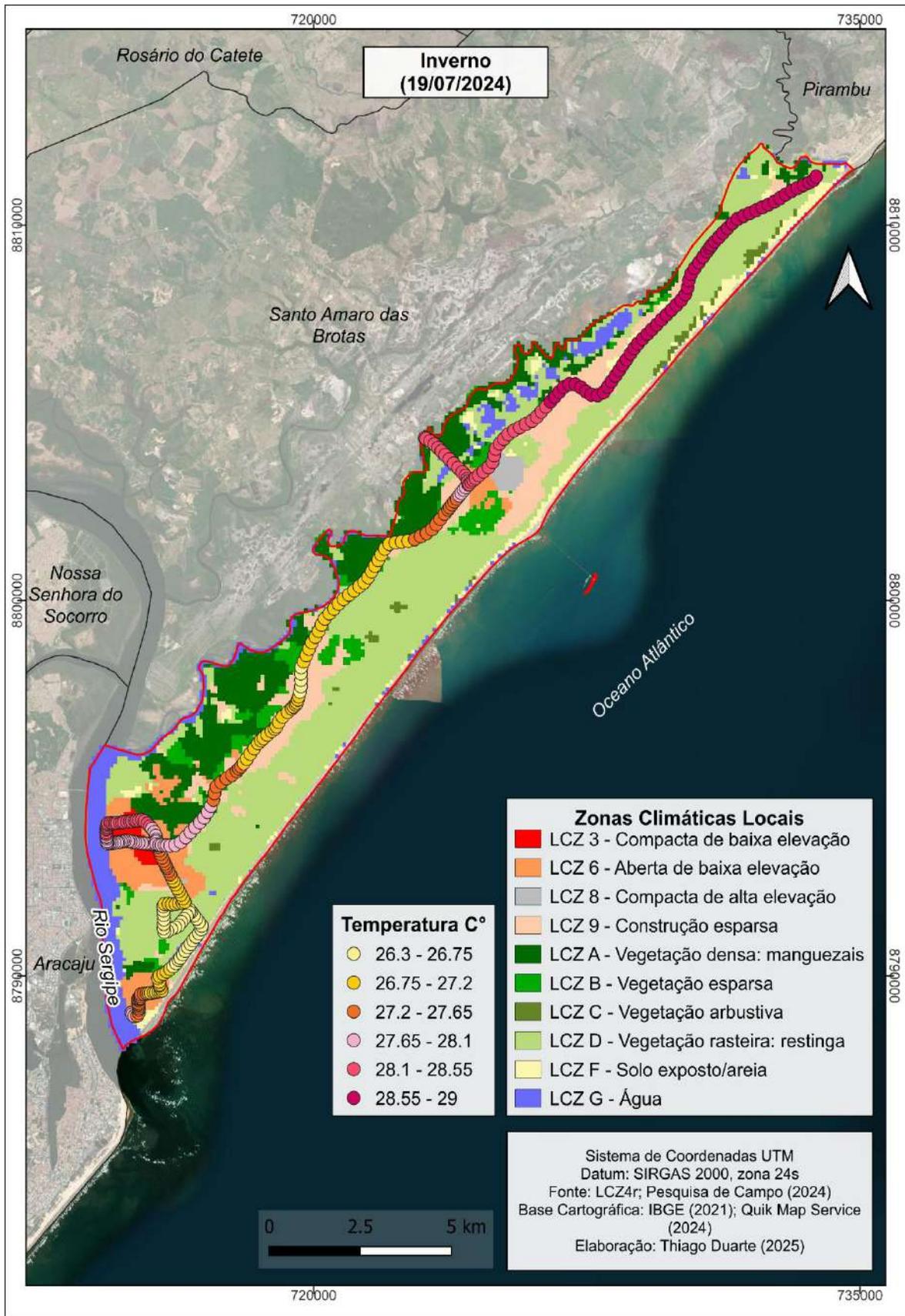


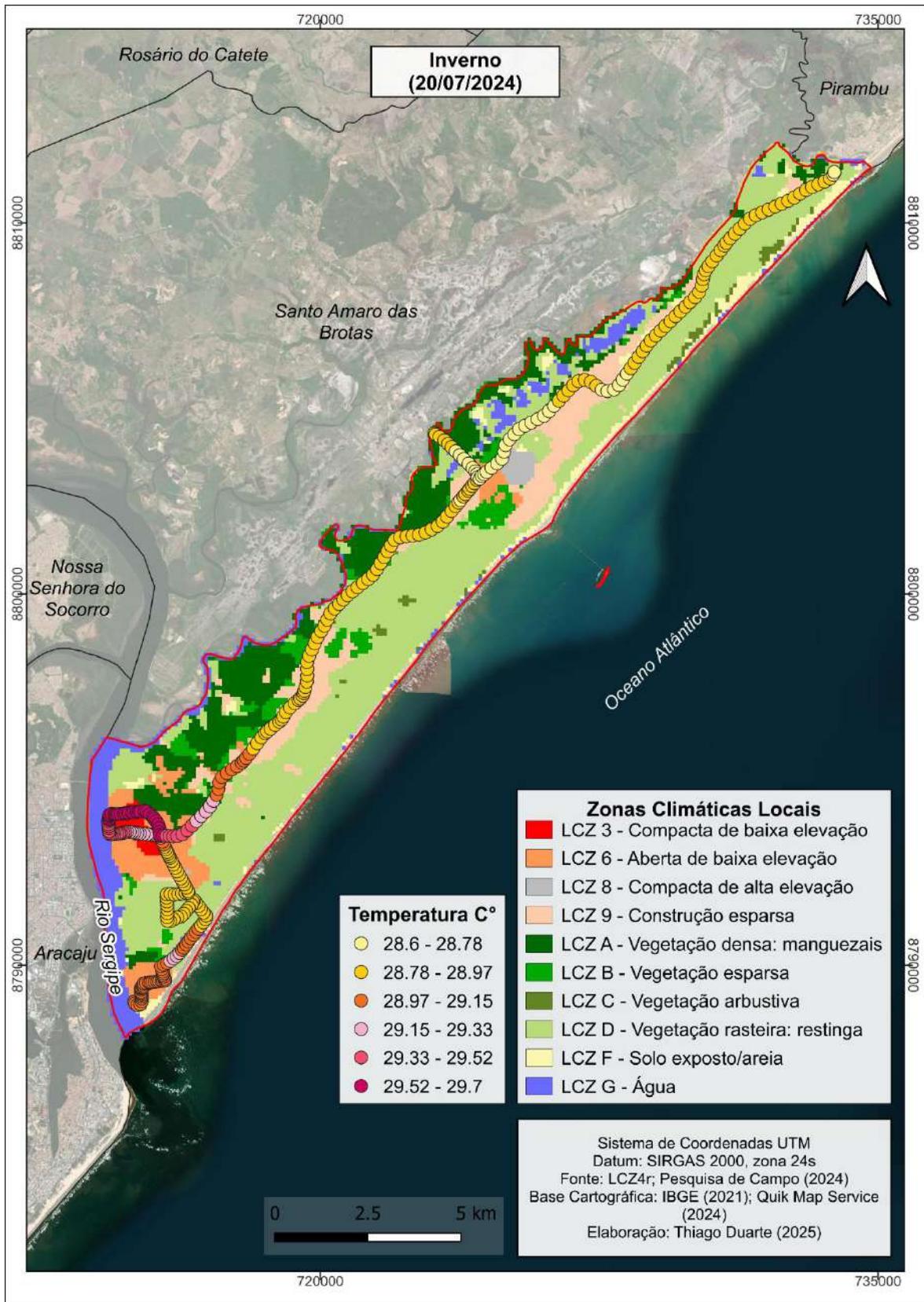












Fonte: Pesquisa de campo. Elaborado pelo autor (2025).

De acordo com a figura 31, acerca do primeiro dia de coleta de dados (11/07/2024), é notável que a IUCA está concentrada nas áreas mais urbanizadas, que correspondem à região da Atalaia Nova (LCZ 6), apresentando máxima temperatura (30,87°C a 31,5°C) e na região do centro comercial (LCZ 3 e LCZ 6), estendendo-se até o limite com a cidade de Pirambu. A IUCA neste episódio alcançou intensidade de 3,8°C, portanto, considerada de média intensidade.

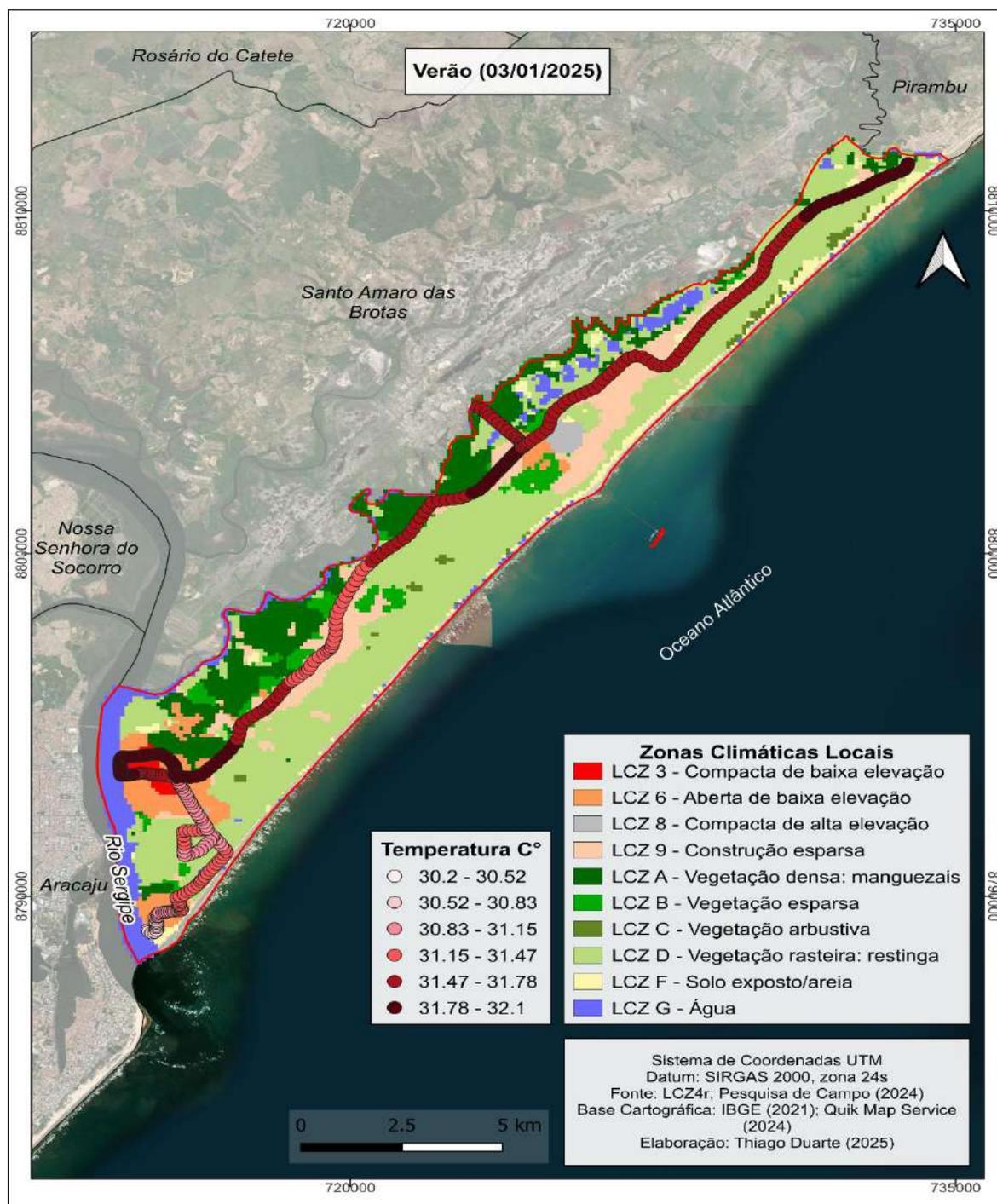
Para o segundo dia de coleta (12/07/2024), infere-se que é no núcleo urbano denso da cidade que se concentram as maiores temperaturas (adjacências do centro comercial e estendendo-se pelo bairro Luar da Barra, que correspondem às LCZ 3 e LCZ 6), mas atinge também o adensamento urbano ao longo da rodovia SE-240 (correspondendo às LCZ 6, LCZ A e LCZD), no limite com o município de Santo Amaro das Brotas. Nesse dia, a intensidade da IUCA foi de 0,8°C, considerada de fraca intensidade.

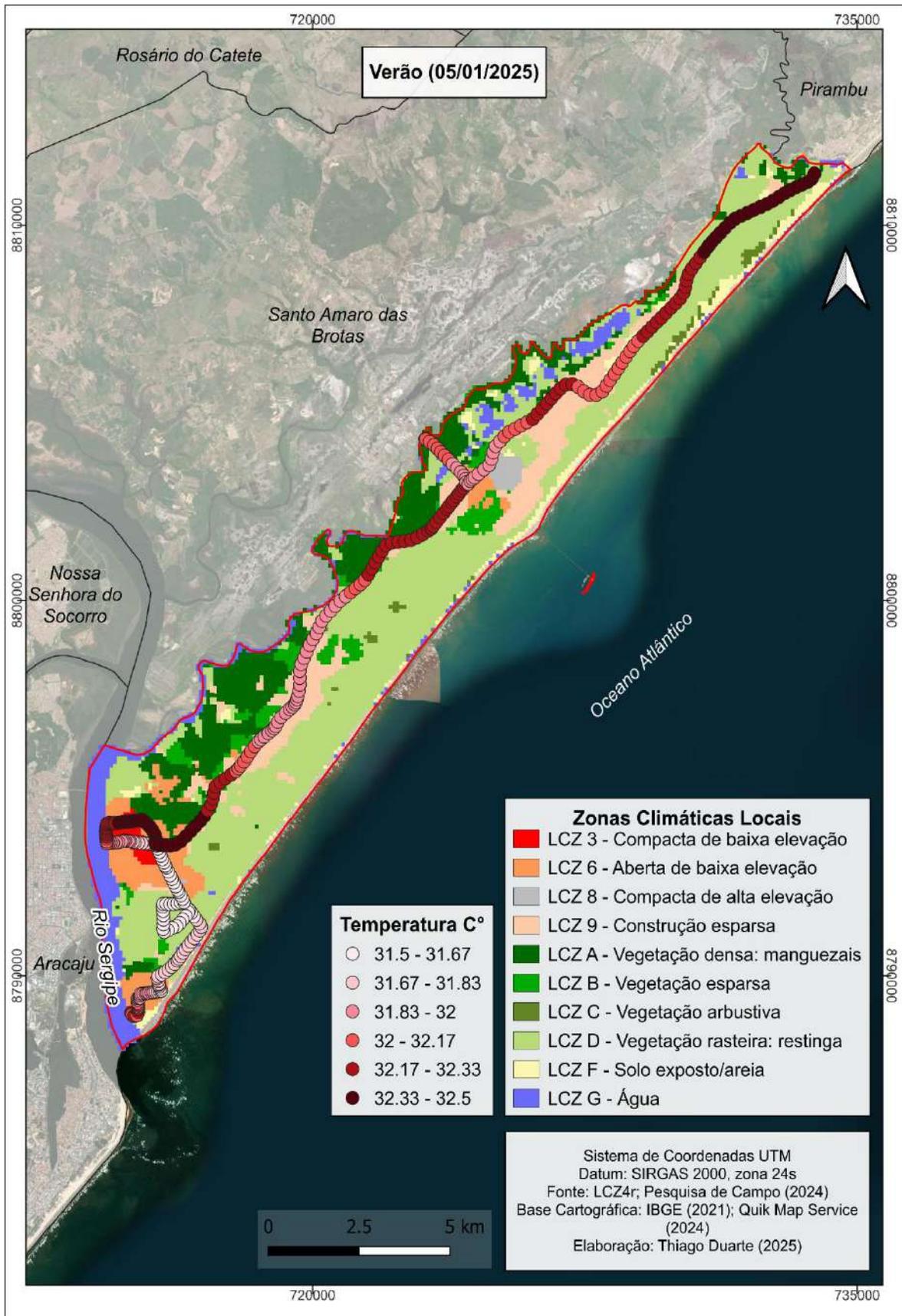
Quanto ao terceiro dia de coleta (15/07/2024), percebe-se a existência de três núcleos de elevada temperatura: Atalaia Nova (LCZ 6), centro comercial e adjacências (LCZ 3 e LCZ 6) e rodovia SE-240 até o limite com Santo Amaro das Brotas. A intensidade da IUCA registrada para esse dia foi 1,4°C, considerada fraca. No quarto dia de coleta (17/07/2024), os núcleos de elevada temperatura encontram-se na Atalaia Nova e na rodovia SE-240 estendendo-se até o bairro Jatobá (LCZ 6, LCZ 8, LCZ 9, LCZ D e LCZ E) e a fraca intensidade registrada para a IUCA é 1,8°C. Já no quinto dia (18/07/2024), os núcleos de temperatura máxima ocorrem na Atalaia Nova (LCZ 6) e na região do centro comercial e circunvizinhança (LCZ 3 e LCZ 6); o registro de intensidade para IUCA nesse episódio foi de 4,1°C, caracterizada como sendo de forte intensidade.

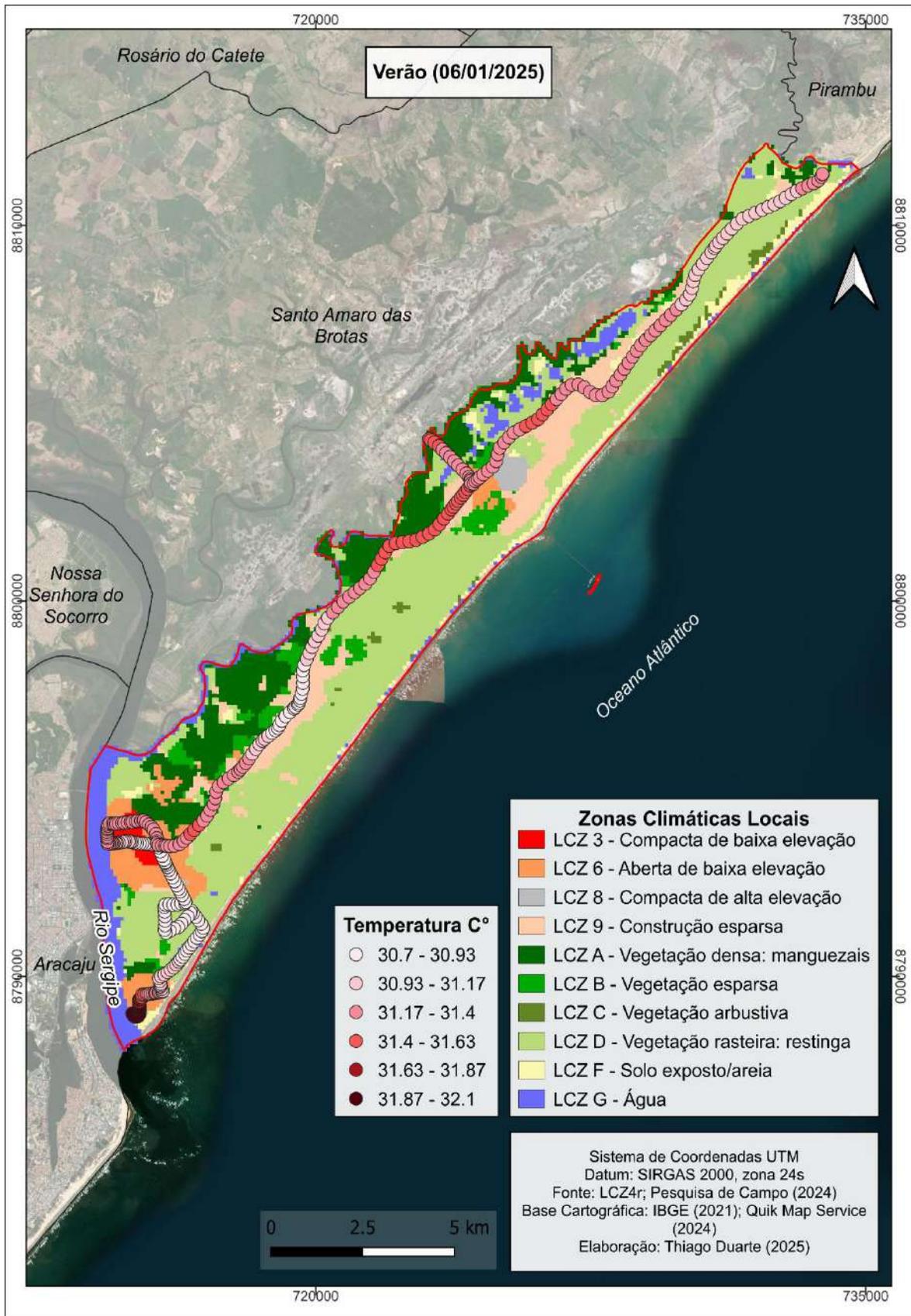
Finalizando os episódios de coleta durante o inverno local de 2024, tem-se o sexto dia (19/07), em que se nota dois padrões: um mesmo padrão de temperatura (variando de 28,1°C a 28,55°C) ocorrendo na região do centro comercial e se repetindo na rodovia SE-240 nas imediações com Santo Amaro das Brotas; o outro padrão de maior temperatura (28,55°C a 29°C) é atípico considerando os episódios registrados até o momento, e manifesta-se do bairro Jatobá até o limite com a cidade de Pirambu. A intensidade da IUCA nesse episódio é 2,6°C, considerada de média intensidade. Por último, no sétimo dia (20/07/2024), verifica-se que o núcleo de maior temperatura se concentra na região densamente urbanizada e povoada do centro comercial (LCZ 3 e LCZ 6), marcando para a IUCA fraca intensidade (1,0°C).

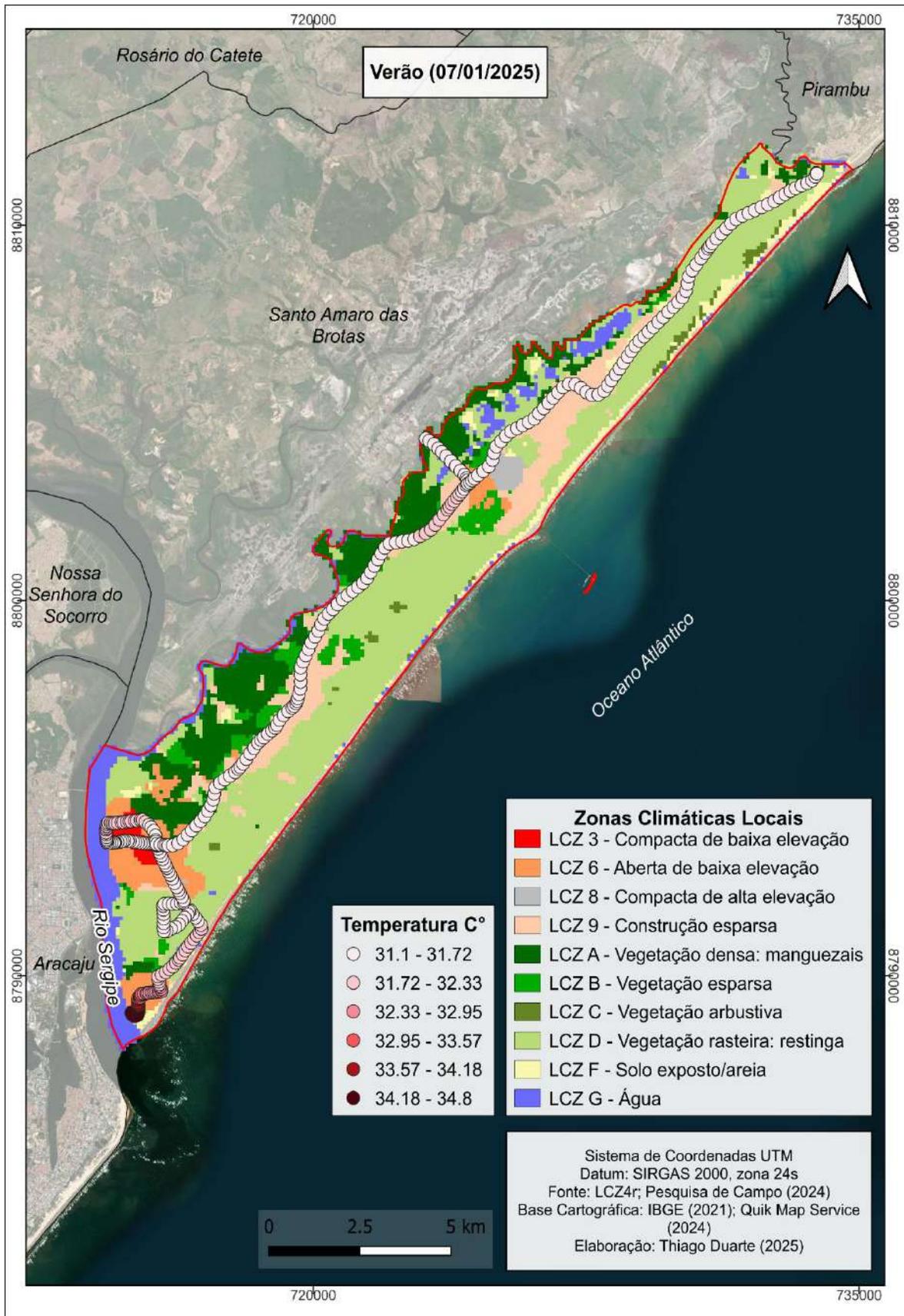
A figura 32 evidencia a espacialização das temperaturas durante os episódios de coleta de dados no verão de 2024/2025 (estação quente) e ainda possibilita fazer uma estreita relação entre a ocorrência de potenciais ilhas urbanas de calor com a disposição das zonas climáticas locais identificadas na área de estudo.

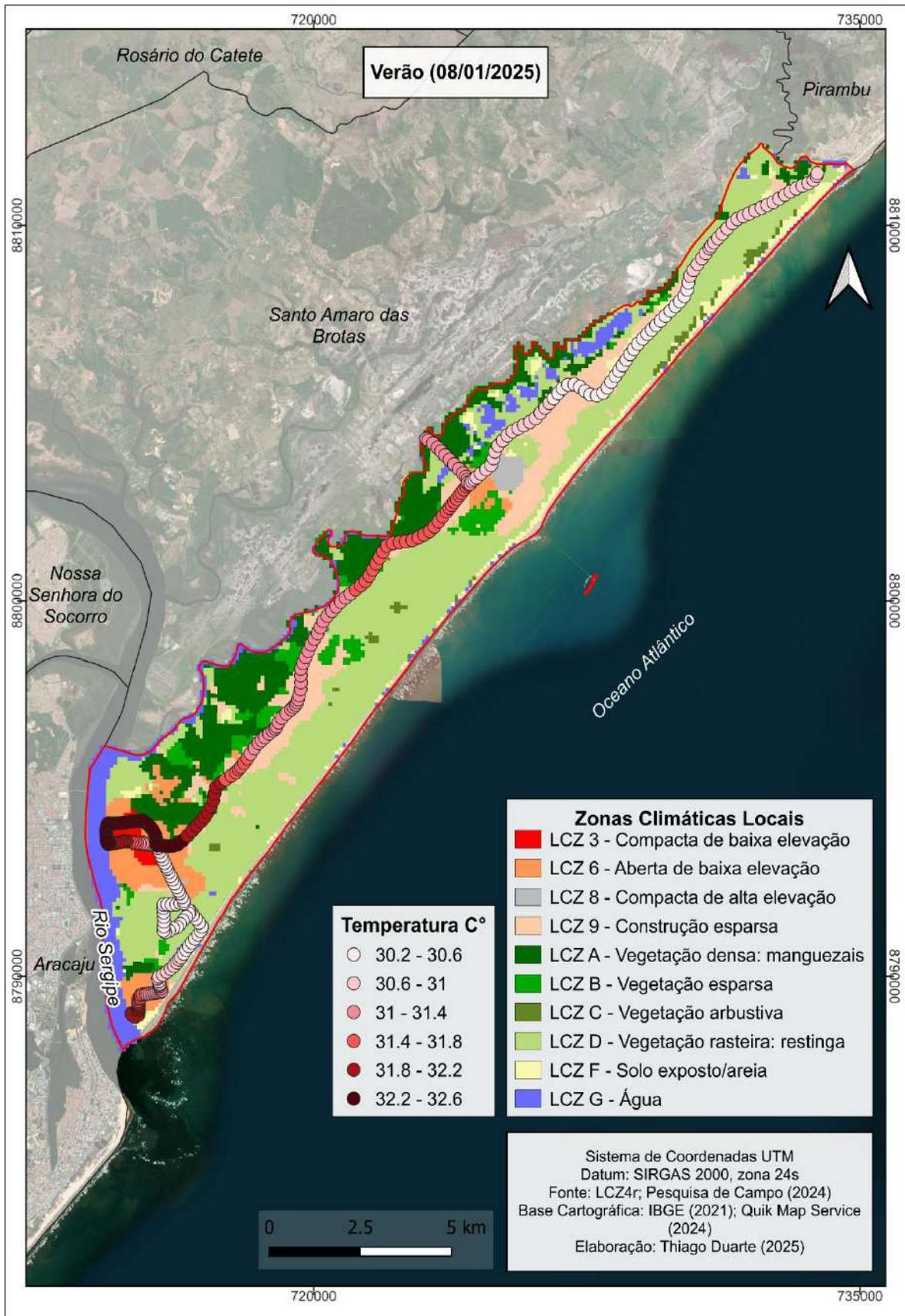
Figura 32 – Espacialização das temperaturas durante os episódios de verão (em 2024/2025).

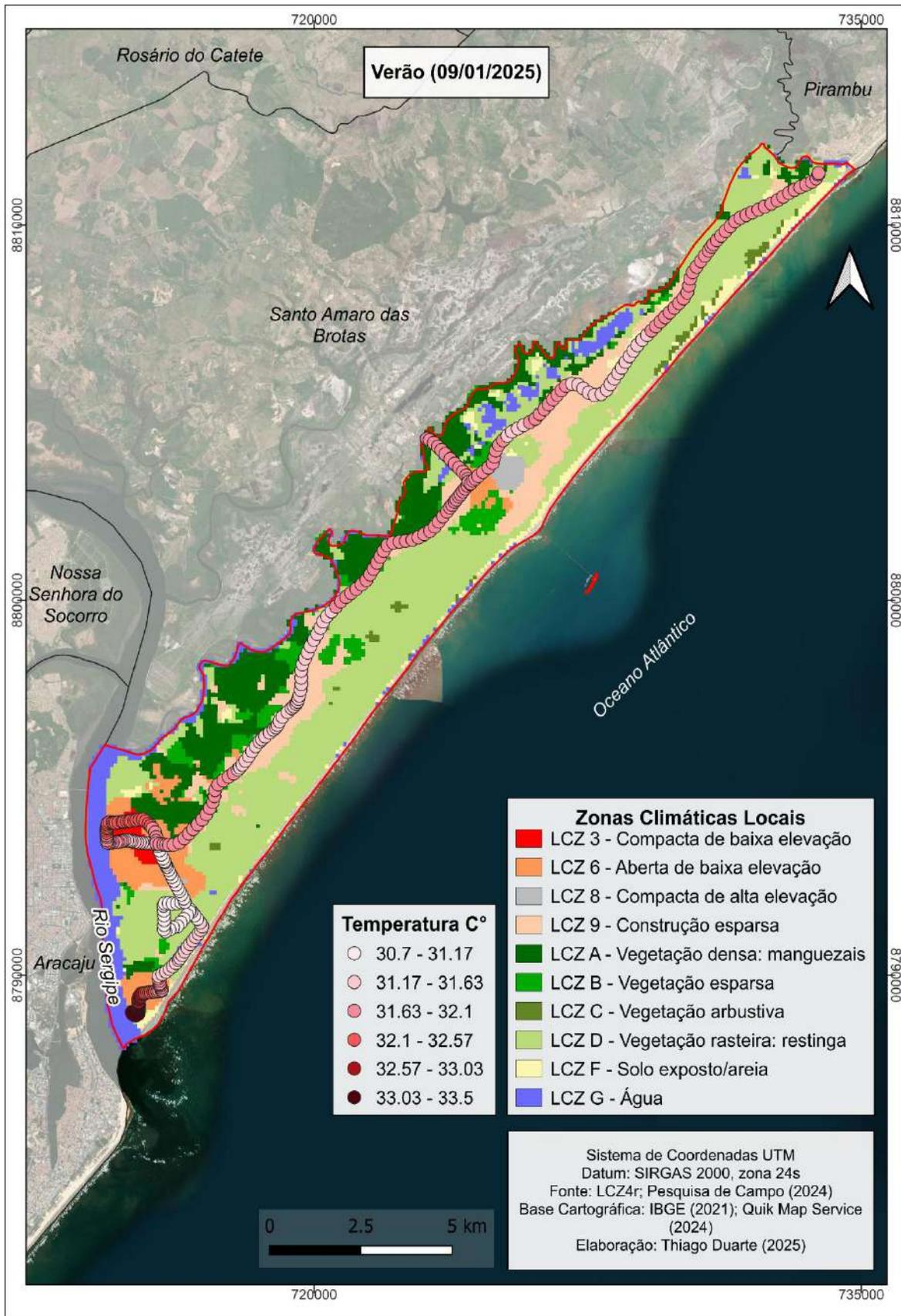


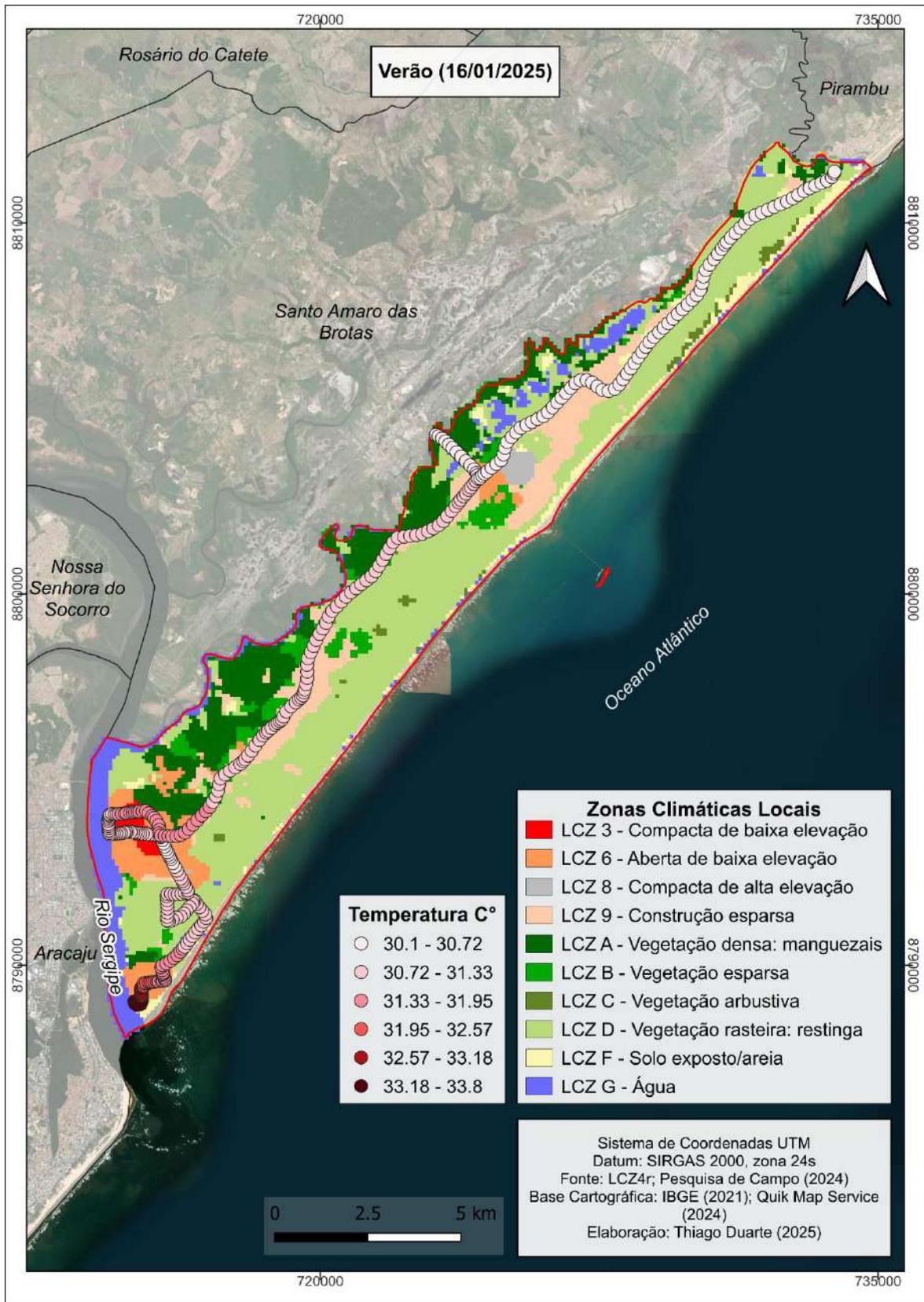












Fonte: Pesquisa de campo. Elaborado pelo autor (2025).

Baseando-se nos episódios de coleta de temperatura durante o verão local 2024/2025 dispostos na figura 32, tem-se o seguinte acerca do episódio 1 (03/01/2025): há três núcleos de elevada temperatura atingindo áreas densamente urbanizadas (bairro Centro e adjacências: LCZ 3 e LCZ 6; bairro Capuã: LCZ A e LCZ D; e outra que se estende do bairro Touro até o limite com Pirambu: LCZ D) cuja intensidade da IUCA é 1,8°C, considera fraca. Quanto ao segundo episódio de verão local (05/01/2025), percebe-se que devido todo o percurso apresentar elevadas temperaturas, a intensidade da IUCA é fraca, de 1°C; os dois núcleos onde a temperatura é mais elevada situa-se sobre o centro comercial da cidade e adjacências (LCZ3 e LCZ 6) e do bairro Touro até o limite com a cidade de Pirambu (LCZ D).

No que se refere ao episódio 3 (06/01/2025), o núcleo de maior temperatura encontra-se sobre os bairros Olhos d'água e Capuã (LCZ A e LCZ D), região detentora de obras de infraestrutura e condomínios residenciais horizontais; a intensidade da IUCA para esse episódio é 1,4°C, classificada como fraca. O episódio 4 (em 07/01/2025), por sua vez, não apresenta muita variação de temperatura ao longo de todo o percurso, mas há um núcleo máximo de temperatura no início do trajeto, no bairro Atalaia Nova (LCZ 6); por conta desse contexto, a intensidade da IUCA é média, com 3,6°C.

Concernente ao quinto episódio (08/01/2025), verifica-se a ocorrência de um núcleo de temperatura elevada na região densamente urbanizada que corresponde ao centro comercial (LCZ 3 e LCZ 6), distinguindo-se das demais áreas; nesse episódio, a intensidade da IUCA é 2,4°C, classificada como sendo média. O penúltimo episódio, em 09/01/2025, é marcado por dois núcleos de temperaturas similares, tanto na Atalaia Nova quanto na região central e adjacências, correspondentes às ZCL 3 e ZCL 6, áreas densamente urbanizadas; a intensidade da IUCA é considerada moderada, com 2,7°C. No que tange ao último episódio de coleta, datado de 16/01/2025, esse apresenta similaridades com o sexto episódio (09/01/2025), em que a região central e a região da Atalaia Nova são evidenciadas como núcleos térmicos quando comparadas às demais áreas relativas ao percurso; para esse último episódio, a intensidade da IUCA é de 3,4°C, considerada moderada.

SEÇÃO III: CONFORTO TÉRMICO URBANO E PLANEJAMENTO GEOAMBIENTAL DO TERRITÓRIO

3.1 – Origem, funcionalidade e planejamento geoambiental das cidades: teoria e prática

As sociedades pré-históricas e históricas evoluíram fornecendo indícios que comprovam a modificação da paisagem em prol de um projeto humano que foi processado de maneira planejada e intencional, visando à organização do território rural e, posteriormente, do território urbano. Assim ocorreu com o ambiente construído primitivo que estava disposto ao redor do núcleo da fogueira e compreendia “os terrenos cultiváveis para produzir, e não apenas para se apropriar do alimento; os abrigos dos homens e dos animais domésticos; (...) os depósitos de alimentos (...)” (Benevolo, 2019, p. 20).

Não foi diferente com os embrionários aglomerados urbanos que se estabeleceram à medida que a aldeia se torna um local equipado com serviços e com indústrias, lá no Oriente Próximo, ocupando as planícies distribuídas entre os desertos da África e da Arábia. Para o autor (Benevolo, 2019), esse é o momento que assinala transformações na estrutura econômica e na organização da sociedade, pois há o domínio da cidade sobre o campo e dos governantes sobre a massa popular.

Mas é na Grécia, por volta do século IV a. C, que surgem as cidades-Estado, modelo na qual as cidades eram entendidas em sua totalidade. Nelas não existiam zonas fechadas ou zonas independentes, sendo as áreas privadas, as áreas públicas ou as áreas sagradas administradas pelo poder político. Esse modelo de administração vai alcançar as cidades contemporâneas aos séculos XX e XXI.

Ainda, na Grécia, as intervenções realizadas na cidade respeitavam os elementos da paisagem natural e havia certo equilíbrio entre a natureza e a arte na construção e na organização do espaço urbano; até mesmo os edifícios antigos eram incorporados aos novos. Desse modo, a natureza e a história encaixavam-se aos cenários das cidades. Outra contribuição herdada das cidades gregas é o planejamento territorial em formato de desenho geométrico, com as ruas traçadas em ângulos retos, com as vias principais estabelecidas no sentido do comprimento e que dividiam a cidade em faixas paralelas e contando com um maior número de vias secundárias transversais.

Com a descentralização das funções políticas, por volta dos séculos VII e VI a. C., já em Roma, o Estado intervém para construir uma rede de infraestrutura e para manter eficientes os serviços públicos necessários às novas cidades e às novas capitais regionais que despontavam. A edificação de estradas, de pontes, de aquedutos e de linhas fortificadas tornou-se essencial para facilitar o acesso, o movimento dos exércitos, o tráfego comercial e para unificar as províncias do império em uma única cidade: Roma. Benevolo (2019, p. 162) descreve as condições de reconstrução da cidade romana naquele período na citação abaixo.

A cidade não foi construída de modo descontínuo e sem alguma ordem, mas a estrutura dos bairros foi avaliada, deu-se maior largura às ruas, limitou-se à altura dos edifícios, abriram-se as praças, adicionaram-se pórticos para proteção das fachadas das *insulae*⁸. (...); estabeleceu uma norma para que a água, interceptada abusivamente pelos particulares, corresse com maior abundância e em locais públicos; os edifícios não deviam ter paredes comuns, mas cada um deveria ter suas próprias paredes. Tomadas por motivos de praticidade, as providências trouxeram também beleza para a nova cidade. Havia, entretanto, quem acreditasse que a antiga estrutura fosse mais saudável, porque a estreiteza das ruas e a altura das casas abrigavam os raios do sol: agora, ao contrário, a amplidão aberta e não protegida fervilhava com insuportável calor.

Após a queda do Império Romano, por conta da crise econômica e da crise política que perduraram nos cinco primeiros séculos, houve a ruína das cidades e um êxodo urbano em direção ao campo, pois da terra seria possível extrair o sustento. Essa nova sociedade rural originou a base para a organização política do feudalismo.

Ao final do século XIII, as cidades medievais europeias destinavam um terço de toda a renda municipal às obras públicas essenciais, a exemplo da pavimentação das ruas, da construção de muralhas e do abastecimento de água. A construção dos edifícios particulares já seguia um planejamento baseado em regulamentos definidos pelo governo, atribuindo nova forma à cidade, buscando pelo equilíbrio na divisão dos lotes que se tornariam os espaços públicos e os espaços privados. Esse mesmo equilíbrio incorporou-se ao novo método de projetar as cidades durante o período renascentista (nos séculos XV e XVI), onde o emaranhado de cidades medievais europeias passou a conviver com o contraste entre a cidade antiga e a cidade moderna de traços retos e de edifícios regulares.

Esse modelo de construções de regularidade geométrica espalhou-se nas colônias europeias (espanholas e portuguesas) distribuídas pelo continente americano, nos séculos

⁸ As *insulas* (ou *insulae*, em latim) correspondiam a um tipo de habitação, construída em andares, que eram destinadas à população mais desfavorecida da Antiga Roma.

XVI e XVII, também servindo de inspiração para as colônias inglesas e francesas na América do Norte, no século XVIII. No século XIX, o modelo de desenvolvimento das cidades alcançou o ápice e chegou aos dias atuais, sendo utilizado nos planos reguladores urbanísticos.

Com o advento da Revolução Industrial, na segunda metade do século XVIII, as cidades europeias são surpreendidas por alguns fatos que influenciaram a organização das cidades e do território, principalmente quanto à realidade das cidades inglesas. Como as fábricas foram instaladas ao redor de algumas cidades, a população cresceu mais rapidamente do que em outras porções da Inglaterra; os fluxos de migrantes camponeses também colaboraram com o aumento da população urbana. Para atender a produção fabril com insumos e matérias-primas e permitir a mobilidade da produção e das pessoas para trabalharem em um local ou outro foi planejada uma rede de conexões rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias que promoveram transformações rápidas na paisagem urbana.

É na época das revoluções industriais que a acelerada urbanização favoreceu o surgimento da periferia, um trecho da cidade situado um pouco distante das fábricas, que se encontravam no centro da cidade. Os mais ricos passaram a viver na periferia, isolados, longe das tensões sociais e do caos urbano; as casas abandonadas por eles passaram a ser ocupadas pelos migrantes e pelos pobres, que construíam novas moradias improvisadas (com casas geminadas ou sob a forma de edifícios com alguns andares) e barracões industriais. Assim, a cidade conviveu com um tecido urbano compacto e repleto de problemas decorrentes das novas demandas do contexto industrial da cidade liberal, resultado da combinação de iniciativas públicas e privadas que não foram regulamentadas e nem coordenadas pelos planejadores urbanos. Benevolo (2019, p. 670) descreve esses problemas na citação abaixo.

Agora, a aglomeração de muitas casas num ambiente restrito impede a eliminação dos refugos e o desenvolvimento das atividades ao ar livre: ao longo das ruas, os esgotos correm a descoberto, o lixo se acumula e, nos mesmos espaços, circulam pessoas e veículos, vagueiam os animais e brincam as crianças. Além do mais, os piores bairros surgem nos lugares mais desfavoráveis: perto das indústrias e das estradas de ferro, longe das zonas verdes. As fábricas perturbam as casas com a fumaça e o ruído, poluem os cursos de água e atraem um trânsito que deve se misturar com o das casas.

Devido às condições inaceitáveis do viver urbano e às constantes epidemias que se desenvolveram nas grandes cidades industriais, vários protestos foram iniciados e os governantes viram-se obrigados a corrigir, ao mínimo, as falhas higiênicas, bem como a

resolverem os aspectos que afligiam a vida familiar e a vida social, mediante a tomada de decisões políticas baseadas na racionalidade científica visando à organização do território.

Na segunda metade do século XIX surgiram as cidades pós-liberais, cidades essas caracterizadas pela concessão à iniciativa privada e pela limitada intervenção por parte da administração pública, que gerenciava apenas o mínimo de espaço e de serviços para fazer a cidade funcionar. Enquanto isso, o mercado imobiliário se encarregava de administrar os terrenos edificáveis, valorizando-os ao ponto de expulsar para a periferia semiestruturada e para os subúrbios as classes mais pobres, confirmando o domínio da burguesia.

Diante dos problemas evidenciados na cidade pós-liberal, um novo modelo foi adotado pela arquitetura moderna: um estilo original, alternativo ao tradicional, que valorizava a beleza e a harmonia artística, tudo isso com o intuito de propor uma renovação ao ambiente construído e que estivesse de acordo com os resultados das pesquisas realizadas pelos técnicos e pelos cientistas. Benevolo (2019) tece comentários acerca da organização do ambiente construído pela cidade pós-liberal em pleno início do século XX, na qual os habitantes precisavam conviver em um ambiente compacto, disputando espaço com o tráfego intenso e com os serviços urbanos de gás, de eletricidade, de telefonia e de transporte público sobre trilhos na superfície ou sobre trilhos subterrâneos.

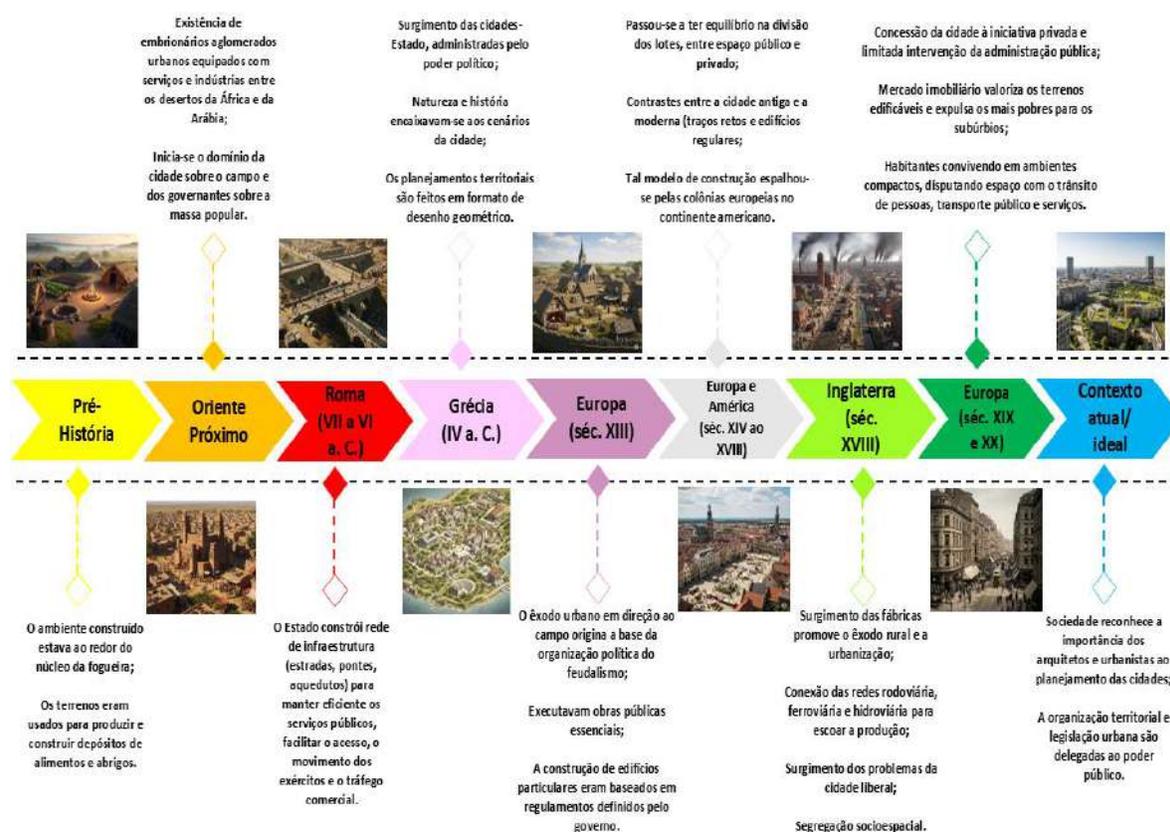
A realidade tornou-se diferente quando a sociedade reconheceu a importância dos arquitetos e dos urbanistas ao planejamento urbano, à medida que foram pensadas as novas funções para a cidade moderna, corrigindo os problemas evidenciados em épocas anteriores. Nesse contexto, a cidade era projetada para satisfazer as necessidades técnicas, econômicas e psicológicas daquele momento, ou seja, a cidade tinha que ser funcional para os seus habitantes. Uma cidade poderia agregar as funções de trabalho, de habitação, de circulação e de lazer, de tal forma que cada zona da cidade fosse separada pela respectiva função. A residência tornava-se o local mais valorizado; na mesma cidade, as atividades econômicas eram postas como um prolongamento das moradias e os espaços recreativos eram equipados com parques e com áreas verdes para atender as funções da nova vida urbana.

A partir de 1901, na Holanda, surge a primeira lei urbanística, obrigando as cidades com mais de 10 mil habitantes a implementarem um plano regulador geral visando a um planejamento urbano cuidadoso. Outros países desenvolvidos, a exemplo dos Estados Unidos da América e dos demais países europeus, seguiram o exemplo, delegando o equilíbrio do

território aos planos públicos, que conteriam exigências estabelecidas pela pesquisa científica a serem cumpridas. Em contrapartida, Benevolo (2019) argumenta que nos países periféricos os métodos de arquitetura e de urbanismo moderno são aplicados somente na porção regular da cidade, habitada por uma minoria privilegiada; o restante da população, a grande maioria pobre, vive em assentamentos irregulares da extrema periferia.

Na sequência, a figura 33⁹ representa, de maneira esquemática, um resumo do que foi abordado até aqui, no que concerne à organização territorial das sociedades humanas, desde os primórdios até a contemporaneidade.

Figura 33 – Evolução temporal acerca da organização territorial das sociedades humanas.



Elaborado pelo autor (2025).

⁹ As imagens ilustrativas presentes na figura 33 foram produzidas com o auxílio de inteligência artificial por meio do aplicativo *Gemini* (pertencente ao motor de busca *Google*) em aparelho *smartphone* contendo sistema operacional *Android*.

Todo esse percurso histórico acerca do planejamento urbanístico constitui-se fundamental para entender o mecanismo de funcionamento das cidades atuais, até porque o intuito do Plano Diretor Urbano (PDU) é criar estratégias de organização territorial, visando a resolver os problemas socioambientais que atormentam as cidades, “de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente” (Estatuto das Cidades, 2001), a fim de torná-la num lugar que proporcione segurança e seja agradável para se viver (Duarte, 2012).

Para que se cumpram tais propósitos, e, em especial, quanto aos atenuantes atmosféricos que atingem sobremaneira a qualidade de vida dos habitantes urbanos, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2016) orienta que durante a elaboração do planejamento das cidades seja possível inserir o conhecimento acerca das vulnerabilidades existentes no território municipal, bem como os riscos associados à ocorrência de eventos extremos climáticos, mesmo que seja no campo das temperaturas, a fim de torná-las resilientes no que concerne às mudanças climáticas.

Embora a magnitude dos fenômenos atmosféricos sobre o território urbano atinja toda a sociedade, os efeitos repercutem de maneira desigual entre as classes sociais, ainda mais quando o ambiente em que a cidade se insere carece de planejamento adequado, evidenciando um contexto de desequilíbrio sistêmico. Por isso, ao serem diagnosticados tais desajustes produzidos no território urbano, a gestão deve atuar no âmbito da propositividade, preocupando-se com a elaboração de um planejamento voltado à melhora das condições ambientais e ao fomento de estratégias capazes de definir o desenvolvimento e o crescimento do sistema urbano. É indispensável, também, agir no âmbito da proatividade no que concerne à execução e à fiscalização das ações, ao estabelecer medidas que minimizem as disfunções existentes no interior do sistema urbano (Sant’anna Neto, *et al.*, 2016).

Embora quase sempre exista pouca vontade da gestão pública em reconhecer a importância e incorporar os dados climáticos nas políticas de regulamentação do espaço citadino, em especial ao planejamento bioclimático e ao gerenciamento urbano-ambiental, estratégias energéticas, em macro escala, e destinadas à obtenção do conforto térmico, precisam ser implementadas pela sociedade civil, a fim de proporcionar um ambiente que atenda às necessidades do bem-estar socioambiental humano, tais como estratégias de ventilação e de sombreamento, a saber: melhorias da forma urbanística, uso de materiais mais

apropriados na construção das edificações, redução das taxas de ocupação, estímulo à vegetação nos espaços livres, dentre outros (Carvalho e Barbosa, 2019).

Para tanto, é imperativo conhecer a problemática com afinco, buscando compreender as causas, as características, os efeitos e as repercussões das modificações no equilíbrio ambiental provocadas pela intervenção humana, “gerando disfunções de difícil gestão e correção” (Assis e Jardim, 2020, p. 196) durante o processo de organização da cidade, principalmente naqueles espaços mais degradados cujas consequências atingem sobremaneira os habitantes que nela residem.

3. 2 – Índices de conforto térmico para ambiente externo em Barra dos Coqueiros/SE

É fato conhecido que a relação estabelecida entre o clima e o ser humano é relevante e vital, pois nessa relação o humano transforma a paisagem de maneira tal que provoca mudanças na dinâmica atmosférica, sendo essa mesma dinâmica a responsável por influenciar os modos de vida humana em sociedade, inclusive em questões que pautam a qualidade de vida, a exemplo da saúde pública, do consumo de energia, e até mesmo quanto ao rendimento no trabalho ou em atividades físicas e intelectuais etc.

Devido à política pública brasileira, representada pelos gestores governamentais, priorizar as questões sociais e mercadológicas em detrimento das questões ambientais é comum. Como resultado, inúmeros problemas socioambientais são gerados à medida em que se ampliam os espaços desordenados da cidade, inclusive contribuindo para a formação de microclimas. Nessa conjuntura de danos gerados pelo modelo de ocupação do solo e de adensamentos construtivos, a contribuição dos estudos climáticos revela-se importante para traçar planejamentos e políticas públicas que considerem os aspectos ambientais na produção do clima urbano, em especial quanto à criação de ambientes termicamente agradáveis nas cidades com clima tropical quente e úmido, independente do porte populacional.

No entanto, para que esses estudos sejam executáveis, são necessários dados climáticos. Mas, infelizmente, há escasso aproveitamento dos dados de ordem meteorológica/climática pelos regulamentos e leis que normatizam a organização do espaço geográfico, o que dificulta a viabilidade dos estudos e, conseqüentemente, a inserção de

políticas públicas direcionadas a esta linha de pesquisa ambiental aos planos diretores municipais.

Em relação às variáveis meteorológicas integradas à dinâmica climática nas cidades, a temperatura do ar é preponderante na promoção de efeitos diretos aos seres humanos, inclusive àqueles que habitam a região tropical do planeta, local de maior incidência da radiação solar, em que a exposição às elevadas temperaturas agrava a sensação de desconforto térmico, já que tende a tornar a cidade em uma estufa de gigantescas proporções.

Associado a isso, as alterações promovidas às paisagens urbanas provocam instabilidade no balanço térmico, ao aumentar o índice de insolação e de rugosidade aerodinâmica da superfície, conseqüentemente, diminuindo o albedo e a sensação de conforto térmico do entorno. Além disso, Santos (2016) ressalta que com a urbanização a taxa de impermeabilização do solo foi duplicada, ao passo que acarretou a diminuição da evaporação, da evapotranspiração e da infiltração, reverberando na geração do desconforto térmico urbano.

Quando as condições térmicas do meio ultrapassam determinadas faixas de frio ou de calor, o organismo humano ativa os mecanismos termorreguladores para buscar o equilíbrio térmico do corpo, colaborando para que a temperatura interna se mantenha próxima aos 37°C. Sendo assim, Gobo (2013) entende que a sensação de conforto térmico está intrinsecamente relacionada com o ritmo de trocas de calor e de umidade estabelecidas entre o corpo humano e o ambiente que o circunda, na tentativa de aquele manter em equilíbrio a sua temperatura interna.

No entendimento de Lamberts e Xavier (2013), o conforto térmico sentido no ambiente externo está relacionado à neutralidade térmica¹⁰ percebida pelo maior número de indivíduos presentes no local analisado, em que não há necessidade de acréscimo ou decréscimo de calor. Em estudo posterior, Lamberts (2016) chega à conclusão de que a sensação de conforto térmico tem relação com a satisfação do ser humano perante o ambiente

¹⁰ De acordo com os autores, as expressões neutralidade térmica e conforto térmico não são equivalentes. A neutralidade térmica ocorre quando o calor gerado pelo organismo através do próprio metabolismo é trocado de maneira proporcional com o ambiente ao entorno, sem haver acúmulo ou perda de calor, fazendo a temperatura corporal manter-se constante. Já o conforto térmico é um estado de bem-estar psicológico (portanto, subjetivo e variável de pessoa para pessoa) onde o indivíduo não sente frio ou calor excessivo, resultante da combinação satisfatória entre umidade relativa, temperatura ambiente e velocidade do ar. Sendo assim, a neutralidade térmica é um estado de equilíbrio físico, enquanto o conforto térmico é um estado de bem-estar psicológico relacionado a esse equilíbrio.

ao sentir-se termicamente confortável, o que corrobora uma melhor performance das atividades a serem desempenhadas (sejam elas intelectuais ou manuais), bem como à resistência para algumas enfermidades.

Com base no estudo de Frota e Schiffer (2003), quando o organismo humano funciona sem ser submetido a um estresse térmico, ele apresenta condições melhores de se manter saudável por mais tempo. Entretanto, a ausência de estresse térmico e, conseqüentemente, a existência da sensação de conforto térmico pode ser influenciada tanto por variáveis pessoais (como a idade, a etnia, os hábitos alimentares, o metabolismo, a altura, o sexo biológico, as vestimentas e os aspectos comportamentais) quanto pode ser afetada por fatores geográficos (a exemplo da temperatura do ar, da temperatura radiante média, da umidade relativa do ar e da velocidade do ar, da altitude, da latitude, do uso do solo, além da continentalidade e da maritimidade), sem desconsiderar, é claro, as inter-relações estabelecidas entre as variáveis pessoais entre si, ou pelos elementos ambientais entre si, e ainda pela conjunção entre as variáveis pessoais e as variáveis ambientais.

Uma vez que os organismos humanos são sensíveis às variações de certas condições do ambiente (Viana, 2013), estar submetido acima ou abaixo dos parâmetros de temperatura, de umidade, de vento e de pressão tido como ideais corrobora efeitos que podem ser prejudiciais à saúde ou ao comportamento humano, configurando-se na sensação de desconforto térmico. De acordo com Sartori (2014), um dos efeitos do desconforto sobre a saúde humana recai na redução do processo de raciocínio e isso deriva do agravamento das condições atmosféricas, principalmente da exposição do indivíduo a ambientes muito quentes e úmidos. A autora ainda destaca outros efeitos fisiológicos e psicológicos no ser humano, caso a temperatura ultrapasse os 31°C: taquicardia, fadiga, letargia (exaustão física e mental), irritabilidade, inapetência (ausência de apetite), depressão e redução na capacidade de aprendizagem, além de falhas na memória.

Mesmo diante da conjuntura apresentada, ainda são escassos os estudos relativos ao conforto térmico, principalmente em regiões quentes de baixa latitude. Golden *et al.* (2008, s/p.) já abordavam acerca disso, destacando que o calor extremo tem grande impacto sobre a saúde humana e sobre as atividades laborais, como pode ser observada na citação a seguir.

Tanto em casos de percepção de frio quanto de calor, é necessário um esforço adicional que pode comprometer o rendimento do trabalho e, em alguns casos extremos, ocasionar perda total da capacidade de trabalho ou problemas de saúde.

Conforme Celarino *et al.* (2023) com base nos dados do IPCC 2021 (*Intergovernmental Panel on Climate Change* ou Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas), tais estudos têm despertado o interesse dos pesquisadores, tendo em vista a existência de um cenário global em que predominam os eventos extremos decorrentes do aquecimento, onde as ondas de calor têm se intensificado desde a década de 1950, principalmente em áreas continentais, bem como diante da possibilidade de a temperatura do planeta aumentar em 0,5°C quando comparada aos valores registrados atualmente, o que tem induzido as pessoas a consumirem maneiras artificiais de resfriamento, aumentando a demanda por energia elétrica.

Ainda quanto aos estudos a respeito do conforto térmico, Carvalho e Barbosa (2019) sugerem que quase a totalidade dos estudos feitos em cidades brasileiras busca investigar a estrutura de circulação, espaços livres e áreas verdes¹¹, condições das quadras, lotes e edificações nos ambientes urbanos com o intuito de correlacioná-las com as mudanças microclimáticas, a fim de criar diretrizes de usos, tipos de ocupação do solo, forma urbana, vegetação urbana e parâmetros urbanísticos, tornando o microclima tolerável ou ótimo para os habitantes. Porém, essas diretrizes são pensadas de maneira generalizadas e, muitas vezes, não atendem as especificidades de cada local, fato que deveria ser considerado, pois o Brasil apresenta uma diversidade de microclimas.

Em suas pesquisas, Frota e Schiffer (2003) entendem que estudos cuja temática principal seja o conforto térmico podem ser desenvolvidos, tendo por base diferentes índices, tais quais: os biofísicos (trocas de calor entre o ambiente e o corpo), os fisiológicos (reações desencadeadas ao organismo humano devido às certas condições ambientais) ou os subjetivos (por meio das experiências sensoriais de cada indivíduo, tanto de conforto quanto de desconforto térmico).

¹¹ Embora em alguns estudos científicos os termos “espaços livres” e “áreas verdes” sejam entendidos como sinônimos para se referirem à vegetação presente na malha urbana, devem ser cautelosamente empregados. Para Abreu e Oliveira (2004, p. 1), “áreas verdes” remetem aos espaços livres públicos e privados, revestidos de vegetação natural ou inserida, que têm função de lazer, como parques e praças; conforme Cavalheiro e Del Picchia (1992, p. 31), “espaços livres” define qualquer local ocupado por vegetação, incluindo as águas superficiais, sendo destinados à proteção ambiental e ao lazer ativo e contemplativo. No entendimento de Magalhães (2006, p. 24), o ideal mesmo seria empregar o termo “floresta urbana”, designando o conjunto de todas as árvores da cidade, presentes nas ruas, nas bacias hidrográficas, nas áreas de recreação, suas interfaces e áreas de influência. Neste trabalho, áreas verdes e espaços livres foram usados como sendo sinônimos.

Os mesmos autores (Frota e Schiffer, 2003) inferem que a sensação térmica pode ser expressa mediante cálculos que combinem tais variáveis e as transformem em indicadores de conforto térmico. De acordo com Gobo (2013), os indicadores ou índices expressam a relação de causa e de efeito, os quais se utilizam de valores numéricos para representar o fenômeno. Por meio desses indicadores, é possível identificar, segundo Romero (2015), as variáveis do meio que devem ser alteradas ou aproveitadas com o intuito de se alcançar as condições ideais de conforto para a população.

Com o propósito de avaliar o conjunto das variáveis de conforto térmico, Lamberts (2016) informa que os diferentes índices de conforto térmico podem ser classificados em dois grandes grupos: i) os modelos estáticos baseados no balanço de calor, que entende o ser humano como um agente passivo e receptor do ambiente térmico, a exemplo dos índices PMV (*Predicted Mean Vote* ou Voto Médio Predito), o PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied People* ou Percentagem de Pessoas Insatisfeitas), também o TNE (Temperatura Neutra Exterior); ii) ou ainda, os modelos adaptativos que entendem o ser humano como agente ativo que está em constante interação com o ambiente e busca o conforto térmico de acordo com as próprias sensações e preferências térmicas, a exemplo da associação entre o IDT (Índice de Desconforto Térmico), o ITU (Índice de Temperatura e Umidade) e o TEV (Temperatura Efetiva em função do vento), que se baseiam apenas em variáveis meteorológicas/climáticas.

De acordo com o abordado em França *et al.* (2015) e em Leal *et al.* (2017), torna-se essencial a utilização de três índices de conforto térmico para o ambiente externo da cidade localizada em regiões tropicais do planeta. São eles: i) o índice de calor, determinado por Steadman (1979) e adaptado Kusch *et al.* (2004), que combina temperatura e umidade relativa para indicar a intensidade do calor percebido pelos indivíduos (equações 1 e 2); ii) índice de temperatura efetiva em função do vento, sugerido por Missenard (1937), conforme demonstra a equação 3, em que considera os dados de velocidade do vento, tornando a análise mais próxima da realidade; e iii) o índice de desconforto térmico humano proposto por Thom (1959), que foi adaptado por Santos *et al.* (2012) conforme demonstra a equação 4, sendo útil, também, nos estudos de Souza e Nery (2012) e Silva (2014) em que o desconforto é resultado da temperatura elevada combinada com o efeito da umidade relativa do ar.

Para esse estudo, serão empregadas cada uma das equações descritas a seguir, considerando que os cálculos foram realizados no *software R4* para dois contextos, consoante as médias mensais de temperatura do ar, de umidade relativa do ar e da velocidade do vento. Portanto, foram feitos seis cálculos no total, tendo sido realizados dois cálculos para cada índice, de modo que cada cálculo representa um contexto.

Enquanto o primeiro contexto remete ao período anterior à construção da PCJA (os dezoito anos anteriores: 1988 a 2005), o segundo contexto faz menção ao período posterior à construção dela (os dezoito anos posteriores: 2007 a 2024). O desígnio é comparar os contextos para averiguar se o desconforto térmico urbano (de ambientes externos) já existia ou passou a ocorrer atrelado ao desenvolvimento urbanístico, impulsionado pelo setor imobiliário após a edificação da ponte, que ocorreu no ano de 2006. As equações estão evidenciadas na sequência.

Equação 1: Índice de Calor (*Heat Index* – HI)

$$HI=16,923+[(1,85212*10^{-1})*t_a]+(5,37941*UR)-[(1,00254*10^{-1})*t_a*UR]+[(9,41695*10^{-3})*t_a^2]+[(7,28898*10^{-3})*UR^2]+[(3,45372*10^{-4})*t_a^2*UR]-[(8,1497*10^4)*t_a*UR^2]+[(1,02102*10^{-5})*t_a^2*UR^2]-[(3,8646*10^{-5})*t_a^3]+[(2,91583*10^{-5})*UR^3]+[(1,42721*10^{-6})*t_a^3*UR]+[(1,97483*10^7)*t_a*UR^3]-[(2,18429*10^{-8})*t_a^3*UR^2]+[(8,43296*10^{-10})*t_a^2*UR^3]-[(4,81975*10^{-11})*t_a^3*UR^3]$$

Onde: *HI*: índice de calor

UR: umidade relativa do ar (em %)

t_a: temperatura do ar (em °F)

$$\text{Equação 2:}$$

$$\text{Conversação de } ^\circ\text{F para } ^\circ\text{C:}$$

$$(^{\circ}\text{F} - 32) / 1,8$$

O índice de calor busca determinar os efeitos da influência da temperatura e da umidade do ar em áreas citadinas, contribuindo para avaliar o impacto do planejamento urbano no conforto térmico das pessoas, além de determinar se as condições do ambiente externo são adequadas para as atividades humanas, principalmente em localidades situadas

em regiões mais quentes do planeta. De acordo com Lima Júnior *et al.* (2024), os estudos realizados em cidades brasileiras que utilizaram o HI buscaram fazer análises microclimáticas, como é o caso de Novais *et al.* (2021) e de Moreira *et al.* (2023).

Por meio de tal índice, é possível caracterizar a percepção humana, desde aquelas sensações de perigo extremo onde pode ocorrer desconforto severo, ocasionando riscos graves à saúde, passando por aqueles níveis de sensação mais intermediário, implicando em cuidados essenciais para evitar a fadiga, a insolação ou até mesmo câibras após exposição prolongada ou após intensas atividades físicas. A combinação de temperatura e de umidade relativa do ar não ocasionará problemas à saúde quando o resultado do índice de calor resultar igual ou abaixo dos 27°C.

Após o cálculo do HI, é possível classificar o resultado obtido em um dos níveis de alerta dispostos no quadro 11, abaixo, a fim de se evitar danos à saúde e à segurança pública devido à exaustão ao calor, já que o HI indica o quão quente o ar está, ao integrar os efeitos da alta temperatura e umidade, o que dificulta a perda de calor por evaporação do suor.

Quadro 11 – Níveis de alerta do HI relacionado aos impactos na saúde humana.

Nível de alerta	Índice de Calor (HI)	Sintomas
Perigo extremo	≥54°C	Insolação; risco de acidente vascular cerebral (AVC) iminente.
Perigo	41,1°C - < 54°C	Cãibras, insolação, esgotamento físico. Possibilidade de danos cerebrais (AVC) para exposição prolongada com atividades físicas.
Cuidado extremo	32,1°C - < 41°C	Insolação, câibras por calor ou exaustão por calor possíveis com exposição prolongada e/ou atividade física.
Cuidado	27,1°C - < 32°C	Possível fadiga com exposição prolongada e/ou prática de atividade física.
Seguro	≤27°C	Não há problemas para a saúde.

Fonte: Adaptado de *National Weather Service* (s. d.). Org.: O autor (2025).

Mediante os cálculos feitos, tanto para o período 1988 a 2005 quanto para o período 2007 a 2024, foram obtidos os seguintes resultados (após conversão deles da escala Fahrenheit para a escala Celsius): em período anterior à construção da PCJA (1988 a 2005) o HI atingiu 26,1°C, enquanto para o período posterior resultou em 26,32°C. Portanto, ao longo de toda a série histórica (1988 a 2024), o índice de calor pouco variou. De acordo com o quadro 10, o nível de alerta em que a área de estudo se encontra é considerado **seguro**.

Equação 3: Índice de Temperatura Efetiva em função do Vento

$$TEv = 37 - (37 - T) / [0,68 - 0,0014UR + 1 / (1,76 + 1,4v \cdot 0,75)] - 0,29T \cdot (1 - UR / 100)$$

Onde: TEv : temperatura efetiva em função do vento (em °C)

T : temperatura do bulbo seco (em °C)

UR : umidade relativa do ar (em %)

v : velocidade do vento (em m/s)

O segundo índice a ser calculado é o TEv . Além de analisar as variáveis temperatura (°C) e umidade relativa do ar (em %), considera, também, a velocidade do vento (em m/s), estabelecendo relação entre essas três variáveis. Por ser a área de estudo uma cidade litorânea, a influência dos ventos é preponderante. Afinal, os fluxos de vento podem proporcionar agradável sensação térmica em cidades tropicais costeiras.

Normalmente, a literatura científica define os ventos como fluxos de ar que estão em movimento, sendo resultantes das diferenças de pressão entre os ambientes, ocorrendo o deslocamento sempre de uma região de alta pressão para uma região de baixa pressão, a fim de que seja estabelecido o equilíbrio barométrico entre tais áreas. E quanto maior for o gradiente de pressão, maior será a velocidade dos ventos (Alves, 2012).

No entendimento de Santos (2016), o vento é o elemento climático mais impactado com o desenho urbano, pois a altura, a densidade e a distribuição dos edifícios pela cidade influenciam o seu deslocamento e a sua velocidade. Por exemplo, se os edifícios estiverem localizados paralelamente à direção do vento, estes podem ficar mais fortes nas calçadas ao longo das ruas e nos espaços abertos entre os edifícios.

De acordo com a velocidade, a ação do vento pode proporcionar refrescância ou desconforto aos indivíduos. Nas considerações de Carfan (2011), o limite de velocidade dos ventos aceitável, próximo à superfície (estendendo-se até 100 m da superfície do solo), é de 10,7 m/s. No entanto, velocidades inferiores a 5,4 m/s são agradáveis para os pedestres. Entre 3,3 e 5,4 m/s, o fluxo de vento tende a despentear cabelos e as roupas voam; já entre as velocidades de 1,5 a 3,3 m/s, o vento é sentido na face. A ação dos ventos não pode ser sentida com velocidades menores que 1,5 m/s.

Compreender como o TEv varia em diferentes locais de uma cidade ajuda a identificar áreas com maior ou menor conforto térmico, auxiliando no desenvolvimento de estratégias para mitigar o desconforto, como o uso de vegetação, sombreamento e materiais de construção adequados. Ambientes externos com bom TEv proporcionam maior conforto e bem-estar, permitindo que as pessoas desfrutem dos espaços públicos e realizem atividades ao ar livre (exercícios e trabalho) com mais prazer e menos riscos à saúde.

Conforme apresentado no quadro 12, o índice apresenta onze faixas, sendo que as seis primeiras faixas do índice TEv correspondem às sensações térmicas que vão do muito frio, com temperaturas abaixo de 5°C até ligeiramente fresco, abaixo dos 22°C. A transição térmica entre as faixas desconforto por frio e de desconforto por calor ocupa a sétima faixa, indicando a sensação de conforto térmico para o ambiente. Enquanto isso, as seis últimas faixas indicam a variação de sensações, desde a ligeiramente quente entre 25°C e 28°C até a sensação de completo desconforto térmico para valores superiores aos 34°C.

Quadro 12 – Sensação térmica associada aos valores de temperatura efetiva em função do vento e a correlação com o grau de estresse fisiológico humano.

TEv (em °C)	Sensação térmica	Grau de estresse fisiológico
TEv < 5	Muito Frio (MMFF)	Extremo estresse ao frio
5 ≤ TEv < 10	Frio (FF)	Extremo estresse ao frio
10 ≤ TEv < 13	Moderadamente Frio (MFF)	Tremor
13 ≤ TEv < 16	Ligeiramente Frio (LFF)	Resfriamento do corpo
16 ≤ TEv < 19	Pouco Frio (PFF)	Ligeiro resfriamento do corpo
19 ≤ TEv < 22	Ligeiramente Fresco (LF)	Vasoconstrição
22 ≤ TEv < 25	Confortável (C)	Neutralidade térmica
25 ≤ TEv < 28	Ligeiramente Quente (LQ)	Ligeiro suor; vasodilatação

Fonte: Suping *et al.* (1992). Org.: O autor (2025).

Após realizados os cálculos para o índice TEv, foram obtidos os resultados que se seguem: no primeiro período (1988 a 2005), o TEV resultou em 20°C, enquanto no período de 2007 a 2024 houve aumento, atingindo os 20,68°C. Baseando-se no quadro 11, a sensação térmica para ambos os períodos é **ligeiramente fresco (LF)**, ressaltando a importância da circulação do ar na condição de conforto térmico em um ambiente externo.

Equação 4: Índice de Desconforto Térmico

$$IDT = T - 0,55 \cdot (1 - 0,01 \cdot UR) \cdot (T - 14,5)$$

Onde: *IDT*: índice de desconforto térmico (em °C)

T: temperatura do ar (em °C)

UR: umidade relativa do ar (em %)

O Índice de Desconforto Térmico (IDT) é importante em ambientes externos porque ele quantifica o nível de desconforto causado pelas condições climáticas, como temperatura e umidade relativa do ar, na percepção humana do calor, uma vez que a combinação de calor e de elevada umidade do ar resulta em situação de desconforto.

Consoante os estudos de Gobo (2013, p. 19), “a influência da umidade do ar no conforto térmico está fortemente relacionada às condições de temperatura do ar, já que a umidade do ar é função da temperatura”. Essa informação é crucial para garantir o conforto e a segurança das pessoas em espaços abertos, especialmente em regiões com climas extremos ou durante eventos climáticos adversos, como ondas de calor, pois a umidade relativa determina a quantidade de suor que a pele pode evaporar. Frota e Schiffer (2003) constatam que quanto maior for a umidade relativa do ar, menor a sua capacidade de reter água na epiderme, o que vai impedir a eliminação da energia térmica pelo organismo, ocasionando o desconforto.

Após o cálculo da equação IDT que relaciona a temperatura média com a umidade relativa do ar (considerando as trocas de calor por convecção livre), é possível classificar o resultado obtido em um dos quatro níveis de conforto humano para o ambiente externo, de acordo com o quadro 13. Baseado nessa classificação, um ambiente confortável seria aquele com sensações menores que 24°C; considerado parcialmente confortável seria o ambiente cujas sensações variassem entre 24°C e 26°C; caso o ambiente apresente sensações entre 26°C e 28°C, será considerado desconfortável; por último, quando as sensações alcançarem IDT maiores que 28°C, o ambiente será considerado muito desconfortável. Como o limiar inferior desse índice é 24°C, o IDT não considera o desconforto ocasionado em ambientes frios.

Quadro 13 – Níveis de conforto humano obtido por meio do IDT.

Descrição	Classes de desconforto (ID) em °C
Bem-estar (confortável)	ID < 24
Parcialmente confortável	24 < ID < 26
Desconfortável	26 < ID ≤ 28
Muito desconfortável	ID ≥ 28

Fonte: Santos *et al.* (2012). Org.: O autor (2025).

Analisando os dados de IDT para ambos os períodos (1988 a 2005 e 2007 a 2024), chegou-se aos seguintes resultados: no primeiro período, o IDT resultou em 23°C, sendo considerado como **confortável**; no segundo momento, o IDT atingiu 24°C que coloca a cidade de Barra dos Coqueiros no nível de conforto considerado **parcialmente confortável**. Isto posto, deduz-se que o acréscimo de 1°C no IDT para o recorte espacial em foco alterou o nível de conforto durante a série histórica de dados.

Para se ter uma melhor visualização do comportamento das variáveis meteorológicas temperatura média (t_{med}), temperatura mínima (t_{min}), temperatura máxima (t_{max}), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (v) e dos índices de temperatura efetiva em função do vento (TE_v), de calor (HI) e de desconforto térmico (IDT) empregados na pesquisa ao longo da série histórica foi construída a tabela 9, situada adiante.

Tabela 9 – Médias das variáveis meteorológicas e índices de conforto (1988 a 2024).

Variáveis meteorológicas e índices	Médias por período	
	1988 a 2005	2007 a 2024
T _{med.}	25,15°C	25,4°C
T _{máx.}	29,5°C	29,8°C
T _{mín.}	20,8°C	21°C
UR	76,4%	77,5%
v	3,33 m/s	2,72 m/s
TE _v	20°C	20,68°C
HI	26,1°C	26,32°C
IDT	23°C	24°C

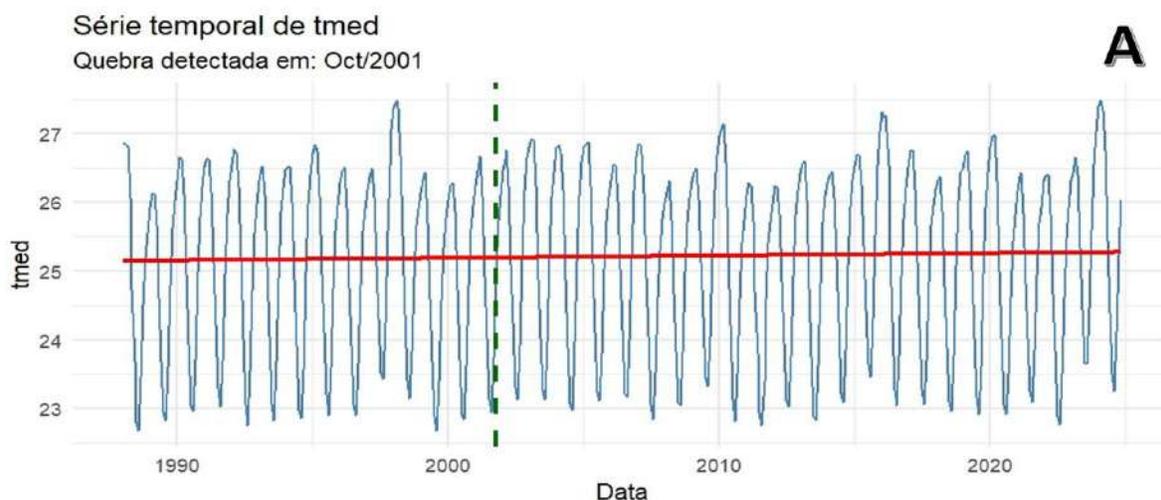
Fontes: INMET (2025) e Estima_T 2.0 (2025). Org.: O autor (2025).

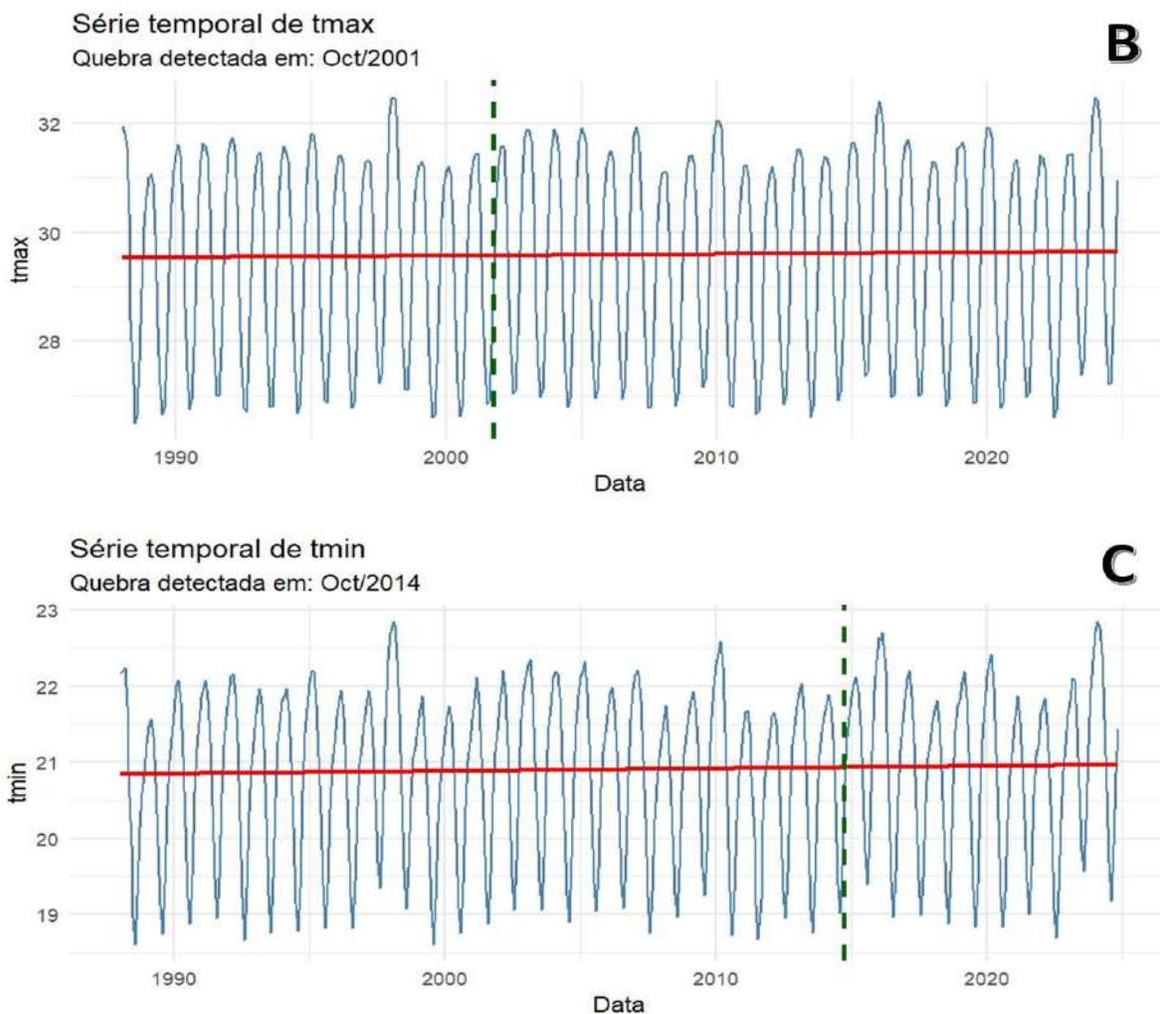
Depreende-se, com base nas informações da tabela 9, que houve modificação sutil nos resultados médios das variáveis; em oposição, a variação ocorreu de maneira mais significativa nos índices quando comparados ambos os períodos da série histórica. A $t_{méd}$ sofreu alteração de quase 0,3 graus na escala Celsius, já a t_{min} aumentou em 0,2°C e a $t_{máx}$ pouco variou, atingindo 0,3°C. Embora os cálculos tenham apresentado resultados com diferenças mínimas, isso já evidencia mudanças no padrão habitual da temperatura local.

Ao passo em que a umidade relativa do ar cresceu em 1,1%, a velocidade do vento diminuiu ao longo da série temporal em 0,6 m/s. Além disso, é perceptível a variação crescente (positiva) para os índices TEv, HI e IDT. Tais informações alertam para o fato de que mudanças nesses índices afetam sobremaneira a condição de conforto térmico da população.

Com o propósito de detectar uma possível tendência nas variáveis $t_{máx}$ (temperatura máxima), t_{min} (temperatura mínima) e $t_{méd}$ (temperatura média) no decorrer da série histórica, os pacotes que calculam diversos índices térmicos, a exemplo do ThermIndex (Castelhano, 2017) e do Weathermetrics (Anderson *et al.*, 2013), serviram como recurso essencial para produzir os gráficos A, B, C (figura 34).

Figura 34 – Gráficos de tendências para a série histórica 1988 a 2024.





Fontes: INMET (2025) e Estima_T 2.0 (2025). Org.: O autor (2025).

Ao observar a série histórica (1988 a 2024) utilizada na construção dos gráficos (figura 34), percebe-se que não houve significância considerável em nenhuma das variáveis avaliadas, ou seja, a variação foi mínima, permanecendo praticamente estável. Mesmo assim, é importante considerar o emprego dos testes não-paramétricos de Mann-Kendall (1945;1975) e de Pettitt (1979) na análise das séries temporais.

Enquanto o teste de Mann-Kendall identifica a presença de uma tendência monotônica (crescente ou decrescente) estatisticamente significativa ao longo do tempo em uma série de dados, sendo aplicado principalmente em dados ambientais, a exemplo de temperatura, de precipitação ou de poluição, como sugere a OMM, o teste de Pettitt não só

detecta uma tendência, mas também identifica o momento exato em que ocorre uma mudança abrupta ou um ponto de mudança significativo em uma série histórica.

De acordo com as análises de Azevedo (2019, p. 25), “séries históricas de dados climáticos são frequentemente autocorrelacionadas, ou seja, existe uma correlação da série consigo mesma ao longo do tempo, dado um certo atraso”. O mesmo autor (*idem*, 2019, p. 25) sugere que “para uma autocorrelação com atraso de um dia (em uma série diária), por exemplo, cada elemento da série se correlaciona com seu respectivo elemento seguinte – mede-se, portanto, a possibilidade de um valor alto ser também seguido de outro valor alto no dia seguinte, e vice-versa”.

Os gráficos A, B e C (figura 34) demonstram que a quebra nas variáveis $t_{méd}$, $t_{máx}$ e $t_{mín}$ ocorreu em períodos distintos: para $t_{méd}$ e $t_{máx}$ essa quebra ocorreu em outubro de 2001, enquanto a variável $t_{mín}$ teve ruptura em outubro de 2014. É importante ressaltar que a identificação e a análise de quebras em uma série temporal são úteis para descobrir quando e por que o padrão da série mudou, além de ajudar a contextualizar os dados e a entender o impacto de eventos específicos no comportamento futuro de determinada variável. Associados aos testes Mann-Kendall e Pettitt, existem indicativos essenciais para entender a tendência dos dados, a exemplo dos coeficientes TAU e P-VALUE.

O TAU de Kendall é um método não paramétrico utilizado para avaliar a associação entre duas variáveis, na tentativa de identificar correlações e averiguar a existência de tendências significativas na distribuição dos dados amostrais. Ele indica se as classificações de um par de observações são consistentes (pares concordantes) ou não (pares discordantes) em relação a ambas as variáveis, com escala variando de -1 (correlação negativa perfeita) a +1 (correlação positiva perfeita), sendo o 0 indicativo de ausência de correlação. Dito de outra maneira, o coeficiente TAU é formado por uma escala que vai indicar a direção e a força da tendência; quanto mais próximo de -1 ou de +1 a força da tendência será maior e quanto mais próxima de 0 a força da tendência será menor. O sinal positivo indica uma tendência ao crescimento, enquanto o sinal negativo revela tendência à redução.

O P-VALUE (ou p-valor) é um coeficiente utilizado para testar hipóteses estatísticas e se refere a uma probabilidade que mede a força da evidência contra a hipótese nula, variando numa escala de 0 a 1. O p-valor indica se o coeficiente é estatisticamente diferente de zero, o que significa que há um efeito (ou uma relação) entre a variável independente e a

variável dependente. Tal valor não indica o tamanho ou a magnitude do efeito do coeficiente, mas a certeza de que existe um efeito estatisticamente significativo.

Com o desígnio de evitar a coincidência, o p-valor deve ser baixo (geralmente inferior a 0,05), indicando que o coeficiente é estatisticamente significativo, além de sugerir que o efeito observado na amostra é improvável de ter ocorrido apenas por acaso e, portanto, é provável que exista, de fato. Ou seja, não é algo aleatório, mas reflete uma relação real.

Para o contexto das variáveis $t_{máx}$, $t_{mín}$ e $t_{méd}$ em relação à série temporal 1988 a 2024 (apresentada na fig. 34, páginas 151 e 152), foram realizados os testes Mann-Kendall e Pettitt e buscou-se associá-los aos coeficientes TAU e P-VALUE, conforme consta na tabela 10.

Tabela 10 – Associação entre os testes Mann Kendall e Pettitt com os coeficientes TAU e P-VALUE.

Série Temporal 1988 a 2024		
Teste Mann Kendall	TAU	P-VALUE (ou p-valor)
T_{méd}	0,022	0,48981
T_{máx}	0,0239	0,45304
T_{mín}	0,0163	0,60887
Teste de Pettit	Data de mudança	P-VALUE (ou p-valor)
T_{méd}	Outubro de 2001	1
T_{máx}	Outubro de 2001	1
T_{mín}	Outubro de 2014	1

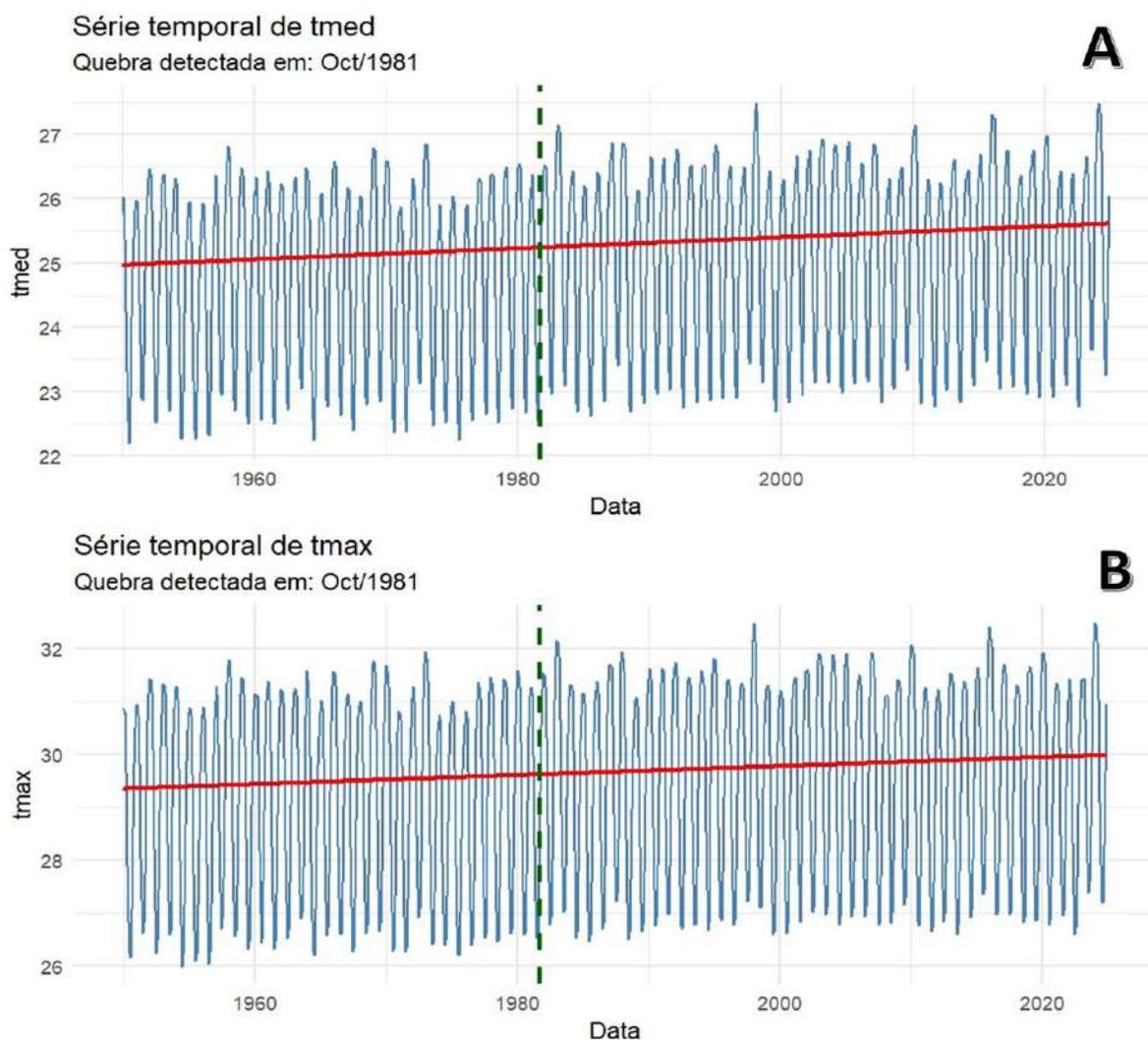
Fonte: INMET. Org.: O autor (2025).

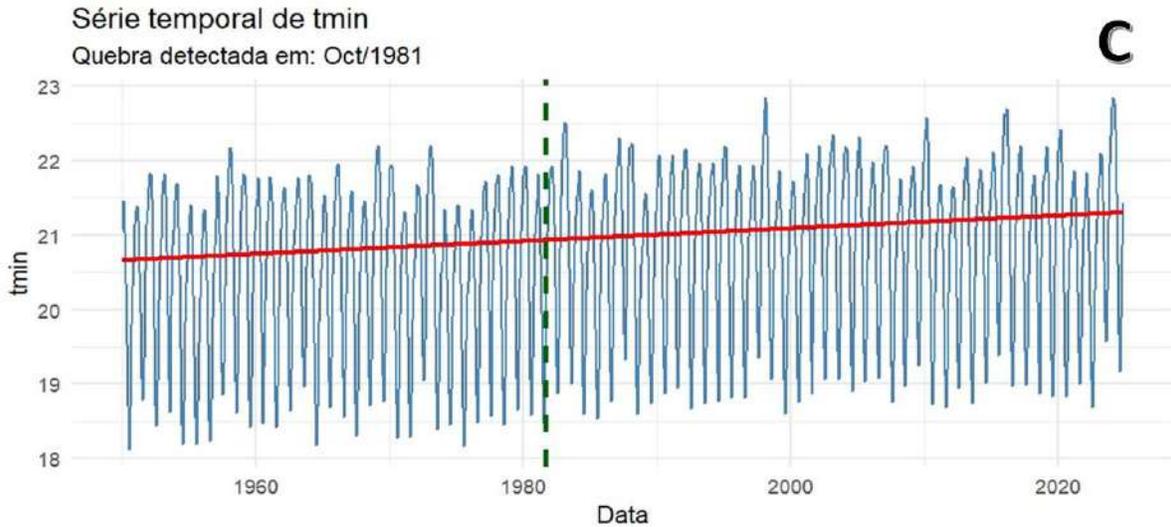
Ponderando as associações entre os testes e os coeficientes em destaque na tabela 10, constata-se o seguinte: quanto ao teste de Mann Kendall, é possível perceber que para as três variáveis, o coeficiente TAU apresenta tendência positiva e bastante fraca; já em relação ao coeficiente p-valor, os resultados das três variáveis são extremamente maiores que 0,05, significando que há uma probabilidade maior que 5% de que os resultados observados na amostra sejam devidos ao acaso, e não a um efeito real. Portanto, os dados não fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula.

No que se refere ao teste de Pettitt, a mudança no padrão da tendência na distribuição dos dados ocorreu em outubro de 2001 para as variáveis $t_{\text{méd}}$ e $t_{\text{máx}}$ e em outubro de 2014 para a variável $t_{\text{mín}}$; o p-valor, por sua vez, demonstra valores extremamente superiores ao limite tido como padrão. Ou seja, os dados observados são perfeitamente consistentes com um resultado nulo, em um cenário onde não existe efeito ou diferença real e, portanto, não há nenhuma evidência para apoiar uma hipótese alternativa.

Mediante os resultados dos testes, conclui-se que a série histórica de dados adotadas se torna inviável para efeito do que a pesquisa se propõe a investigar. Sendo assim, pensou-se em realizar novos gráficos de tendência, contudo considerando uma maior série histórica, abrangendo os anos de 1950 a 2024. Basta conferir a figura 35.

Figura 35 – Gráficos de tendências para a série histórica 1950 a 2024.





Baseando-se na série dos dados coletados (1950 a 2024) que foram empregados nesta pesquisa, percebeu-se que houve mudança abrupta e não sustentada no comportamento normal das variáveis analisadas ao longo do tempo, afetando sua tendência. Os gráficos A, B e C (figura 35) demonstram que a quebra nas variáveis $t_{méd}$, $t_{máx}$ e $t_{mín}$ ocorreu em outubro de 1981. Portanto, a partir desse período houve uma mudança notável no padrão de evolução das variáveis, registrando tendência significativa e positiva, ou seja, as variáveis temperatura média, máxima e mínima apresentaram mudança substancial e se moveram em direção crescente.

Para o contexto das variáveis $t_{máx}$, $t_{mín}$ e $t_{méd}$ em relação à série temporal 1950 a 2024 (apresentada na fig. 35), foram realizados os testes Mann-Kendall e Pettitt e buscou-se associá-los aos coeficientes TAU e P-VALUE, conforme consta na tabela 11.

Tabela 11 – Associação entre os testes Mann Kendall e Pettitt com os coeficientes TAU e P-VALUE.

Série Temporal 1950 a 2024		
Teste Mann Kendall	TAU	P-VALUE (ou p-valor)
T_{méd}	0.104	0.000002861
T_{máx}	0.12	0.00011659
T_{mín}	0.0859	0.00000011921
Teste de Pettit	Data de mudança	P-VALUE (ou p-valor)
T_{méd}	Outubro de 1981	0.00001488
T_{máx}	Outubro de 1981	0.00000033
T_{mín}	Outubro de 1981	0.0005174

Fonte: INMET. Org.: O autor (2025).

Considerando-se as associações entre os testes e os coeficientes em destaque na tabela 11, constata-se o seguinte: quanto ao teste de Mann Kendall, é possível perceber que para as três variáveis, o coeficiente TAU apresenta tendência positiva e fraca, embora demonstre ligeiro crescimento; já em relação ao coeficiente p-valor, os resultados das três variáveis são extremamente baixos, indicando uma probabilidade muito pequena de a hipótese nula ser verdadeira, portanto, conclui-se que há uma diferença estatisticamente significativa ou um efeito nos dados.

Em continuidade, no que se refere ao teste de Pettitt, a mudança no padrão da tendência na distribuição dos dados ocorreu em outubro de 1981 para as três variáveis analisadas; o p-valor, por sua vez, demonstra valores muito inferiores ao limite tido como padrão, podendo ser interpretado como sendo uma tendência de significância alta, tanto para a variável $t_{méd}$, quanto para as variáveis $t_{mín}$ e $t_{máx}$.

Devido à existência de duas séries históricas, onde é possível comparar as tendências na distribuição dos dados por meio dos gráficos e dos testes não-paramétricos, o pesquisador resolveu criar outra tabela, agora contendo as médias das variáveis meteorológicas bem como dos índices, tendo como limiar o período da quebra (outubro de 1981). Portanto, a tabela 12 apresenta o cálculo para dois momentos: 1950 a outubro de 1981 e de novembro de 1981 a 2024.

Tabela 12 – Médias das variáveis meteorológicas e índices de conforto (1950 a 2024).

Variáveis meteorológicas e índices	Médias por período	
	Janeiro de 1950 a Outubro de 1981	Novembro de 1981 a Novembro de 2024
T _{méd.}	24,73°C	25,14°C
T _{máx.}	29,09°C	29,45°C
T _{mín.}	20,38°C	20,84°C
UR	78,1%	77,72%
v	2,86 m/s	3,11 m/s
TEv	17,67°C	19°C
HI	25,71°C	26,23°C
IDT	23,53°C	24°C

Fontes: INMET (2025) e Estima_T 2.0 (2025). Org.: O autor (2025).

Conforme os dados apresentados na tabela 12, é possível constatar que ao longo dos últimos quarenta e três anos (1981 a 2024), a variável temperatura (em suas representações $t_{méd}$, $t_{máx}$ e $t_{mín}$) aumentou 0,4°C. Nesse mesmo intervalo de tempo, a umidade relativa do ar reduziu em 0,4% e a velocidade dos ventos majorou em 0,25 m/s (equivalente a quase 1 km/h).

Quanto aos índices, o TEv (temperatura em função do vento) foi aquele que apresentou maior variação. O aumento médio da temperatura contribuiu para que houvesse mudança na sensação de conforto, em que a área de estudo passou de **pouco frio (PFF)** para **ligeiramente fresco (LF)**. O índice de calor (HI), por sua vez, manteve o nível de alerta considerado **seguro** entre os períodos analisados. Em relação ao IDT (índice de desconforto térmico), o nível de conforto humano é alterado: a cidade de Barra dos Coqueiros que no primeiro momento é considerada **confortável**, em momento posterior passa a ser considerada **parcialmente confortável**.

Faz-se relevante considerar que os índices obtidos foram calculados para os ambientes externos da área de maior adensamento construtivo e populacional da cidade, justamente onde se situam as LCZ3, LCZ6 e LCZ8.

Se para os leigos o acréscimo de temperatura (+0.5°C), o aumento na velocidade do vento (+0.25 m/s) e a redução na umidade (-0.4%) parecem desprezíveis, tanto em questão

de valores absolutos quanto pela negação dos efeitos adversos associados aos riscos e aos impactos à população, os climatologistas urbanos entendem que esse cenário não é um evento isolado, mas um indicador das mudanças climáticas globais. Tal aumento reflete e agrava as características já existentes do clima local e da dinâmica da cidade, apontando para um aumento na intensidade dos eventos climáticos extremos, a exemplo dos eventos extremos de chuvas pesquisados por Duarte (2022). Além disso, ventos mais fortes também podem aumentar a sensação de desconforto térmico em temperaturas já elevadas. E a diminuição da umidade pode impactar a disponibilidade de água, especialmente em um contexto de aumento da evaporação causado pelas temperaturas mais altas.

Embora pareçam sutis, mudanças nas variáveis apontadas anteriormente indicam tendência de aquecimento e ar ligeiramente menos úmido, contribuindo para uma série de consequências sistêmicas, impactando diretamente o bem-estar dos moradores, a infraestrutura urbana e os ecossistemas existentes. Nesse sentido, são necessárias medidas de adaptação e de mitigação para proteger a população e o ambiente urbano, como o desenvolvimento de infraestrutura mais resiliente e o planejamento urbano voltado para a sustentabilidade.

3.2.1 – Considerações acerca da aplicação do Sistema Socioambiental Urbano (S.A.U.) em Barra dos Coqueiros/SE

Como é praticamente impossível reconstruir as cidades, o propósito é requalificá-las, ressignificá-las, a fim de torná-las menos desigual e mais sustentáveis. Nesse sentido, as medidas de resiliência (adaptativas ou mitigadoras) contribuirão significativamente para promover a correção ou a prevenção das disfunções, além de proporcionar aos seus habitantes segurança, felicidade e bem-estar, a fim de atingir a qualidade de vida.

Nesse sentido, faz-se urgente gerir os espaços urbanos já consolidados, evitando a ampliação dos desajustes ao sistema socioambiental urbano (figura 36), uma vez que os insumos de entrada e de saída de energia decorrentes das modificações constantes na paisagem urbana sugerem novos desafios ao sistema, portanto, se torna necessária a tomada de decisões na criação de novos espaços urbanos que atendam às prioridades da população e

que promovam a redução dos riscos socioambientais, sempre atrelando medidas de resiliência urbana adequadas a cada contexto.

Para que essa possibilidade se torne realidade e se converta em melhoria na qualidade de vida dos habitantes, é necessário que os gestores públicos entendam a dinâmica do clima urbano e como esta pode ser considerada indispensável na avaliação de parâmetros ambientais relacionados ao planejamento, à construção e à gestão do espaço urbano (Duarte, 2022), que deve ser adaptado às necessidades e à satisfação dos habitantes.

Figura 36 – Sistema Socioambiental Urbano.



Fonte: Mendonça (2004). Organizado pelo autor (2025).

De acordo com Mendonça (2004), o modelo do Sistema Socioambiental Urbano (S.A.U.) analisa a cidade por meio da interação entre as dimensões natureza e sociedade, pois entende que os espaços e as sociedades urbanas têm sido acometidos, frequentemente, por impactos de origens diversas. Nesse sentido, a adoção deste modelo torna-se útil ao estudo, ao planejamento e à gestão das cidades porque consegue entender as causas dos problemas, permite visualizar como os problemas socioambientais foram desencadeados e, também, possibilita sugerir as medidas adaptativas ou de correção dos problemas, na tentativa de reestabelecer o equilíbrio dos serviços e da organização da cidade, além de garantir a qualidade de vida para os habitantes.

Enquanto um sistema aberto, o S.A.U. funciona quando os insumos de energia e de matéria fornecidos pela natureza e pela sociedade (*input*) interagem com os mecanismos

representados pelas estruturas sociais (*atributos*) tornando dinâmico o sistema por conta das ações humanas. Essa dinamicidade produz respostas que podem se tornar problemas por causarem distúrbios às funções socioambientais (*output*), gerando consequências aos habitantes, às instituições sociais e à sociedade civil. Ao passo que os problemas demandam soluções, a *aplicação* de medidas resilientes (adaptativas e/ou mitigadoras) é essencial à correção dos problemas.

Como as transformações promovidas pela interferência social em uma área urbanizada são convertidas ao clima da cidade em escala local (Conti e Furlan, 2019), é indispensável considerar até que ponto as respostas produzidas pelo sistema podem comprometer a qualidade do ambiente e a qualidade de vida da população. Para o contexto em que os habitantes se encontram insatisfeitos com o desconforto causado pelas elevadas temperaturas, diversos estudos científicos (Justi *et al.*, 2019; Neres *et al.*, 2021; Oliveira e Calixter, 2021; Remelli e Silva, 2021; Sales *et al.*, 2021 e Oliveira *et al.*, 2023) sugerem como medida de resiliência urbana a ampliação de áreas verdes em ambientes abertos para o caso de cidades.

Isso porque durante os dias com predominância de intensa radiação solar e pouca nebulosidade, as árvores de grande porte com sobreposição de copas proporcionam inúmeros benefícios: abrigo sob a sombra, além de absorver a radiação solar, influenciar nos movimentos gasosos e nas trocas de calor, refrigeram o ar pelo mecanismo de evapotranspiração, tornando o microclima ameno, não só nas áreas livres, bem como quando utilizada em construções, haja vista que impede grande parte da radiação incidente atingir o solo ou as edificações, reduzindo o aquecimento dessas superfícies.

Além dos benefícios mencionados no parágrafo anterior, Barbosa (2017) destaca o papel desempenhado pelas árvores na ventilação, pois a existência de áreas verdes livres permite que o fluxo de ventos retome sua velocidade ideal, comumente alterada pela barreira de prédios espalhada pela cidade. O estudo promovido por Romero (2015) salienta que a vegetação filtra a poeira e a contaminação presente, contribuindo para a qualidade do ar; também possibilita o conforto acústico, pois a presença de área verde diminui a intensidade do som. Somada a todas essas contribuições, a vegetação urbana ainda fornece alimento à fauna local e promove embelezamento estético, gerando satisfação de frescor e de tranquilidade aos frequentadores que podem, também, usufruir dos espaços arborizados para

momentos de lazer e de socialização (encontros, rodas de conversa e práticas de exercícios físicos ao ar livre), corroborando o bem-estar de toda a população e a valorização do turismo local.

Mesmo com tantas benfeitorias, muitas cidades brasileiras não dispõem de planos de arborização integrados ao Plano Diretor Municipal, o que acarreta prejuízos à cidade e aos seus moradores, haja vista que a ausência de vegetação corrobora o surgimento das IUCs, uma vez que o desmatamento predatório é provocado para ceder espaço às vias de acesso, além dos equipamentos públicos e imobiliários urbanos.

Ainda que apontada por boa parte dos cientistas, a ampliação na densidade de árvores pela cidade não é a única alternativa de resiliência viável para amenizar o impacto do desconforto térmico oriundo das IUCs. Recomenda-se, portanto, o uso de materiais reflexivos em edifícios e estruturas urbanas, inclusive a adoção de telhados verdes sobre os prédios de moradia vertical, a construção de canteiros e parques urbanos, e, sobretudo a manutenção das matas nativas, quando possível.

Existem, ainda, outras possibilidades de resiliência urbana a serem consideradas na amenização de desconforto térmico em ambientes externos ou em espaços livres da cidade, tais como aquelas apontadas por Carvalho e Barbosa (2019) para algumas áreas na cidade de Maceió/AL: i) com relação à forma urbanística, a orientação das ruas deve priorizar o direcionamento dos fluxos de ar predominantes; ii) quanto aos materiais utilizados, sugere-se a utilização de pavimentação alternativa em substituição ao asfalto que apresente menor capacidade térmica e maior permeabilidade; iii) com relação à tipologia urbana, a autora aponta a necessidade de reduzir a taxa máxima de ocupação urbana que, hoje, está em 90%.

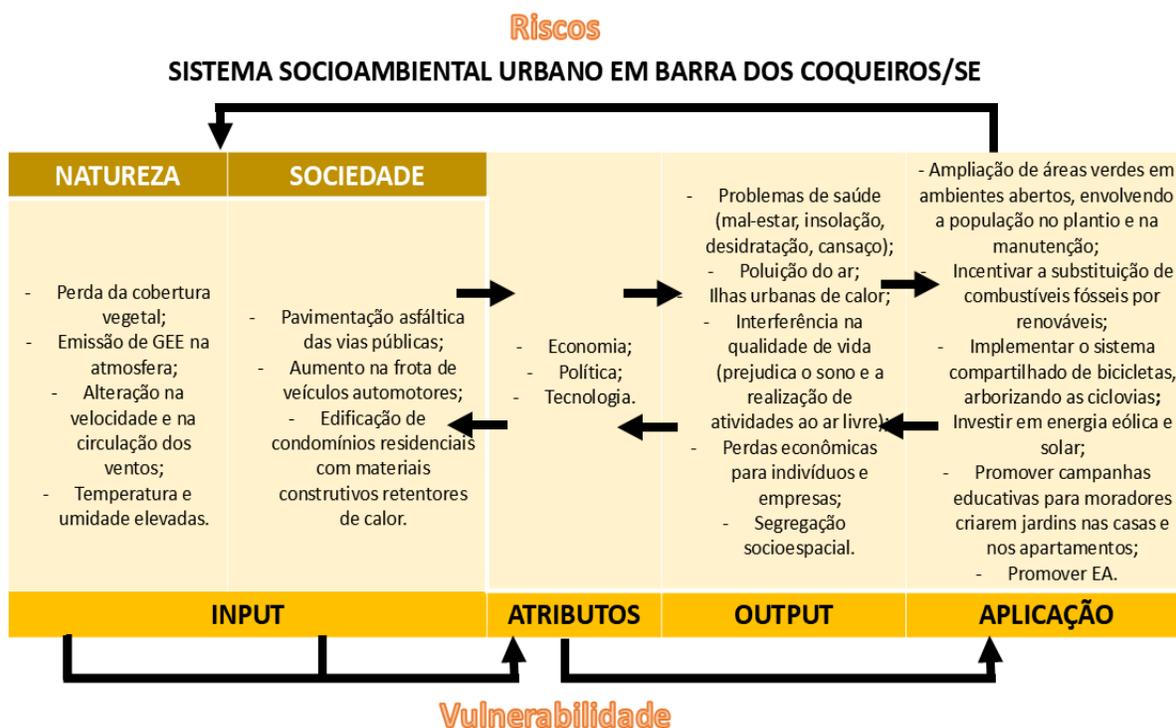
De acordo com Castelhana e Pinto (2021, p. 11), ao analisar as tendências e as alterações climáticas para o estado de Sergipe, sob o ponto de vista socioambiental, e considerando as séries históricas de sete estações meteorológicas distribuídas por todo o estado, verificou-se em relação às variáveis térmicas uma tendência para o aumento das temperaturas máximas e mínimas, principalmente na região da Grande Aracaju, alteração essa impulsionada pelo crescimento urbano-urbanístico atrelado às atividades econômicas e de serviços, o que reflete em “um notado aumento térmico”, a ser sentido de maneira diferenciada pelos distintos grupos sociais que compõem a população. Nesse sentido, estudos

vêm se aprofundando em questões relacionadas ao conforto térmico em ambientes externos de diferentes cidades.

Considerando a área de estudo, foi produzida a figura 37 (tendo como base a figura 36, situada na pág. 160) que remete ao Sistema Socioambiental Urbano em Barra dos Coqueiros para a problemática do (des)conforto térmico. Nela, constam os impactos causados ao ambiente natural e ao social pelos setores da sociedade, o que reverberou em problemas socioambientais urbanos, tornando a cidade e a população vulneráveis às IUCs.

Para amenizar a influência das áreas construídas no clima da cidade, algumas aplicações viáveis podem ser adotadas ao planejamento e à gestão urbana, a fim de melhorar os efeitos do microclima sentido pela população. Os destaques vão para a ampliação de áreas verdes em ambientes externos, bem como a substituição de combustíveis fósseis por fontes alternativas de energia no transporte urbano, além da utilização de materiais construtivos que evitem a propagação de calor no interior das edificações e na promoção de campanhas educativas visando à sensibilização e à atuação da população diante de soluções conjuntas com o poder público, na tentativa de equacionar o problema do desconforto térmico.

Figura 37 – S.A.U. aplicado à problemática do (des)conforto térmico na cidade de Barra dos Coqueiros/SE.



Fonte: Mendonça (2001). Elaborado pelo autor (2025).

É importante ressaltar que o Sistema Socioambiental Urbano produzido por este pesquisador, e proposto por Mendonça (2004), não visualiza apenas tais aplicações para a realidade da Barra dos Coqueiros. Muitas são as medidas mitigadoras e adaptativas sugeridas para a solução ou para a minimização dos efeitos do desconforto térmico e elas poderão ser encontradas no quadro 15, na página 190.

3.3 – Em clima de mudança: a resiliência urbana no Plano Diretor Sustentável e Participativo

O intuito do PDU é criar estratégias de organização territorial, visando a resolver os problemas socioambientais que atormentam as cidades, “de modo a evitar e a corrigir as distorções do crescimento urbano e os seus efeitos negativos sobre o meio ambiente” (Estatuto das Cidades, 2001), a fim de torná-la em um lugar que proporcione segurança e seja agradável para se viver (Duarte, 2012).

Para que se cumpra tais propósitos, e, em especial, quanto aos atenuantes atmosféricos que atingem sobremaneira a qualidade de vida dos habitantes urbanos, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2016) orienta que durante a elaboração do planejamento das cidades seja possível inserir o conhecimento acerca das vulnerabilidades existentes no território municipal, bem como os riscos associados à ocorrência de eventos extremos climáticos, a fim de torná-las resilientes no que concerne às mudanças climáticas.

Por isso, ao serem diagnosticados os desajustes produzidos no território urbano, a gestão deve atuar no âmbito da propositividade, preocupando-se com a elaboração de um planejamento voltado à melhora das condições ambientais e ao fomento de estratégias capazes de definir o desenvolvimento e o crescimento do sistema urbano. É indispensável, também, agir no âmbito da proatividade no que concerne à execução e à fiscalização das ações, ao estabelecer medidas que minimizem as disfunções existentes no interior do sistema urbano.

Embora quase sempre exista pouca vontade de a gestão pública em reconhecer a importância e incorporar os dados climáticos nas políticas de regulamentação do espaço cidadão, em especial ao planejamento e ao gerenciamento urbano-ambiental, estratégias energéticas, em macro escala, e destinadas à obtenção do conforto térmico, precisam ser

implementadas pela sociedade civil, tais como estratégias de ventilação e de sombreamento, que são: melhorias da forma urbanística, uso de materiais mais apropriados na construção das edificações, redução das taxas de ocupação, estímulo à vegetação nos espaços livres, dentre outros (Carvalho e Barbosa, 2019).

Entretanto, não é isso o que se percebe nos instrumentos legais da cidade de Barra dos Coqueiros. Há certo descaso com as questões socioambientais. Evidentemente, existem tentativas de implementar medidas mitigadoras ou adaptativas, mas nem sempre são eficazes ou permanentes, dado o fato de que durante a mudança de gestão municipal é comum a equipe eleita fazer pouco caso com o que foi aplicado e executado pela equipe administrativa anterior, em termos de políticas socioambientais. Dito isto, os parágrafos posteriores ressaltam os aparatos legais relacionados ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável em território barracoqueirense.

Ao longo do recorte temporal 2000 a 2024, pouco mais de vinte dispositivos legais (entre leis e leis complementares) relacionados ao meio ambiente ou às questões socioambientais foram promulgados em Barra dos Coqueiros. No ano 2000, por intermédio da Lei n.º 126/2000, de 13 de janeiro, foi criado o Horto Municipal Prefeito Gilson dos Anjos Silva, porém, o início das obras de implementação ocorreu vinte e um anos após a criação legal.

Uma reportagem do site Faxaju, publicada em 07 de junho de 2021¹², ressalta o lançamento da pedra fundamental do Horto, bem como a parceria público-privada com o empreendimento Ocean Barra Residence, a fim de reflorestar o espaço com cem mil mudas nativas da mata atlântica em uma área equivalente a 3,5 milhões de m², assegurando benefícios em médio e em longo prazo para a cidade e para a população, tais como atividades ecoturísticas, emprego e geração de renda, qualidade de vida e ampliação da área verde preservada para 40% da extensão territorial municipal.

Entretanto, uma outra reportagem realizada dois anos depois, em 2023¹³, evidencia a indignação dos moradores com o descaso e o abandono do horto florestal pela gestão municipal, que se eximia da responsabilidade em manter o cuidado com a área de

¹² A matéria jornalística poderá ser acessada pelo *hiperlink* <https://www.faxaju.com.br/sergipe/horto-florestal-trara-mais-qualidade-de-vida-para-a-populacao-de-barra-dos-coqueiros/> .

¹³ A matéria poderá ser acessada pelo *hiperlink* https://www.youtube.com/watch?v=_Z9Fvu7Zi_w .

reflorestamento, estando o local suscetível ao desmatamento. Banhistas conduzindo veículos automotores trafegavam pelo espaço para chegar à faixa de praia, local de desova de tartarugas marinhas, contribuindo para a possível extinção dessas espécies. Diante da situação posta, alguns moradores peticionaram junto ao Ministério Público do Estado de Sergipe a fim de que medidas urgentes fossem aplicadas como solução para o problema.

Entre os anos de 2001 e 2002 não houve promulgação de leis direcionadas às questões ambientais. Em 2003, a Lei n.º 254/2003, de 16 de junho de 2003, é criada visando a disciplinar a população e os empreendimentos imobiliários no controle e na emissão de sons e de ruídos urbanos que perturbem o bem-estar e o sossego público nos limites saudáveis e nos horários estabelecidos pela norma vigente. Em descumprimento à lei, penalidades leves, graves ou gravíssimas estarão sujeitas à aplicação de multas, embargo da obra, interdição parcial ou total do estabelecimento ou da atividade, além da cassação do alvará de licença e, até mesmo, perda ou restrição de incentivos e de benefícios fiscais.

Ainda acerca do ano 2003, a Lei n.º 291 (datada de 06 de junho de 2003) possibilita a criação do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (CONDEMA), órgão consultivo e de assessoramento da Prefeitura em questões referentes ao equilíbrio ambiental e às agressões ambientais no território barracoqueirense, composto apenas por cinco entes do poder público municipal, sem a participação da população ou da sociedade civil organizada. Coube ao conselho a promoção de campanhas de educação ambiental, a execução de programas de formação e mobilização ambiental e de programas intersetoriais de proteção ambiental do município, além de manter intercâmbio com instituições de pesquisa direcionadas à proteção do meio ambiente, bem como outras finalidades.

Em 2010, a lei nº 581/2010 (publicada em 08 de junho de 2010) altera a Lei n.º 291/2003 que se refere à criação do CONDEMA, em especial quanto à composição dos membros do conselho, cedendo espaço para dez a vinte conselheiros, distribuídos de maneira paritária entre a sociedade civil e o Poder Público. Outra alteração refere-se à definição clara do papel do Conselho, que não lhe restringe o dever de defender, de preservar e de recuperar o meio ambiente municipal sozinho, mas estende esse dever a todo o Poder público e à coletividade. A Lei ainda institui o Fundo Municipal do Meio Ambiente (FMMA), criado para dar suporte financeiro aos programas, aos planos, aos projetos e às ações (governamentais ou privados) de desenvolvimento sustentável no município, além de custear

e financiar ações de fiscalização, de controle e de defesa do meio ambiente em âmbito municipal, assim como às ações destinadas ao cumprimento da Agenda 21 Local e Escolar. Em 2011, a lei n.º 613 surge em substituição à lei 581/2010 para tornar completo o dispositivo referente ao CONDEMA e ao FMMA.

No ano de 2017, por meio da legislação n.º 865, a Câmara Municipal aprova a alteração feita na estrutura de composição dos conselheiros, definindo claramente os representantes do poder público, ampliando o número deles e envolvendo maior participação de outras secretarias municipais (a exemplo da Secretaria de Educação, de Obras, de Meio Ambiente, de Saúde), bem como definindo quem seriam os representantes da sociedade civil (a saber: associações, Organizações não-governamentais/ONGs, sindicatos, igrejas etc.) envolvidos em questões ambientais e representante de instituição de ensino privado do município; e um representante de entidade produtiva atuante no município, tais como comércio, Câmara de Dirigentes Lojistas (CDL), indústria etc.

Naquele mesmo ano, é aprovada a lei n.º 894 que altera, mais uma vez, o dispositivo relacionado ao CONDEMA, acrescentando a Ouvidoria Geral do Município entre os representantes do poder público, além de ampliar as normas gerais de funcionamento do conselho e revogar todas as leis anteriores relacionadas ao CONDEMA e ao FMMA. Até o final de 2024 não havia sido propostas alterações ao dispositivo 894/2017, a fim de atualizá-lo. Ao menos, houve tentativas de tornar o conselho mais participativo, com representantes de diversas entidades.

Anteriormente, em 2006, a lei n.º 394 institui pela primeira vez em solo barracoqueirense a coleta seletiva de lixo cuja preocupação seria a destinação final dos resíduos; os resíduos orgânicos seriam encaminhados para aterros sanitários ou para a compostagem, enquanto os resíduos inorgânicos mais o papel deveriam ser encaminhados para a reciclagem. Mas é em 2009, por vias da Lei n.º 545, de 22/06/2009, que o assunto volta à tona quando a Prefeitura institui o ‘Projeto Lixo Consciente, uma ideia reciclável’, projeto este promovido de maneira interdisciplinar entre as Secretarias de Meio Ambiente, Secretaria de Educação e Departamento de Limpeza com o objetivo de sensibilizar estudantes e a população em geral quanto ao modo correto de acondicionamento dos resíduos orgânicos e recicláveis nas residências ou em espaços públicos da cidade. Subsequente, em 2011, o dispositivo legal n.º 636, datado de 27/06/2011, exige que todos os órgãos da administração

direta ou indireta municipal reutilizem e, posteriormente, reciclem todo o papel inutilizável nas tarefas burocráticas/administrativas.

Ainda quanto ao tema resíduos sólidos, em 2013, a lei n.º 762, promulgada em 03 de julho, proíbe aos cidadãos descartar os resíduos produzidos em locais inadequados para a coleta, como ruas, avenidas e canteiros, com o intuito de manter a cidade limpa e transitável. Contudo, a política de coleta seletiva de resíduos ganha destaque com a implementação da Lei n.º 895/2017 que estabelece o programa de coleta seletiva voltado para a inclusão social e econômica dos catadores, promovendo a geração de trabalho e de renda desses profissionais, organizados em cooperativas ou em associações autogestionárias, tendo em vista que essas operadoras do sistema de limpeza urbana prestem serviço de coleta, de triagem, de beneficiamento e de comercialização dos resíduos recicláveis, bem como a promoção de campanhas de educação ambiental à comunidade local. No ano de 2024, a Câmara aprova a lei n.º 1242/2024 que regulamenta a coleta seletiva com logística reversa, a ser feita pelas operadoras do sistema de limpeza urbana, por meio dos catadores que integram o programa de coleta seletiva.

Retomando a linha do tempo, em 22/12/2007, por intermédio da aprovação da Lei n.º 484, a cidade de Barra dos Coqueiros institui o Conselho do Cidadão, com o intuito de se criar uma estrutura permanente de debate e de participação em matérias relevantes ao município, inclusive preocupando-se em resguardar a sustentabilidade ambiental. De acordo com os dados disponíveis no *site* da prefeitura, as pautas mais trabalhadas pelo conselho (gestão 2021 a 2023) limitavam-se a apresentar os RIVs (Relatório de Impacto de Vizinhança) relativos aos empreendimentos imobiliários que seriam instalados em território barraqueirense.

Outro instrumento legal da política de desenvolvimento municipal que assegura a garantia do direito à cidade, à ordenação do uso e à ocupação do solo, bem como à preservação do patrimônio ambiental é o Plano Diretor Sustentável e Participativo (PDSP), que foi implementado pela primeira vez em 2008, por meio da Lei Complementar n.º 02/2008, de 22 de junho. Tal dispositivo sofreu algumas alterações ao longo dos últimos quinze anos, tendo sido atualizado mediante as leis complementares 09/2015, 04/2016 e 14/2017. Embora, de maneira geral, o PDSP de Barra dos Coqueiros, na redação dos artigos e dos incisos, considere como alguns dos objetivos gerais da política de desenvolvimento

melhorar a qualidade de vida urbana, além de preservar, de proteger e de recuperar o meio ambiente, inclusive fazendo aproveitamento racional dos recursos naturais dispostos no município, o PDSP legisla a passos lentos no que se refere à dinâmica socioambiental da cidade.

Ainda que questões referentes aos serviços de saneamento básico (abastecimento de água encanada, de esgotamento sanitário, de drenagem de águas pluviais e manejo dos resíduos sólidos e de limpeza urbana), de distribuição de energia elétrica e acerca da difusão de fontes alternativas de energia sejam serviços considerados essenciais à vida no ambiente urbano e estejam amparados pelo PDSP, é salutar frisar a obrigatoriedade com a elaboração de relatórios e de estudos de impacto diante da ocupação prévia de empreendimentos da construção civil em solo urbano barracoqueirense.

Demais pontos merecem destaque nesta análise. Concernente ao título VI ‘Do Meio Ambiente’, que visa à boa qualidade de vida da população e à proteção do meio ambiente, dentre os objetivos fixados, quatro chamam a atenção (conservar a cobertura vegetal, incentivar e proteger a arborização pública, proteger o solo e o ar, e controlar atividades poluidoras), não só pelo teor de aparente preocupação com o ambiente ‘ecologicamente equilibrado’, mas pela contradição evidenciada por meio da ausência de políticas públicas que façam cumprir o contido no dispositivo legal. Escassas são as leis aprovadas ou, até mesmo, projetos elaborados ou em execução que coloquem em prática tais objetivos.

No segundo semestre de 2009, por intermédio da Lei n.º 560, promulgada em 21 de setembro, foi criada a Coordenadoria de Defesa Civil com a finalidade de coordenar, ao nível municipal, todas as ações de normalidade e anormalidade diante de situações de desastre, de emergência ou de calamidade pública que viessem a atingir os habitantes locais.

Entre 2010 e 2013 não foram promulgadas novas leis de caráter socioambiental destinadas ao município. Somente em 2014 houve, por meio da lei n.º 876/2014, a criação de uma comissão permanente para a análise, o estudo, a fiscalização e a intervenção diante da existência de moradias e de construções irregulares em áreas de preservação permanente em Barra dos Coqueiros.

Em 2015, com o intuito de assegurar a qualidade de vida da população e a salubridade do meio ambiente urbano, a gestão governamental de Barra dos Coqueiros instituiu o Plano Municipal de Saneamento Básico, aprovado mediante a Lei n.º 815, em 14

de agosto, regulamentando o planejamento e a execução das ações, além das obras de saneamento em seu território, universalizando o acesso dos serviços de água, de esgotamento sanitário, de limpeza urbana e de drenagem das águas pluviais, principalmente à população de maior vulnerabilidade socioeconômica.

O Plano estabelece que em um prazo de vinte anos, seria avaliado anualmente e revisado a cada quatro anos. Atrelada à lei anterior, foi promulgado o dispositivo 822/2015, em 28 de outubro, que firma convênio de cooperação com o governo estadual (Sergipe) para estabelecer a gestão associada dos serviços de saneamento básico (incluindo abastecimento de água e esgotamento sanitário) por meio de contrato com a Companhia de Saneamento do Estado de Sergipe (DESO).

Durante o período relacionado aos anos de 2016, e de 2018 a 2020 não foram criados projetos ou programas que tivessem como direcionamento o meio ambiente, ao nível municipal. É importante frisar que em 2020 a espécie humana vivenciava uma crise sanitária global diante da exposição ao vírus SARS-CoV-2 que resultou na pandemia de covid-19. Em decorrência de tal conjuntura, não houve promulgação de leis no cenário barracoqueirense.

Mediante a lei n.º 1024, datada de 10 de março de 2021, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) passa a expedir, a fiscalizar e a renovar licenças ambientais em âmbito local, e por período determinado, aos empreendimentos e às atividades que viessem a causar potencial degradação ou dano ambiental, provocando risco de acidente. Com esse instrumento legal, caso haja descumprimento por parte de algum empreendimento ou atividade em não solicitar o licenciamento ou a renovação da licença, a SEMA aplicaria multas como punição.

No ano seguinte, já em 2022, a lei n.º 1089, sancionada em 10 de maio daquele ano, instituiu o programa de incentivo à implantação de hortas comunitárias e familiares urbanas, com finalidade social, destinada ao cultivo de hortaliças, de legumes, de plantas medicinais e para a floricultura e do paisagismo no âmbito do município. Nesse contexto, as hortas comunitárias ofereceriam benefícios nutricionais, fomentariam a economia local e incentivariam práticas sustentáveis, além de proporcionar geração de renda e de alimentação mais saudável para as famílias, sendo organizadas por associações de moradores ou por entidades sociais, com a participação ativa da comunidade. Em Barra dos Coqueiros, houve uma indicação de estudo prévio para avaliar a possibilidade de instalar hortas comunitárias

também em espaços ociosos nas instituições escolares, não se restringindo aos ambientes externos dos bairros. A informação da SEMA é que existe apenas uma horta comunitária localizada na Ocupação Vitória da Ilha, área ocupada por integrantes do Movimento dos Trabalhadores Urbanos (MOTU).

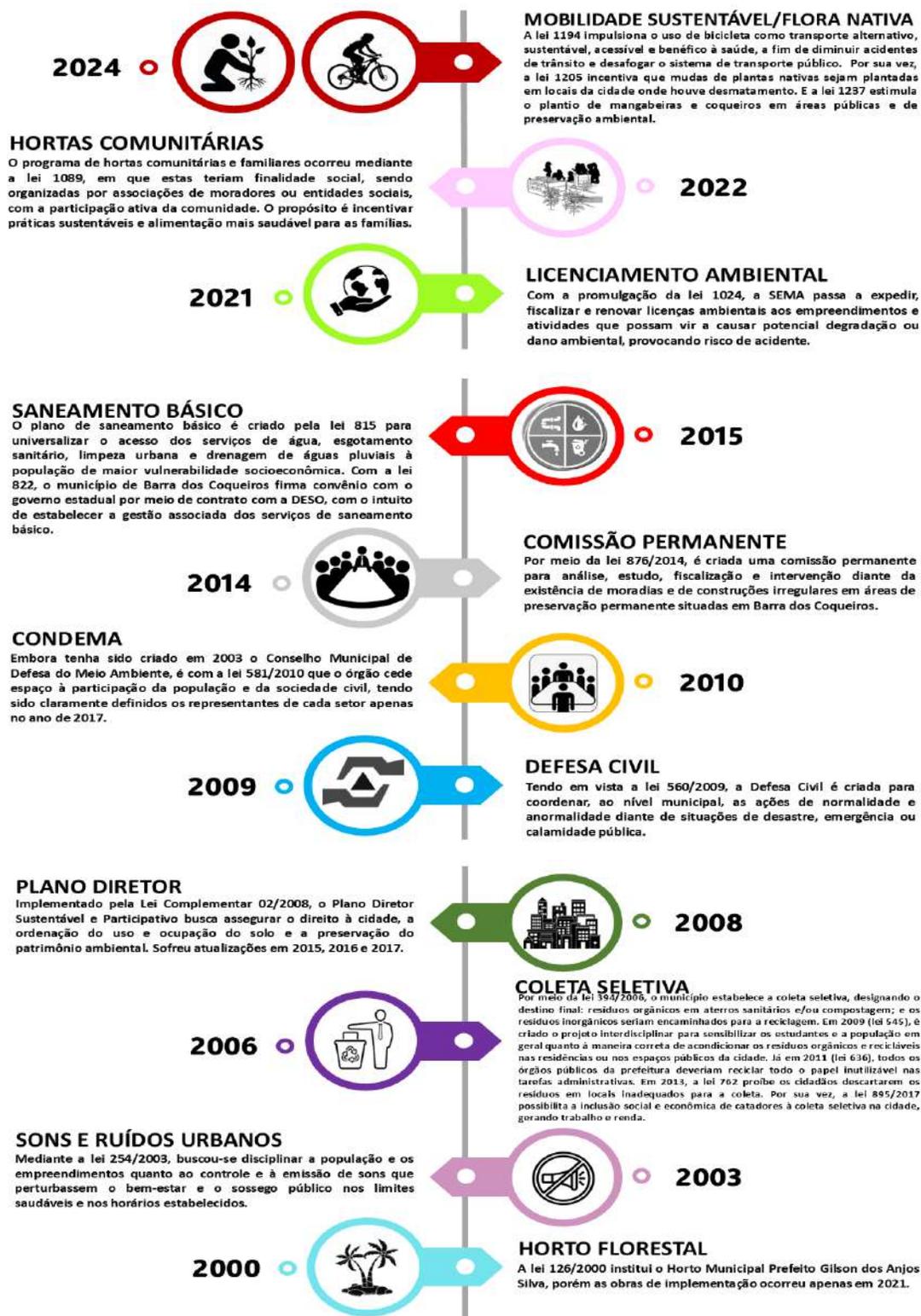
Em 2023 não foram criados projetos ou programas que tivessem como direcionamento o meio ambiente. Porém, no ano seguinte, em 2024, algumas leis incrementaram o repertório de dispositivos legais, de caráter socioambiental, ao domínio municipal. A primeira delas refere-se à lei n.º 1194/2024, que institui a Política de Mobilidade Sustentável e de incentivos ao uso da bicicleta como modalidade de transporte alternativo, eficiente, sustentável do ponto de vista ambiental, acessível à sociedade e benéfico para a saúde pública, haja vista que o uso contribui para a diminuição da emissão de gases poluentes, para a desobstrução das vias públicas, para a diminuição de acidentes de trânsito e para o desafogamento dos sistemas de transporte público.

Ainda em 2024, a lei n.º 1205/2024 assegura outra ação, de natureza ambiental, para o município, por meio do projeto Plante Uma Árvore. O intuito é distribuir mudas nativas para a população, a fim de que sejam plantadas em locais do município onde houve grandes perdas da flora. Assim, o município contribui para promover a conservação das árvores e das florestas, tendo em vista que o desconforto térmico sentido pelos habitantes tem sido ocasionado, em parte, devido ao desmatamento.

Promulgada em 29 de outubro de 2024, a lei n.º 1237 mantém o viés da preservação e da manutenção das espécies nativas em território barracoqueirense, ao estimular o plantio de mangabeiras e de coqueiros em áreas públicas e de preservação ambiental, bem como incentivar e apoiar a recuperação de áreas degradadas onde há a ocorrência natural dessas espécies; estabelecer parcerias com entidades privadas, com ONGs e com universidades para o desenvolvimento de pesquisas e de ações de preservação das espécies nativas; bem como promover campanhas educativas que sensibilizem a população quanto à conservação.

O infográfico (figura 38), esquematiza, sob a forma de linha do tempo, os instrumentos legais (aprovados pela Câmara Municipal de Barra dos Coqueiros e promulgados pelos prefeitos que gerenciavam a cidade, à época) em que foram pautadas ações de relevância socioambiental, no período que se estende entre os anos 2000 e 2024.

Figura 38 – Linha do tempo evidenciando as políticas de caráter socioambiental em Barra dos Coqueiros/SE.



Elaborado pelo autor (2025).

Tendo em vista que os dispositivos legais e as leis complementares foram apresentadas nos parágrafos anteriores, ainda se integram à análise das proposituras de planejamento geoambiental em território barracoqueirense as atas produzidas pela Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Tal comissão, formada em 2021, e composta por três vereadores em efetivo exercício do mandato, foi criada com a finalidade de fiscalizar os projetos, os programas e as ações implementadas na cidade contendo pautas direcionadas ao meio ambiente sob o domínio da gestão municipal.

Sendo assim, aos 13 de maio de 2021 deliberou-se que a comissão seria reunida semanalmente para discutir os projetos de lei aprovados na Câmara Municipal e seguir a fiscalização após posterior implementação. Naquele ano, a Comissão se reuniu para averiguar a situação do licenciamento ambiental municipal. Em 2022, no ano seguinte à instauração da comissão, não houve projetos de caráter socioambiental apresentados à Câmara Municipal, situação que contribuiu para que não houvesse reuniões entre os representantes da comissão. Portanto, não houve registro de atas em 2022 haja vista a ausência de reuniões.

Em 2023, a Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável voltou a se reunir em catorze momentos e em apenas um deles (02/07/2003) dedicou atenção exclusiva à temática climática e às repercussões associadas aos eventos, quando foi discutido acerca dos eventos extremos de chuvas e os impactos decorrentes que ocorreram na Rua C, do bairro Moisés Gomes. No entanto, em outras três reuniões (30/03/2023, 31/03/2023 e 30/11/2023) foram consideradas pautas socioambientais que reverberam na dinâmica climática, a exemplo do reflorestamento do Horto Municipal Prefeito Gilson dos Anjos Silva, bem como da revitalização de áreas de manguezais nas adjacências dos rios Pomonga e Parnamirim, além do corte de árvores até então existentes na Avenida Oceânica, impactando negativamente na qualidade do ar, no fornecimento de sombra e, conseqüentemente, no conforto térmico, pois haveria retenção de calor pelo asfalto e pelas residências, possibilitando aumento na temperatura da localidade.

Ao longo do ano de 2024, houve doze reuniões confirmadas pela Comissão de Meio Ambiente. Dessas, em apenas uma houve menção à temática relacionada ao clima urbano. Tal reunião ocorreu em 29 de maio para discutir os impactos das chuvas extremas, com repercussão às estruturas dos ambientes escolares, bem como à quantidade de pontos de

alagamentos decorrentes do volume pluvial excessivo e de falhas na rede de microdrenagem. Em outras três reuniões foram destacadas pautas no que tange à arborização. No dia 29 de fevereiro ressaltou-se a importância de reflorestar a cidade com mudas nativas, a fim de contribuir com a redução do desconforto térmico. Aos vinte e cinco de junho mais uma vez a Prefeitura, possivelmente, cometeu crime ambiental quando retirou árvores em várias localidades da cidade, sendo que elas apresentam valor imaterial e importância socioambiental à população. Arelada à temática, a comissão avaliou a necessidade de discutir mecanismos e ações que combatessem o desmatamento em áreas nativas de mangabeiras e de coqueiros, haja vista as crescentes obras de infraestruturas motivadas pelo urbanismo local.

Embora seja uma das diretrizes do Plano Diretor “prevenir problemas decorrentes da urbanização, de forma a evitar ou restringir os impactos futuros sobre o desenvolvimento urbano e ambiental” (PDSP, art. 16º. Inciso IV, 2008), o PDSP de Barra dos Coqueiros em seus objetivos pouco contempla aspectos direcionados à variabilidade climática da cidade. O título VI, no art. 139 do PDSP que se refere ao meio ambiente, não aponta enquanto um dos seus objetivos cooperar com medidas mitigadoras e/ou adaptativas para evitar ou minimizar os efeitos esperados ou reais decorrentes dos eventos extremos do clima, inclusive no que tange ao desconforto térmico.

De maneira indireta, os objetivos contidos no Plano Diretor fazem ressalvas ao incentivo à arborização pública, bem como à proteção do ar, mas não citam os interesses motivacionais para que tais objetivos sejam cumpridos. Mesmo que tais objetivos relacionem-se à preocupação com os efeitos dos fenômenos atmosféricos ilhas de calor/desconforto térmico e a poluição que impacta na qualidade do ar respirável, respectivamente, não está explícito que tais objetivos remetam à mitigação dos fatores antropogênicos que favorecem ou ditam as mudanças na dinâmica climática urbana local.

Por sua vez, o art. 140 do PDSP dispõe de dezessete diretrizes concernentes ao meio ambiente, mas em nenhuma delas é possível encontrar designação clara e direta ao enfrentamento dos efeitos decorrentes do clima urbano, tampouco à promoção de políticas públicas que fazem referências às condições climáticas advindas do processo de urbanização. Nas diretrizes atinentes à arborização, é possível perceber certo interesse em delimitar espaços que apresentem potencialidades para se tornarem áreas verdes, viabilizar a

arborização dos logradouros públicos, garantir a preservação da cobertura vegetal, recuperar e manter as áreas verdes, implementando novos parques e novas praças, assegurando a proporção mínima de 12m² de área verde por habitante. De certo modo, se colocadas em prática, tais ações contribuiriam, positivamente, para a redução da sensação de desconforto térmico urbano na área de estudo.

Até o momento verificam-se que ações pontuais, de relevância socioambiental, foram desenvolvidas ao longo das duas últimas décadas (2000-2024) em Barra dos Coqueiros. No entanto, escassas foram as ações implementadas que atribuíam pertinência às questões climáticas, direta ou indiretamente. Inclusive no título VIII do PSDP, em seu artigo 159, que trata dos investimentos prioritários do município, não há sequer nenhuma menção demonstrando preocupação ou interesse em tornar prioridade políticas destinadas ao enfrentamento dos efeitos adversos do clima urbano à população.

Haja vista que o PDU precisa ser submetido à constantes atualizações, em média a cada dez anos, a fim de que se adeque às demandas locais, ressalta-se a necessidade de revisar o PDSP municipal, pois as últimas revisões ocorreram em 2015, em 2016 e em 2017, mas em nenhuma delas houve apreciação de temáticas socioambientais, o que se torna preocupante diante dos impactos associados ao adensamento urbano e do aglomerado populacional em que a cidade de Barra dos Coqueiros está se tornando.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente informou não ter projeto de revisão ou atualização a ser inserido, posteriormente, ao PDU direcionado aos aspectos ambientais, tampouco há sequer alguma previsão. Informou, também, que não existe em fase de elaboração algum plano, projeto ou programa que elenque aspectos do clima urbano, principalmente no que diz respeito aos riscos e aos impactos decorrentes do desconforto térmico.

Diante desse contexto, percebeu-se significativo apreciar os planos diretores de cidades nordestinas de pequeno porte populacional, à semelhança da cidade costeira de Barra dos Coqueiros, que apresentassem ações mitigadoras e/ou adaptativas relacionadas ao clima urbano, de modo a serem pensadas proposições que pudessem ser integradas ao PDSP barracoqueirense, atualizando-o para atender às demandas socioambientais, mais especificamente quanto ao canal de percepção termodinâmico. Assim, procedeu-se.

Com o auxílio da lista de municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira brasileira, divulgados no ano de 2018 pelo Ministério do Meio Ambiente, mas considerando apenas as cidades litorâneas nordestinas, foi realizada busca na plataforma do IBGE Cidades com o intuito de selecionar apenas aquelas de pequeno porte populacional (com até 50 mil habitantes) análogas à Barra dos Coqueiros. Como a área de estudo apresenta população estimada em 44.384 habitantes (IBGE, 2024), utilizou-se como critério para a seleção de tais cidades, aquelas que houvesse população variando entre 40 e 50 mil habitantes. Em seguida, foram acessadas as *homepages* das prefeituras ou das câmaras municipais com o desígnio de obter os arquivos dos planos diretores para prosseguir com a posterior análise.

Após busca realizada, conforme os critérios adotados previamente, o quadro a seguir apresenta os resultados, tendo sido estes organizados de maneira relacional. No quadro 14 constam as cidades nordestinas vinculadas aos respectivos estados, bem como o período da última atualização do Plano Diretor Urbano, além de informar se cada um dos dispositivos legais apresenta diretrizes destinadas ao clima urbano, e, ainda, se apontam medidas mitigadoras ou adaptativas direcionadas ao subsistema termodinâmico.

Quadro 14 – Relação de cidades litorâneas nordestinas comparáveis à Barra dos Coqueiros/SE.

Estado nordestino	Cidade e população (estimada pelo IBGE, 2024)	Plano Diretor Urbano (PDU)		
		Ano da última atualização do PDU	Possui diretrizes para o clima urbano?	Possui medidas mitigadoras ou adaptativas voltadas ao campo termodinâmico?
BAHIA	Mata de São João (44.839 hab.)	2023	Não há.	Não há.
	Mucuri (40.005 hab.)	2010	Não há.	Não há.
	Nova Viçosa (41.551 hab.)	2006	Não há.	Não há.
	Vera Cruz (44.978 hab.)	2021	Não há.	Parcialmente.
CEARÁ	Amontada (44.342 hab.)	2010	Não há.	Não há.
	Itarema (45.465 hab.)	2023	Parcialmente.	Parcialmente.
	Paracuru (41.447 hab.)	2017	Parcialmente.	Não há.
MARANHÃO	Araioses (40.278 hab.)	Não há PDU disponível na web.	—	—
PERNAMBUCO	Barreiros (42.056 hab.)	2007	Não há.	Não há.

Elaborado pelo autor (2025).

Com base nos dados evidenciados no quadro 13, os estados de Alagoas, da Paraíba, do Piauí, do Rio Grande do Norte e de Sergipe não apresentaram sequer uma cidade que se encaixasse nos critérios de seleção para que os planos diretores urbanos fossem analisados: i) cidade litorânea nordestina; e ii) dispusesse de população estimada entre 40 e 50 mil habitantes. Ao todo, foram selecionadas nove cidades, dispostas da seguinte maneira: quatro cidades no estado da Bahia, três cidades no estado do Ceará, uma cidade no Maranhão e uma cidade em Pernambuco.

Ainda de acordo com o quadro, deduz-se que apenas em três delas houve atualização recente nos planos diretores urbanos. Foram elas Mata de São João/BA em 2023, Itarema/CE em 2023 e Vera Cruz/BA em 2021. Em quatro das cidades (Nova Viçosa/BA – 2006, Barreiros/PE – 2007, Mucuri/BA – 2010 e Amontada/CE – 2010) percebe-se que a última revisão no Plano Diretor municipal ocorreu há mais de quinze anos, contrariando a indicação do Ministério das Cidades que estabelece o período de dez anos entre uma revisão e outra do Plano Diretor. O município de Paracuru/CE teve sua última revisão do PDU em 2017, portanto, mantém-se no prazo legal para estabelecer nova atualização. A cidade maranhense Araíoses não dispunha do instrumento legal disponível nem no *site* da prefeitura e nem no da câmara municipal.

Após a obtenção dos Planos Diretores de oito entre as nove cidades selecionadas, seguiu-se à análise de tais dispositivos legais. Ficou constatado que nos planos de seis delas (Mata de São João/BA, Mucuri/BA, Nova Viçosa/BA, Vera Cruz/BA, Amontada/CE e Barreiros/PE) não foram definidas diretrizes voltadas ao clima urbano. Em Nova Viçosa, por exemplo, não havia sequer uma seção exclusiva para tratar das questões ambientais. Apenas nos planos diretores das cidades cearenses Itarema e Pararucu havia diretrizes que demonstravam preocupação com a variabilidade climática desencadeada por fatores antropogênicos.

Concernente à existência de medidas mitigadoras ou adaptativas descritas no texto dos PDUs que fossem direcionadas ao desconforto térmico sentido pela população, em seis das oito cidades analisadas não havia alusão ao fato-problema. Cabe aqui ressaltar que no PDU de Itarema/CE e no de Vera Cruz/BA, indiretamente, a medida mitigadora e adaptativa apontada para amenizar o desconforto térmico seria a arborização de espaços públicos com espécies nativas, privilegiando, também, o aspecto paisagístico.

Tendo em vista que os Planos Diretores Urbanos das oito cidades analisadas não apontavam preocupação ou necessidade de criar aparatos legais para dirimir os efeitos esperados ou reais do clima urbano sobre suas populações, percebeu-se que tais instrumentos pouco teriam a contribuir na resolução do desconforto térmico para a realidade da área de estudo.

Considerando tal contexto, Concatto e Moraes (2018) são certos quando inferem acerca da ineficácia histórica dos gerenciamentos urbanos na maior parte das cidades brasileiras diante da vulnerabilidade aos desastres ambientais. E tal impasse é resultante de um processo histórico de conflitos de poder em que a lógica do mercado imobiliário privilegia as classes de média e de alta renda com a ocupação de áreas dotadas de melhor infraestrutura.

Mesmo com a implementação da Lei Federal 10257/2001, mais conhecida como Estatuto da Cidade, ainda é ínfima a promoção de gestões urbanas integradas e participativas para lidar com as prioridades de cunho ambiental no planejamento, na construção e na gestão do espaço citadino; há certa resistência em priorizar a questão ambiental nos planejamentos urbanos e tal atitude dificulta promover a resiliência das cidades aos riscos ambientais, inclusive aqueles relacionados ao clima urbano.

Portanto, os Planos Diretores Participativos deveriam se adaptar, ampliando o foco na mitigação dos riscos socioambientais, na redução da desigualdade socioeconômica, bem como na promoção de estratégias resilientes, a fim de requalificar as cidades, tornando-as seguras e felizes, proporcionando qualidade de vida para os seus habitantes, como apontam os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) na figura 39 e que tem como foco central o objetivo 13: promover ações contra a mudança global do clima.

Tal figura relaciona os impactos que mudanças nas condições climáticas em escala global podem reverberar a cada um dos dezessete objetivos do desenvolvimento sustentável, corroborando que as prioridades e as aspirações idealizadas pela ONU (Organização das Nações Unidas) não sejam alcançadas, uma vez que tais impactos atingiriam sobremaneira a população com escassos recursos financeiros, pelo fato de ela também ser a mais exposta diante dos eventos extremos relacionados ao clima. Essa constatação vai na contramão do maior desafio global a ser superado para se alcançar o desenvolvimento sustentável

planetário: a erradicação da pobreza ou, até mesmo, a redução das desigualdades sociais em 50% até o ano de 2030.

Figura 39 - Infográfico contendo estratégias para combater a mudança global do clima, baseadas nos ODS.



Consolidado, adaptado e livremente traduzido por Elisa Badziari

Fonte: Plataforma de Ação pelo Clima do Pacto Global da ONU no Brasil (2022).

Diante da emergente realidade imposta por esses impactos, é necessário que ações políticas destinadas ao ordenamento territorial sejam prioridade nas agendas de governo, inclusive estejam nas pautas de discussões a fim de serem implementadas aos planejamentos urbanos, que devem seguir uma abordagem de estratégias integradas e soluções eficientes, construindo cidades resilientes (por meio de medidas mitigadoras e adaptativas) e sustentáveis, capazes de lidar com a redução dos gases do efeito estufa (GEE) e, consequentemente, com os efeitos e os riscos adversos da variabilidade climática. Ainda mais quando esses riscos se tornam iminentes e são projetados cenários que chamam a atenção dos governantes para a responsabilidade.

Diniz (2022) avalia, por meio do seu estudo, cenários em que a temperatura média no território brasileiro aumente no futuro próximo entre 1°C e 2,5 °C (2030-2050) bem como no futuro mais distante (2079-2099), entre 1,5°C e 5,8 °C, tendo como referência o período

analisado (1996-2016). Resultante do aumento esperado da temperatura média, projeta-se que a mortalidade por doenças cardiovasculares em pessoas idosas (a partir de 60 anos) associadas a ondas de calor aumente entre 300% e 757% no futuro próximo (2030-2050) e 242% e 1.257% no futuro distante (2079-2099). E sem contar nos possíveis riscos associados à escassez de água no ambiente urbano.

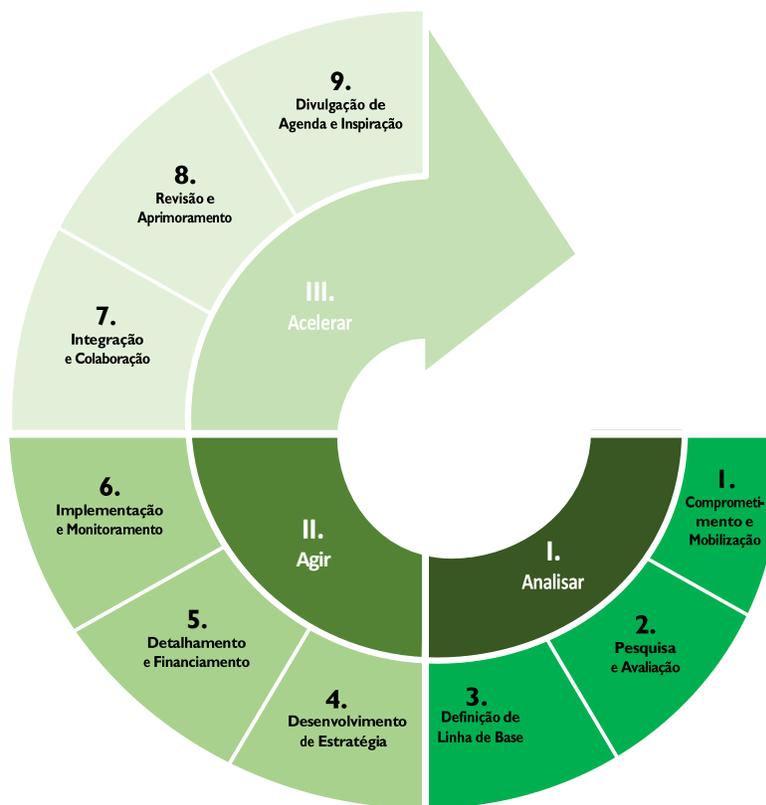
Assumir o compromisso com a agenda climática, mobilizando e capacitando tecnicamente os diferentes agentes (secretarias municipais, ONGs, empresas, cidadãos), promovendo parcerias de trabalho com a comunidade e engajando diferentes públicos são critérios relevantes para alavancar o sucesso do processo de incorporar a questão climática ao planejamento urbano, como sugere o Guia de Ação Local pelo Clima (2016).

No entanto, este não é o único passo a ser seguido pelas gestões públicas municipais no que concerne à implementação da agenda climática, que precisa estar conectada com a legislação municipal, no intuito de mapear as sinergias e os conflitos existentes, identificando os pontos fortes e frágeis dos recursos pessoais e estruturais do município para que seja possível executar todo o processo de implantar estratégias de enfrentamento às variabilidades climáticas, sendo pautado na metodologia *GreenClimateCities* (GCC), do ICLEI (*International Council for Local Environmental Initiatives*), formuladas com nove passos que podem ser executados ao longo de dois a três anos, a depender do engajamento dos gestores, das condições técnicas, do apoio político e da mobilização de parceiros.

Essa metodologia, ancorada em três grandes fases (ver figura 40), pretende contribuir para aprimorar a capacidade institucional do município em promover o desenvolvimento urbano pautado na baixa emissão de carbono para a atmosfera, tornando-se exemplo de cidade resiliente e possibilitando os resultados serem mensurados, reportados e verificados, prestando transparência e demonstrando confiabilidade à comunidade ou às instituições financiadoras. Ou até mesmo para angariar recursos financeiros para manter o projeto em funcionamento até que sejam concluídas todas as etapas de implementação.

No Brasil, tal metodologia vem logrando êxito nas cidades de Curitiba/PR, Rio de Janeiro/RJ, São Paulo/SP, Salvador/BA, Recife/PE, Fortaleza/CE, enquanto outras cidades, a exemplo de Palmas/TO e Belo Horizonte/MG, permanecem engajadas na construção dos Planos de Ação Climática Local, ao passo que implementam ações pontuais de mitigação e de adaptação às variabilidades climáticas.

Figura 40 – Metodologia *GreenClimateCities* (GCC).



Fonte: ICLEI (2016). Org.: O autor (2025).

A metodologia GCC pode ser adotada como uma possibilidade de lidar com os potenciais impactos do clima sobre o ambiente urbano. Mas não é a única, pois há diversas metodologias a serem replicadas, envolvendo medidas de mitigação e de adaptação. Cabe aqui ressaltar que as medidas mitigadoras consistem em evitar, ou ao menos reduzir, a intensidade da mudança/variabilidade climática, enquanto as medidas adaptativas destinam-se à redução dos impactos decorrentes. Para que sejam replicadas e surtam resultados positivos são necessários ajustes aos sistemas socioeconômicos (humanos) e socioambientais (naturais) que interferem na dinâmica populacional urbana, afetando a vulnerabilidade e a exposição dos habitantes aos potenciais riscos (Smit e Pilifosova, 2003).

Portanto não é algo fácil de ser implementado, principalmente em cidades do Sul global carentes em recursos financeiros e que necessitam de investimentos em infraestrutura de suporte para promoverem um planejamento bioclimático urbano eficaz. Ainda mais quando as mudanças decorrentes do clima urbano se somam aos outros desafios já existentes nos planejamentos das cidades e que necessitam ser superados ou melhorados, como nos

serviços de distribuição de água, de tratamento de esgoto, na oferta de transporte coletivo sustentável, na ampliação na qualidade da rede de saúde pública e de oportunidades de lazer etc (Cerezini e Castro, 2024).

Sendo assim, diante de tantos desafios a serem superados pelas cidades, inclusive quanto à redução dos impactos decorrentes da variabilidade climática, há urgência em serem elaborados princípios, objetivos, diretrizes e estratégias que poderão nortear a confecção ou a revisão de um PDU revestido de abordagem sustentável e resiliente a ser aplicado ao ordenamento territorial.

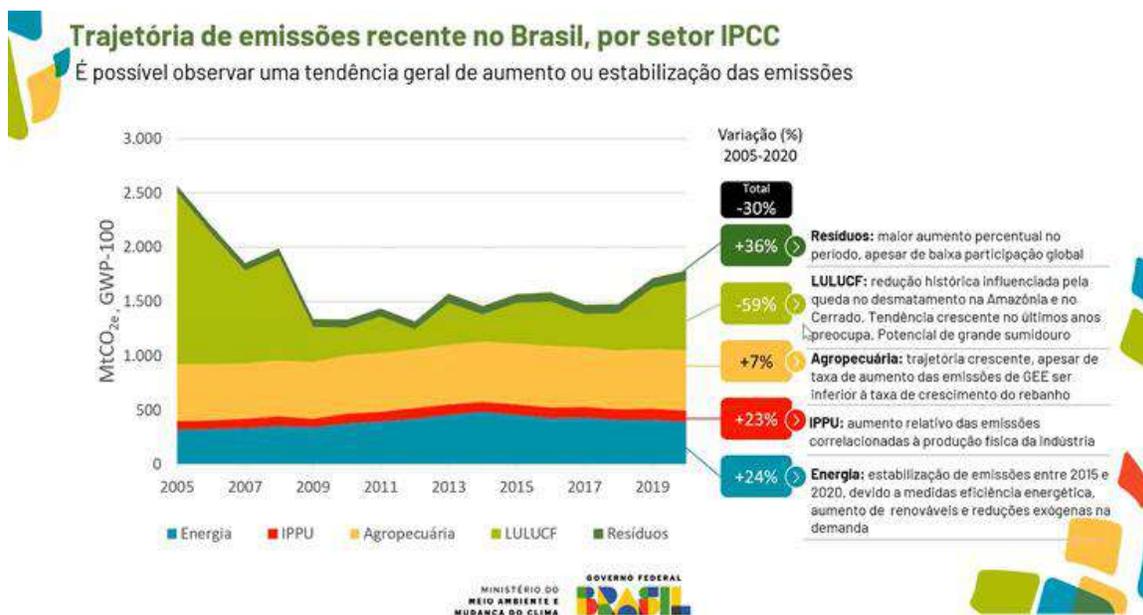
Com base no raciocínio de Bhering e Moraes (2019), é preciso que a norma jurídica do PDU esteja alinhada às necessidades relativas à dinâmica urbana local. Tal norma jurídica precisa estar em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e com o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (2009), sobremaneira com o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (2016), também com o Guia de Ação Local pelo Clima (2016), com respaldo nos relatórios divulgados pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC). Desta maneira, será possível orientar o crescimento urbano incorporando a agenda climática no planejamento.

Embora o Brasil não tenha obrigações de limitar ou reduzir as emissões dos GEE¹⁴, de acordo com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) realizada em 1992 e ratificada pelo Protocolo de Quioto, em 1997, que obriga os países industrializados a reduzirem ou limitarem a emissão, ainda assim o país não se omite em contribuir com atitudes concretas na luta contra as mudanças climáticas.

Por exemplo, o gráfico 5 apresenta dados atuais acerca das emissões e das remoções de milhões de toneladas de carbono (CO₂) produzidas em território nacional. De acordo com gráfico, o setor de resíduos responde pela maior fatia das emissões brasileiras, seguida pelo setor de energia e da indústria. O gráfico aponta, na série histórica, significativa redução no desmatamento, o que contribuiu para a redução total de 30% nas emissões de CO₂ pelo setor de uso da terra.

¹⁴ De acordo com a CQNUMC (1992), os gases causadores do efeito estufa são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆). Também foram estimadas as emissões dos chamados gases de efeito estufa indireto, como os óxidos de nitrogênio (NO_x), o monóxido de carbono (CO) e outros compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOCs).

Gráfico 5 – Série histórica das emissões e remoções de CO₂ (em milhões de toneladas, por setor) no Brasil.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (2023).

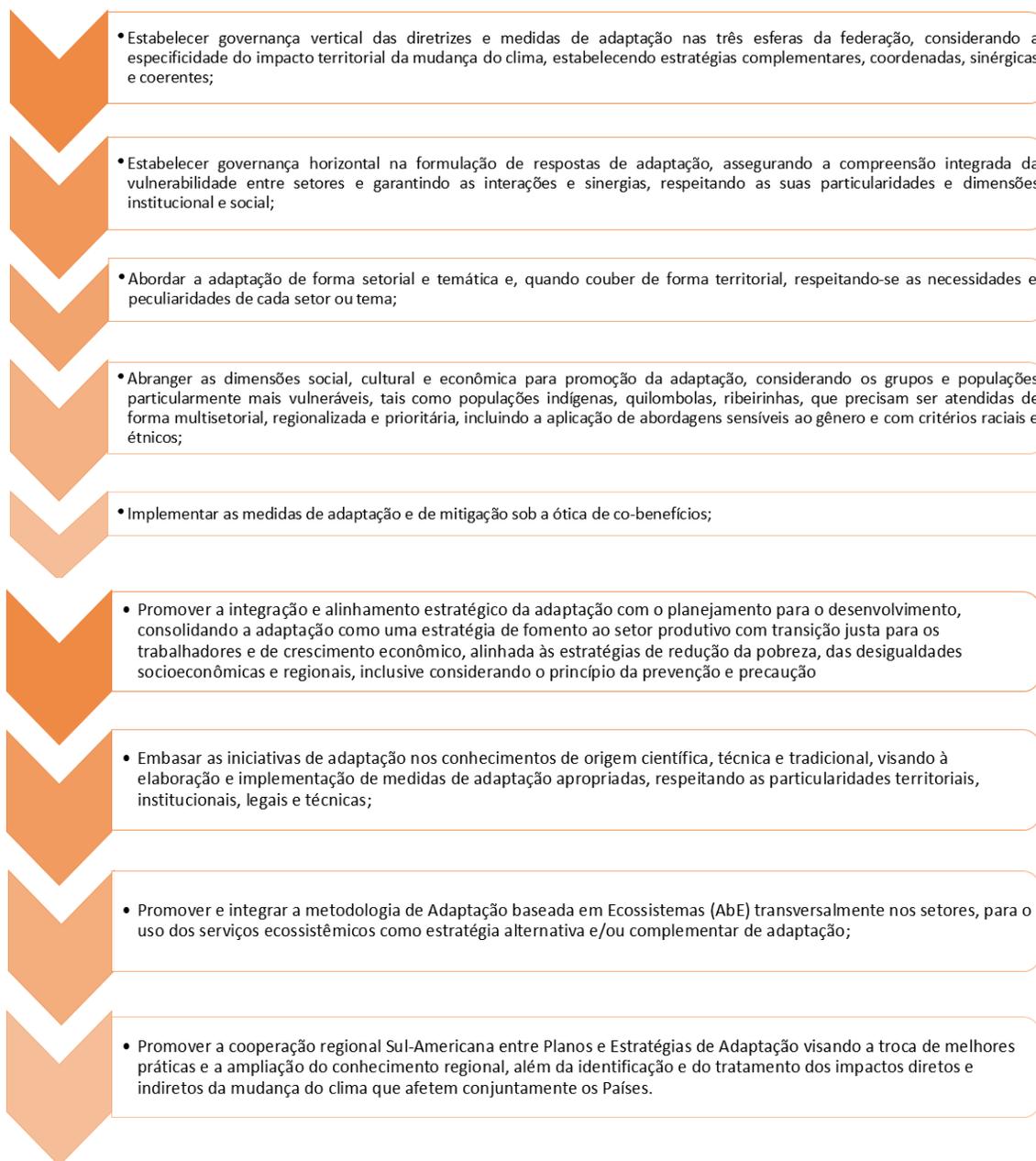
Nesse direcionamento, o governo brasileiro promulgou o decreto n.º 6.263/2007 a fim de implementar o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima visando a elaborar a Política Nacional sobre Mudança do Clima e, consequentemente, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

Tal plano foi a primeira tentativa de o Brasil empreender oportunidades de mitigação nos diversos setores, com o intuito de substituir tecnologias que reduzissem as emissões e aumentassem os sumidouros de carbono, inclusive mediante ações/programas concebidos ou implementados nos diversos setores desde os anos 2000 no arranjo espacial das grandes regiões geográficas, bem como o fortalecimento das instituições de pesquisa e de desenvolvimento científico situadas em território nacional, além de promover cooperações e financiamentos com órgãos internacionais, a fim de somar esforços quanto ao enfrentamento dos riscos oriundos da mudança climática nas escalas global, regional e local.

No entanto, é por intermédio do Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PNA), criado em 2016, em consonância com o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, a ser aplicado nas esferas federal, estadual e municipal, que o governo brasileiro empenha esforços na “promoção de ações cooperativas e coordenadas entre os diferentes setores e esferas de governo, os setores econômicos e a sociedade civil, de modo a garantir a

integração e a coerência de políticas públicas que contribuam para a redução dos efeitos adversos da mudança do clima e para o desenvolvimento da resiliência climática” (PNA, 2016, p. 06). Nesse sentido, os princípios norteadores de tal política que devem embasar as estratégias de desenvolvimento nacional destinadas à redução da vulnerabilidade diante da mudança do clima estão especificados abaixo (figura 41).

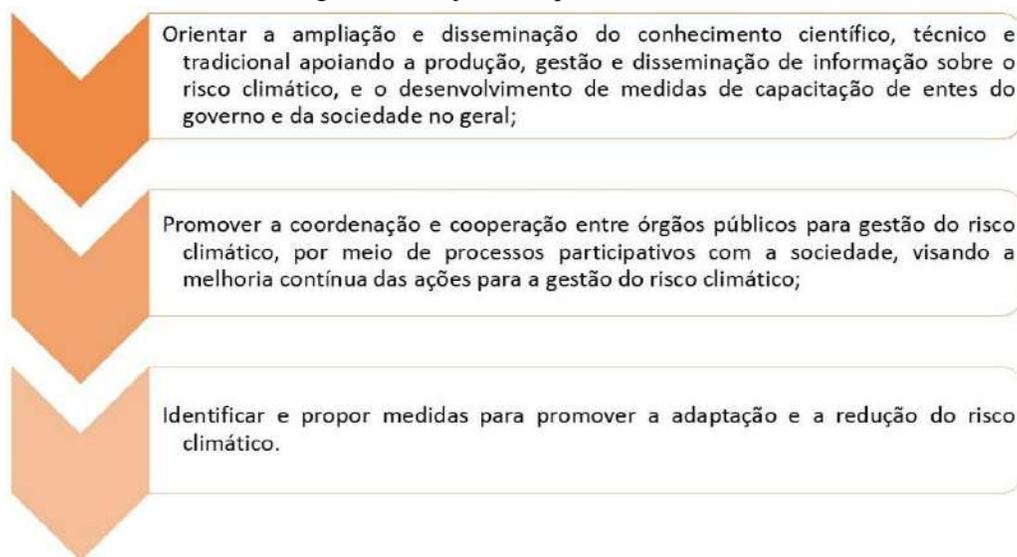
Figura 41 – Princípios norteadores do PNA.



Fonte: PNA (2016). Org.: O autor (2025).

O PNA (2016, p. 24) foi arquitetado para “orientar a proposição de diretrizes que contribuíssem para fortalecer o desenvolvimento nacional sustentável e ampliar a capacidade adaptativa dos setores e territórios que o englobam”. Assim, ao longo de todo o Plano foram pensadas estratégias para os onze recortes temáticos e setoriais¹⁵ da sociedade, com base nos objetivos específicos (figura 42), considerando a abordagem sistêmica “tanto na dimensão das vulnerabilidades e dos impactos, quanto na dimensão das respostas e das medidas adaptativas necessárias”.

Figura 42 – Objetivos específicos do PNA.



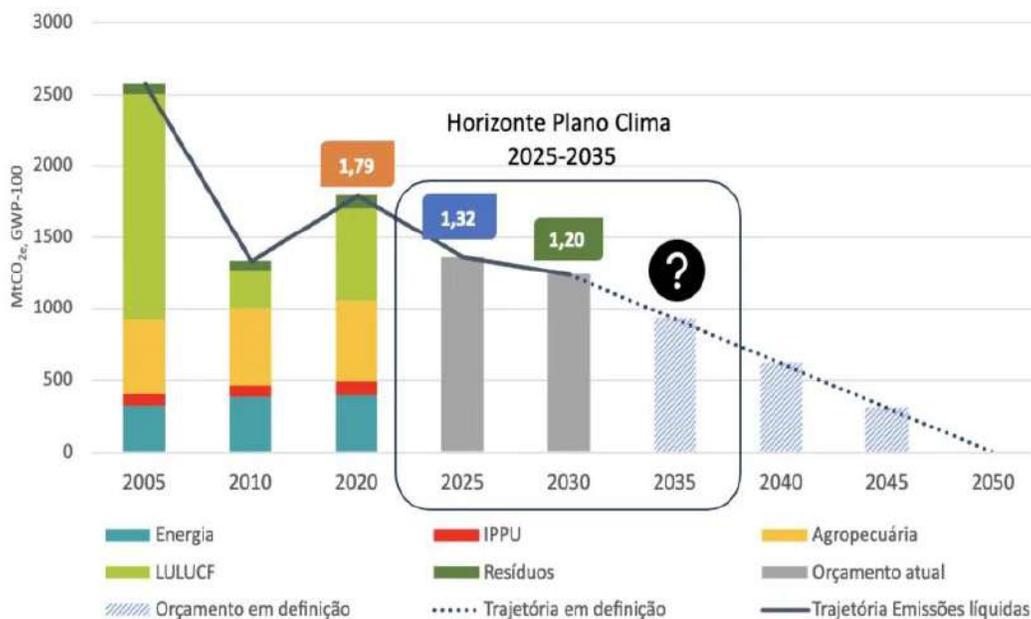
Fonte: PNA (2016). Org.: O autor (2025).

Assim, o PNA surge para estabelecer uma harmonia metodológica entre os entes federativos cujo propósito é que promovam medidas resilientes de maneira coordenada e cooperativa, baseadas na realidade local. A metodologia dos Planos de Adaptação Local deve conter a identificação dos impactos, a gestão do risco climático, a análise da vulnerabilidade, as opções de adaptação e o fornecimento de subsídios à elaboração, à implementação, ao monitoramento e à revisão, bem como apresentar as fontes de financiamento.

¹⁵ Os 11 setores e temas adotados pelo PNA: **Agricultura, Biodiversidade e Ecossistemas, Cidades, Desastres Naturais, Indústria e Mineração, Infraestrutura (Energia, Transportes e Mobilidade Urbana), Povos e Populações Vulneráveis, Recursos Hídricos, Saúde, Segurança Alimentar e Nutricional e Zonas Costeiras** foram definidos a partir de um amplo processo de discussão no âmbito do GEX-CIM, observando, além da determinação legal dos temas setoriais, critérios de divisão de competências no âmbito do Governo Federal, prioridades e urgências em relação às vulnerabilidades (PNA, 2016, p. 24.).

Por meio do gráfico 6, o governo federal apresenta projeções de redução significativa na emissão de CO₂ para o período 2025-2035 caso consiga aplicar eficazmente as medidas mitigatórias planejadas para os diversos setores da sociedade.

Gráfico 6 – Projeção de redução das emissões de CO₂ com a aplicação do Plano de Mitigação.



Fonte de dados: Estimativas Anuais de Emissões de GEE no Brasil - 6ª edição (MCTI, 2022).

IPPU = processos industriais e uso de produtos

LULUCF = uso da terra, mudança do uso da terra e florestas



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação - MCTI (2022).

No entanto, em 2023, o Instituto Talona fez um balanço acerca dos avanços e das lacunas existentes na Agenda de Mudanças Climáticas Brasileira. A figura 43 apresenta, na próxima página, um inventário de políticas públicas ainda não aprovadas ou não publicadas e aquelas já lançadas, reformuladas ou retomadas, visando à descarbonização no Brasil. Por sua vez, a figura 44, na sequência, apresenta um balanço dos avanços e das lacunas na agenda da mudança do clima no Brasil, em que há dezessete avanços consolidados, oito avanços em estágio inicial, quinze áreas ou setores sem progresso algum e uma área com retrocesso para o período analisado.

Figura 44 – O Estado da política climática no Brasil.

	POLÍTICA PÚBLICA	ÓRGÃOS ENVOLVIDOS	NOSSA AVALIAÇÃO	FASE NO CICLO DA POLÍTICA PÚBLICA
INSTRUMENTOS DIRETOS PNMC*	ESTRATÉGIA DE LONGO PRAZO PARA NEUTRALIDADE CLIMÁTICA (NET ZERO)	Case Civil, MRE, MMA, MCTI, MME, outros	NÃO AVANÇOU	Em formulação
	NDC 2025-2030	Case Civil, MRE, MMA, MCTI, MME, outros	AVANÇOU	Em formulação
	GOVERNANÇA CLIMÁTICA	BCB, BNDES, MMA, MF, CMN, Comitê de Finanças Sustentáveis	NÃO AVANÇOU	Em implementação
	FINANCIAMENTO CLIMÁTICO	BCB, BNDES, MMA, MF, CMN, Comitê de Finanças Sustentáveis, BNDES, MPO	AVANÇOU	Em implementação
	ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA	MMA, MCTI, MME, outros	NÃO AVANÇOU	Em formulação
	MONITORAMENTO E GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES	MIDR, MCTI, INMET, INPE, CENAD, ANA, CEMADEN	AVANÇOU POUCO	Em implementação
POLÍTICAS ESTRUTURANTES	EDUCAÇÃO	MEC, CEMADEN, MMA	NÃO AVANÇOU	Em formulação
	SAÚDE		NÃO AVANÇOU	Em formulação
	POLÍTICA EXTERNA	MRE	AVANÇOU	Em implementação
	POLÍTICA MONETÁRIA E FINANCEIRA	BCB, Secretaria do Tesouro Nacional, Ministério da Fazenda, CMN	AVANÇOU	Em implementação
	POLÍTICA TRIBUTÁRIA	MF, Congresso	AVANÇOU	Em formulação
	POLÍTICA FISCAL E ORÇAMENTÁRIA	MPO, MGI e pastas setoriais	AVANÇOU POUCO	Em formulação
	POLÍTICA DE DEFESA E SEGURANÇA NACIONAL	GSI, MD, Forças armadas, ABIN	NÃO AVANÇOU	Em formulação
	EMPREGO E TRABALHO	MTE	NÃO AVANÇOU	Em formulação
	INOVAÇÃO	MCTI	NÃO AVANÇOU	Em formulação
	NEGÓCIOS E EMPREENDEDORISMO	ME	NÃO AVANÇOU	Em formulação
	COMÉRCIO EXTERIOR	MDIC, MF, MMA	AVANÇOU	Em formulação
	IGUALDADE RACIAL	MIR, MMA	AVANÇOU POUCO	Em formulação
	DIREITOS INDÍGENAS	MPI	AVANÇOU	Em implementação
	GÊNERO	MMUL	NÃO AVANÇOU	Em formulação
POLÍTICAS SETORIAIS	AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO	MAPA, BCB, EMBRAPA	AVANÇOU POUCO	Em implementação
	AGRICULTURA FAMILIAR	MDA, MDS, MMA, Consea	AVANÇOU POUCO	Em formulação
	CONTROLE DO DESMATAMENTO	MMAMC	AVANÇOU	Em implementação
	OCEANO E PESCA	MPA, MMA, MD, Marinha	AVANÇOU	Em formulação
	COMBUSTÍVEIS	MME, MMA	AVANÇOU	Em formulação
	ENERGIAS RENOVÁVEIS	MME, MAPA, MDIC	AVANÇOU	Em implementação
	TRANSIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS	MME, MAPA, MDIC	NÃO AVANÇOU	Em formulação
	MINERAÇÃO	MME	NÃO AVANÇOU	Em implementação
	HABITAÇÃO SOCIAL	MCID	AVANÇOU	Em implementação
	PERIFERIAS E FAVELAS	MCID, MIR	AVANÇOU	Em formulação
	URBANIZAÇÃO	MCID	AVANÇOU POUCO	Em implementação
	ÁGUAS E SANEAMENTO	ANA, MCID, MMA, MCTI, INMET, INPE	AVANÇOU POUCO	Em implementação
	ECONOMIA CIRCULAR	IBAMA, MMA, MCID	NÃO AVANÇOU	Em implementação
	MOBILIDADE URBANA	MCID	AVANÇOU POUCO	Em formulação
	INDÚSTRIA	MDIC, MF	AVANÇOU	Em formulação
	AUTOMOTIVA	MDIC, BNDES	RETROCEDEU	Em formulação
	TRANSPORTE	MT	NÃO AVANÇOU	Em formulação
	TURISMO	MTUR	AVANÇOU	Em formulação
	OUTRAS POLÍTICAS	RELAÇÕES INSTITUCIONAIS	SRI, SG	AVANÇOU
DEFESA LEGAL		AGU	AVANÇOU	Em implementação

* Política Nacional sobre Mudança do Clima

Fonte: Instituto Talona (2023).

Para o contexto da cidade sergipana Barra dos Coqueiros, além da norma jurídica citada nos parágrafos anteriores, é preciso que a revisão no Plano Diretor Sustentável e Participativo esteja ancorada na Lei 9.364/2024 que institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de Sergipe (PEMC/SE), podendo ser auxiliada com medidas exitosas adotadas nos Planos Locais de Ação Climática das capitais nordestinas, haja vista que os PDUs das cidades litorâneas nordestinas de pequeno porte populacional comparadas a área de estudo pouco tiveram a contribuir com medidas de resiliência voltadas à redução dos gases do efeito estufa que reverberam na sensação de (des)conforto térmico.

A Política Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de Sergipe é recente; teve sua promulgação em janeiro/2024. Foi elaborada com base no PNA e estabelece ao longo das trinta e duas páginas princípios, objetivos, diretrizes, além de instrumentos e as estratégias de enfrentamento à mudança climática ao nível estadual para os diversos setores da sociedade, sem perder de vista o desenvolvimento socioeconômico aliado à sustentabilidade ambiental.

O objetivo não é discutir os pormenores de tal política, mas encontrar nela direcionamentos relevantes a uma possível revisão e reconstrução do PDU da Barra dos Coqueiros, na tentativa de que este instrumento ofereça suporte legal para executar, para mensurar e para fiscalizar estratégias de mitigação e de adaptação relativas aos efeitos adversos do clima urbano, em especial quando se trata do desconforto térmico.

Diante desse entendimento, o quadro 15, a seguir, aponta as estratégias mitigadoras e adaptativas apresentadas no PEMC/SE e o que precisa ser revisto ou incluído ao PDSP de Barra dos Coqueiros em cada setor da sociedade, a fim de que haja sinergia entre as políticas públicas, inclusive sugerindo ações adotadas pelas capitais nordestinas (Fortaleza, João Pessoa, Recife, Salvador e Teresina) em seus respectivos planos climáticos locais.

Quadro 15 – Sugestões de estratégias mitigadoras (por setor da sociedade) a serem assimiladas pelo PDSP de Barra dos Coqueiros.

SETOR DA SOCIEDADE	ESTRATÉGIAS DO PEMC/SE (LEI N.º 9.364/2024)	DIRETRIZES IMPLEMENTADAS DO PDSP DE BARRA DOS COQUEIROS (LEI N.º 02/2008) E ADEQUAÇÕES NECESSÁRIAS AO PEMC/SE	AÇÕES ADOTADAS NOS PLANOS DE AÇÃO CLIMÁTICA DAS CAPITAIS NORDESTINAS QUE PODEM NORTEAR O PDSP DE BARRA DOS COQUEIROS
CONSERVAÇÃO ENERGÉTICA	<ul style="list-style-type: none"> Desincentivar o uso de combustíveis fósseis; Diminuir emissão de CO₂ na geração de energia elétrica; Gerar energia por meio de fontes renováveis e sustentáveis, divulgando as já existentes; Capacitar profissionais para implementar as tecnologias sustentáveis; Estabelecer incentivos econômicos e linhas de crédito a quem gerar energias renováveis, inclusive aos pequenos e médios produtores; Reduzir a geração de metano (CH₄) em lixões; Fomentar a cadeia produtiva estadual de hidrogênio verde; Monitorar e controlar os efeitos da destruição do patrimônio paisagístico natural. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Expansão dos serviços de energia elétrica por fonte hidráulica; Instalação do Parque Eólico como fonte alternativa de energia; Instalação da Usina Termoelétrica movida a gás natural como fonte alternativa de energia. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> O município já cumpre a estratégia de gerar energia por meio de fontes renováveis e sustentáveis, porém precisa adequar o PDSP às demais estratégias pensadas no PEMC para o setor de conservação energética. 	<p>RECIFE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Produzir inventários e compensações de GEE a cada dois anos; Criar certificação de Sustentabilidade Ambiental para empreendimentos imobiliários que adotem medidas sustentáveis para diminuir a emissão de GEE e os impactos ambientais; Incentivar a substituição de combustíveis fósseis por renováveis. <p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desenvolver projetos de energia renovável em comunidades (quilombolas, indígenas ou periféricas). <p>FORTALEZA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar tecnologias de queima do metano em estações de tratamento de esgoto (ETEs).
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> Desestimular o uso de veículos de transporte individual movidos por combustíveis fósseis; Estabelecer campanhas de sensibilização a respeito dos impactos no uso de veículos automotores e transporte individual; Estimular a diversificação e integração entre sistemas modais, principalmente daqueles com menor potencial poluidor e emissor de GEE; Implantar campanhas de atração de usuários de automóveis para a utilização de transporte coletivo; Melhorar as condições de mobilidade nas áreas afetadas por polos geradores de tráfego; Avaliar as emissões dos diferentes setores de transporte; Promover a expansão das medidas de controle de desempenho de emissões na frota atual e futura em Sergipe. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estímulo ao transporte coletivo em detrimento do transporte particular, embora ainda seja movido por combustíveis fósseis; Incentivo ao uso de bicicletas como transporte alternativo e não-poluinte, embora só exista ciclovia na Ponte Aracaju-Barra. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> O município já cumpre duas das estratégias, mas precisa adequar o PDSP às demais estratégias pensadas no PEMC para o setor de transporte/mobilidade urbana. 	<p>RECIFE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Incentivar o uso de combustíveis renováveis; Reduzir o percentual de transporte individual motorizado, priorizando a mobilidade ativa (a pé ou à bicicleta) e de baixo carbono; Implementar o sistema compartilhado de bicicletas, ampliando para áreas periféricas; Arborizar ciclovias para proporcionar sombreamento. <p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementação da rede de abastecimento para veículos elétricos; Revitalizar e requalificar calçadas, melhorando as condições de uso para o pedestre. <p>FORTALEZA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desenvolver políticas de incentivo à redução da necessidade de deslocamentos de pessoas ao trabalho e uso de horários flexíveis ou teletrabalho. <p>JOÃO PESSOA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilização de bicicleta para deslocamentos diários ao trabalho ou estudo. <p>TEERESINA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Promover a educação no trânsito; Aumentar a luminosidade nas calçadas.

<p>INDUSTRIAL E DE MINERAÇÃO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover ações para reduzir emissões de metano dos rejeitos industriais, mediante processos de reciclagem, compostagem, captação e queima de biogás em aterros; • Promover medidas para a redução e gradual eliminação das emissões de hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), perfluorocarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF6); • Realizar e publicar, periodicamente, inventários corporativos; • Estimular as indústrias a participarem dos mercados de carbono; • Investir e incrementar a tecnologia do controle da poluição nos diferentes setores produtivos; • Investir em novas tecnologias menos poluentes; • Introduzir a responsabilidade pós-consumo de produtores; • Minimizar o consumo, promoção da reutilização, coleta seletiva e reciclagem de materiais. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Embora existam atividades industriais (de transformação e de alimentos) e de mineração (extração de minerais usados na construção civil) no município, o PDSP não apresenta diretrizes voltadas a este setor, exceto quando se reporta “à ampliação das atividades agroindustriais” (§ II, art. 7, cap. III). <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O município precisa adequar-se às estratégias pensadas no PEMC para o setor de industrial e de mineração e que devem vincular-se ao PDSP. 	<p>Os planos de ações climáticas das capitais nordestinas analisados não contemplaram ações mitigatórias para este setor.</p>
<p>DOMÉSTICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover a coleta seletiva e a minimização dos resíduos biodegradáveis; • Promover campanhas educativas para sensibilizar comunidades e consumidores a respeito da conservação e eficiência energética. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De 2006 a 2017 a coleta seletiva vem progredindo com políticas públicas municipais. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • É preciso que campanhas educativas sejam promovidas, voltadas à conservação e eficiência energética. 	<p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar o IPTU Amarelo para proprietários de casas e condomínio de casas que implementarem o sistema de geração de energia solar fotovoltaico. <p>TERESINA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adotar IPTU Verde para residência e edificações que investirem em modelos sustentáveis nos projetos de construção ou reforma; • Promover campanhas educativas para moradores criarem jardins nas casas e nos apartamentos.
<p>CONSTRUÇÃO CIVIL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilização de subprodutos da construção civil e promoção da sustentabilidade ambiental em projetos de edificações do Poder Público Estadual; • Obedecer critérios de eficiência energética e hídrica, além de sustentabilidade, qualidade e eficiência de materiais nas edificações novas e antigas; • Criar certificação para construções sustentáveis; • Fomentar o uso do agregado reciclado das demolições e a reutilização de materiais nas obras públicas; • Incentivar o uso de sistemas sustentáveis nas edificações, como energia solar, captação da água da chuva e reutilização das águas cinzas. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A reutilização de subprodutos da construção civil bem como o uso de agregado reciclado de demolições em edificações públicas em Barra dos Coqueiros já é uma realidade. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O município não dispõe de selo de certificação para construções sustentáveis; • Ainda é preciso estimular a população quanto à utilização de sistemas sustentáveis em suas residências, embora já existam naquelas situadas em condomínios fechados de alto padrão arquitetônico. 	<p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceder desoneração tributária a empreendimentos que realizarem ações e práticas sustentáveis; • Tornar obrigatória a coleta e reutilização da água da chuva em novos edifícios; • Incentivar o uso de telhados brancos ou verdes nas edificações públicas, a fim de promover conforto térmico; • Melhorar eficiência de ares condicionados em prédios públicos; • Instalação de elementos construtivos e dispositivos para facilitar a coleta seletiva em edifícios. <p>FORTALEZA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implantar usinas de reciclagem oriundas da construção civil. <p>JOÃO PESSOA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adotar medidas de infraestruturas sustentáveis, capazes de aumentar a permeabilidade do solo em substituição ao pavimento asfáltico; • Realizar obras de drenagem corretiva dos problemas causadores de inundações, enchentes e alagamentos.

<p>PÚBLICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorar, simular, gerar e divulgar informações climáticas; • Fortalecer as instituições de pesquisas regionais acerca do clima; • Avaliar os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde humana; • Minimizar a emissão de metano em lixões e aterros; • Promover medidas de conservação e eficiência energéticas em prédios públicos sob a gestão governamental; • Promover coleta seletiva e reciclagem de materiais por meio de campanhas; • Estabelecer padrões rígidos de qualidade do ar; • Ampliar os sumidouros florestais nas áreas públicas; • Aplicar recursos em pesquisas científicas direcionadas às mudanças climáticas e seus efeitos adversos; • Promover incentivos econômicos aos setores produtivos para reduzirem os GEEs; • Estabelecimento das Agendas 21 ao nível dos municípios sergipanos; • Criar selo de certificação de produtos fabricados de maneira sustentável. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicação parcial da Agenda 21 local; • Promoção e incentivo da coleta seletiva e de reciclagem; • Embora incipiente, o governo municipal tem estimulado a arborização pública, com espécies nativas, por meio de projetos, campanhas e parcerias. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O município precisa adequar-se às estratégias pensadas no PEMC para o setor público e que devem vincular-se ao PDSP numa futura revisão. 	<p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melhorar infraestrutura das UBS para atendimento médico de pessoas afetadas por onda de calor ou alagamentos/inundações e poluição; • Promover arborização em áreas detentoras de maior poluição; • Estabelecer parques e espaços verdes para criar zonas de frescor na cidade. <p>JOÃO PESSOA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar selo verde para empresas, cooperativas, instituições de ensino e demais estabelecimentos, de modo a incentivar e divulgar ações positivas que estão sendo adotadas para reduzir os efeitos da variabilidade climática; • Proporcionar incentivos fiscais a estabelecimentos certificados pelo selo verde.
<p>CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DAS FLORESTAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver e promover sistemas agroflorestais baseados em espécies nativas; • Promover o consumo e a certificação de produtos originários das florestas; • Implementar medidas para combater os incêndios florestais; • Estimular a criação e a implementação de UC em Sergipe; • Estabelecer incentivos que visam à criação ou à ampliação de sumidouros; • Promover florestas energéticas; • Implantar ações e medidas voltadas à conservação e à recuperação de áreas florestais; • Instituir pagamento por serviço ambiental a fim de incentivar proprietários particulares a preservarem remanescentes de florestas; • Incentivar a rede de polinizadores; • Promover incentivos fiscais às cooperativas comunitárias que utilizam produtos florestais não madeireiros; • Reduzir o desmatamento e promover a recuperação florestal. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementação do Horto Florestal, um projeto de reforestamento com espécies nativas da Mata Atlântica; • Viabilidade de implementação futura de duas unidades de conservação: Área de Relevante Interesse dos Manguezais e o Parque Estadual Marituba, que juntos formam um corredor ecológico. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O município precisa adequar-se às estratégias pensadas no PEMC para o setor Conservação da Biodiversidade e das Florestas e que devem vincular-se ao PDSP numa iminente possível revisão. 	<p>RECIFE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valorizar iniciativas que congreguem práticas de agricultura ecológica e sistemas florestais; • Atualizar os diagnósticos sobre as áreas verdes, incluindo serviços ecossistêmicos essenciais. <p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar um selo de turismo ecológico; <p>JOÃO PESSOA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar medidas de conservação do patrimônio ambiental; • Pesquisar, levantar e elaborar diagnósticos sobre áreas verdes do município, incluindo parques municipais, unidades de conservação, reservas legais e áreas de preservação permanente; • Desenvolver ações de proteção e restauração dos ecossistemas modificados.
<p>USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL URBANA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar a elaboração de Planos de Arborização Urbana nos municípios; • Incentivar, promover, implantar e ampliar as áreas de solo natural e cobertura vegetal, públicas e privadas, com espécies nativas; • Fomentar programas de produção e distribuição de sementes e mudas; • Garantir a compensação com o replantio e manutenção em áreas urbanas cuja cobertura do solo natural sofra impermeabilização; • Promover e incentivar a readequação das áreas ocupadas sem a devida qualidade socioambiental; • Promover e incentivar a requalificação das áreas urbanas degradadas ou em desuso. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Há indicação do Plano de Arborização Urbana em Barra dos Coqueiros tramitando desde 2018 na Câmara de Vereadores Municipal; • Arborização de logradouros públicos e áreas de preservação ambiental com espécies nativas de coqueiro e mangaba; • Distribuição de mudas de espécies nativas a serem plantadas onde houve desmatamento. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O município precisa adequar-se às três últimas estratégias pensadas no PEMC para o setor Uso do solo e cobertura vegetal urbana. 	<p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar um selo de turismo ecológico; • Criação de corredores ecológicos para conectar parques, ciclovias, matas ciliares, praças e outras áreas verdes da cidade; • Produzir um inventário de arborização urbana; • Implantar margens verdes nos rios; • Expandir espaços da cidade destinados à agricultura urbana; • Realizar mapeamento das ilhas urbanas de calor. <p>FORTALEZA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ampliar a acessibilidade das áreas verdes urbanas, identificando as condições atuais e necessidades de melhoria; • Arborizar ciclovias e calçadas para aumentar o sombreamento e o conforto térmico. <p>TERESINA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer a expansão das hortas comunitárias; • Envolver a população em plantio de árvores; • Promover a participação da sociedade civil no cuidado e manutenção das áreas verdes; • Adoção de praças e parques por empresas, assumindo a responsabilidade pela manutenção e conservação.

<p style="text-align: center;">RECURSOS HÍDRICOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> Definir, instituir e implantar medidas de mitigação e adaptação em função das mudanças climáticas para garantir água em qualidade e quantidade para múltiplos usos em Sergipe; Realizar ações de desassoreamento ou alargamento de calhas dos rios e controle das construções em suas margens, a fim de minimizar os problemas decorrentes do aumento do nível do mar; Obrigar o reuso da água em indústrias e empresas; Promover medidas que contribuam para oferecer ou manter as condições ambientais dos recursos hídricos para a conservação da fauna e flora dos ambientes aquáticos; Despoluir recursos hídricos e promover melhorias na saúde pública. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Construções em margens de canais fluviais e áreas de proteção ambiental são controladas no município; Algumas medidas já são aplicadas para proporcionar as condições adequadas dos recursos hídricos nos ambientes estuarinos (manguezais e praias); A cobertura de canais pluviais com espaços de lazer, gastronomia e saúde, a melhoria no sistema de drenagem em pontes e terraplanagem, drenagem e pavimentação das ruas são medidas que contribuem para garantir água de qualidade e quantidade para os múltiplos usos do município; Ações de desassoreamento ou alargamento das calhas de rios são recorrentes. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> O município já implementou certas medidas, mas precisa adequar o PDSP às demais estratégias pensadas no PEMC/SE para o setor de recursos hídricos. 	<p>RECIFE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Revitalizar e renaturalizar os corpos d'água; Implantar sistema de monitoramento do nível do mar e rios da cidade; Uso racional de água em prédios públicos. <p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir medidas de proteção dos mananciais hídricos; Reduzir perdas hídricas e de reuso da água; Promover a gestão do tratamento de efluentes.
<p style="text-align: center;">GESTÃO MARINHA E COSTEIRA</p>	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar de maneira contínua e integrada a fim de prevenir riscos em zonas costeiras; Definir áreas de vulnerabilidade costeira e promover o mapeamento de vulnerabilidades e impactos no setor; Implantar áreas de proteção ambiental marinha; Implantar medidas de proteção e recuperação de zonas costeiras; Promover programas, projetos e medidas de proteção dos cursos d'água, contenção de enchente e erosão costeira; Fortalecer instituições de pesquisa para realizarem estudos integrados nos temas gestão costeira, oceano e mudanças climáticas; Contemplar no planejamento urbano medidas protetivas e corretivas quanto à elevação do nível do mar; Realizar ações periódicas de desassoreamento ou alargamento de calhas dos rios costeiros; Planejar ações emergenciais para minimizar os problemas de drenagem nas regiões litorâneas e de cursos de água. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> O município detém do GERCO (programa de Gerenciamento Costeiro) que tem como instrumentos legais: o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro, o Plano de Zoneamento-Econômico Costeiro, o Sistema de Informação, Monitoramento e Controle e o Plano de Gestão Integrada; A Defesa Civil Municipal conta com dispositivos para ações emergenciais vinculados aos problemas de drenagem em áreas de maior vulnerabilidade social e susceptibilidade ambiental; O Parque Estadual Marituba e a Área de Relevante Interesse dos Manguezais são áreas de proteção ambiental marinha do município. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> O município precisa adequar-se às demais estratégias pensadas no PEMC para o setor Gestão Marinha e Costeira. 	<p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> Preservar as faixas de areia na praia; Estabelecer programa de proteção aos manguezais; Identificar populações vulneráveis às variações do nível do mar; Adaptar áreas livres com foco nos eventos extremos; Capacitar a Defesa Civil em ambientes costeiros; Incorporar tecnologias de alerta, alarme e sensores contra intempéries climáticas. <p>JOÃO PESSOA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Encontrar soluções técnicas para a contenção de erosão marinha e erosão fluvial.

<p style="text-align: center;">ELÉTRICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar a geração de energias renováveis (solar, eólica, biomassa, das marés, hidrogênio verde, biodiesel e outras); Promoção do controle e redução de emissões de metano; Reduzir a geração de metano em aterros sanitários e promover a utilização do gás gerado como fonte de energia; Promover programas de eficiência energética em edifícios comerciais, públicos e privados e em residências; Rotular produtos e processos eficientes, sob o ponto de vista energético e de mudança do clima; Criar incentivos fiscais e financeiros para pesquisas relacionadas à eficiência energética e o uso de energia renovável; Promover o uso de energias renováveis na iluminação pública; Melhorar os padrões de eficiência energética. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Expansão dos serviços de energia elétrica por fonte hidráulica; Instalação do Parque Eólico como fonte alternativa e renovável de energia e incremento do setor de energia elétrica; Instalação da Usina Termoelétrica movida a gás natural como fonte alternativa de energia e incremento do setor de energia elétrica; O município foi contemplado pela concessionária de energia Energisa com a substituição de equipamentos antigos por modelos mais eficientes; A iluminação pública é feita com lâmpadas LED, o que gera economia e eficiência, mas não provém de energia renovável. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> O município já cumpre a estratégia de gerar energia por meio de fontes renováveis e sustentáveis, porém precisa adequar o PDSP às demais estratégias pensadas no PEMC para o setor de energia elétrica. 	<p>RECIFE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reduzir o consumo de eletricidade na cidade; Promover eficiência energética na iluminação pública, substituindo as atuais lâmpadas por LEDs. <p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> Instalar sistema de monitoramento inteligente para a manutenção e conservação da iluminação pública por LEDs. <p>FORTALEZA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Garantir eletricidade 100% renovável até 2040, principalmente gerada por sistemas fotovoltaicos; Incentivar uso de energia renovável em residências, comércio e indústria, inclusive para habitações populares com foco em populações de baixa renda e em situação de risco; Estabelecer condições para o avanço da infraestrutura <i>smart grid</i> (rede inteligente).
<p style="text-align: center;">RESÍDUOS SÓLIDOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reduzir a geração de resíduos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; Divulgar o consumo consciente, a coleta seletiva, a reutilização, a reciclagem, a compostagem, o uso de novas tecnologias; Incentivar o uso de tecnologias de incineração de resíduos sólidos urbanos em ambiente apropriado; Implantar e operacionalizar o sistema de coleta seletiva e o sistema de logística reversa de embalagens em geral, em parceria com as cooperativas de catadores de materiais recicláveis; Estimular, incentivar e fortalecer o uso de sacolas retornáveis; Reduzir os rejeitos nos aterros sanitários; Incentivar o mercado de carbono, quanto ao crédito de metano; Implantar biodigestores, purificação de biogás e produção e compressão de biometano; Promover a retirada de resíduos da orla marítima e dos rios. 	<p>DIRETRIZES DO PDSP IMPLEMENTADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> É obrigatória a coleta seletiva, designando o destino final: resíduos orgânicos em aterros sanitários e/ou compostagem; e os resíduos inorgânicos seriam encaminhados para a reciclagem. Criação de projetos educativos para sensibilizar os estudantes e a população em geral quanto à maneira correta de acondicionar os resíduos orgânicos e recicláveis nas residências ou nos espaços públicos da cidade, inclusive na orla marítima. Reciclagem de todo o papel inutilizável nas tarefas administrativas dos órgãos públicos. Legislação possibilita a inclusão social e econômica de catadores à coleta seletiva na cidade, gerando trabalho e renda quanto à logística reversa das embalagens. <p>ADEQUAÇÕES AO PEMC/SE:</p> <ul style="list-style-type: none"> O município já cumpre algumas estratégias, porém precisa adequar-se em outros aspectos definidos no PEMC/SE para o setor de resíduos sólidos, a ser adotado no PDSP. 	<p>RECIFE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reduzir a disposição dos resíduos sólidos em aterros sanitários; Realizar aproveitamento do biogás gerado pela decomposição dos resíduos no aterro; Implementar tecnologias de queima ou aproveitamento do metano nas estações de tratamento de esgoto (ETEs). <p>SALVADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fortalecer cooperativas de reciclagem; Fomentar o aproveitamento dos resíduos gerados por bares e restaurantes; Criar centros de compostagem; Estabelecer programas de capacitação para logística reversa. <p>JOÃO PESSOA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Criar e indicar pontos de coleta voluntária e unidades de triagem de resíduos sólidos; Elaborar calendário de coleta seletiva de resíduos sólidos recicláveis. <p>TERESINA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar sistema de controle e monitoramento dos resíduos industriais.

Elaborado pelo autor (2025).

Embora cada um das capitais apresente relevantes contribuições ao enfrentamento dos efeitos adversos do clima urbano por meio de medidas resilientes, e o Plano de Ação Local de Salvador tenha sido construído para a dinâmica urbana de uma metrópole, na ótica deste pesquisador configura-se como o planejamento mais detalhado em informações e em ações mitigadoras e adaptativas para cada setor da sociedade, seguido do de João Pessoa. Por isso, ambos os planos podem servir como modelos a serem adotados em Barra dos Coqueiros, claro que com as adequações necessárias à dinâmica urbana de cidade de pequeno porte.

SEÇÃO IV: OLHARES DOS HABITANTES PARA O (DES)CONFORTO TÉRMICO URBANO

4.1 – Transformando a paisagem em lugar sob a ótica fenomenológica

A paisagem não deve ser entendida apenas como sendo uma categoria epistemológica utilizada nos estudos geográficos tidos como físicos ou ambientais. Ela vai além. Até porque diante da perspectiva de quem a observa, a paisagem vai revelar ao observador uma realidade espacial e temporal que lhe é projetada com base em vivências, emoções e todo um aparato cultural adquirido ao longo da trajetória de vida.

Considerando o exposto e tomando como base os estudos de Andreotti (2013), no clássico *Paisagens Culturais*, a autora infere que a descrição de uma paisagem ocorre mediante um ato de deduzir através da observação. Ao descrever uma paisagem cabe ao observador-leitor não somente a mera descrição dos elementos constituintes fisionômicos, mas estar aberto para compreender como os aspectos culturais estão inseridos na composição paisagística, dotando-a de peculiaridades, a fim de conseguir decifrar as possíveis realidades expressadas aos sentidos do sujeito que a observa.

Como a observação está impregnada de subjetividades próprias do observador, e aliado a ela existe o filtro da intenção, em que determinado observador não enxerga nada ao acaso, pois cada observação comporta uma intenção ou uma emoção, para evitar que as percepções obtidas sejam consideradas como um mero recipiente de elementos compreensíveis, usa-se o filtro do método científico.

Baseado no método fenomenológico que consiste em tornar conhecida à consciência, por meio das estruturas cognitivas, os fenômenos reais (materiais e naturais) presentes no mundo externo (Chauí, 2000) bem como os fenômenos culturais e do campo das ideias (Husserl, 2000), a percepção tida como geográfica pode ser entendida pela ligação afetiva do sujeito-observador com o ambiente (Tuan, 2012), compreendendo, também, o abstrato e não apenas o racional.

Mas ainda é relevante ponderar o que Andreotti (2013) entende enquanto Geografia perceptiva. Conforme a autora, a Geografia perceptiva busca capturar os estímulos da paisagem natural ou da paisagem cultural para tentar compreender o que o ambiente oferece

ao homem após o próprio homem pousar nele o seu olhar. Em suma, o aspecto visível de uma dada região só se torna paisagem no momento da observação, da percepção e do estudo quando uma série de elementos se aglutinam no ato da percepção, englobando “as geografias privadas, que cada um de nós carrega dentro de si e que permitem uma peculiar leitura do nosso ambiente e do mundo” (Corna Pellegrini, 1986). Na concepção de Serpa (2019, p. 16), “esse mundo é simplesmente aquele dos espaços, das paisagens e dos lugares, que encontramos diária e cotidianamente em nossas vidas”.

No entanto, para que se ocorra a percepção, é necessário, segundo Oliveira (2017), sentir o mundo externo e isso só é possível mediante os estímulos captados por todos os sentidos sensoriais humanos (visão, audição, tato, olfato e paladar) e não somente por um deles. Quando essas sensações passam pelo filtro cultural¹⁶ é que se tornam percepções, ainda que sejam “inacabadas, abertas, falhas e sujeitas a brancos e vazios” (Serpa, 2007, p. 17). Nesse âmbito, o olhar geográfico tornou-se aprofundado e aprimorado, já que passou a enxergar a paisagem como a conjunção dos componentes fisionômicos aliada à subjetividade dos momentos vividos pelo observador, por meio da relação espacial estabelecida entre ele, a natureza e a sociedade.

Entendidas por Oliveira (2017, p. 113), essas percepções são, em essência, avaliações socioculturais feitas acerca do ambiente, manifestadas sob a forma de valor, atitude ou posicionamento, onde “cada sociedade, cada comunidade percebe de uma maneira, valoriza certos aspectos, prioriza algumas atitudes, prepara ao seu modo as relações ambientais”.

Se fosse possível fazer uma viagem ao passado, pelo túnel do tempo, perceber-se-ia que mediante a incorporação dessas novas visões pelo pensamento geográfico foi que o método de investigação fenomenológico passou a ter destaque. Durante a década de 1960, a paisagem era descrita pela composição dos elementos como se eles fossem estáticos, visão que avançou nas décadas de 1970 e 1980, pelo simples fato de inserir o observador na paisagem, integrando-o a ela para tornar-se um elemento indissociável dela.

Nesse contexto, aumentaram-se os estudos geográficos acerca do novo campo de abordagem científica, tendo em vista que foram aguçados os interesses em saber o modo

¹⁶ Segundo os estudos da renomada pesquisadora (Oliveira, 2017), os filtros culturais são resultado do interesse, da necessidade e da motivação humanas, ao passo que podem ser essenciais para a tomada de decisões.

como as pessoas percebem, geograficamente, os fenômenos que se sucedem nos arredores dos lugares com os quais se tem algum tipo de vínculo, possibilitando constatar qualitativamente as relações apreendidas por meio das interações entre a sociedade e a natureza. Sendo assim, a percepção do espaço (mais especificamente, a paisagem) é relevante para explicar as nuances dos fenômenos estudados pela Geografia.

Segundo os estudos produzidos por Collot (1986), a paisagem percebida é construída e simbólica, uma vez que o sujeito-observador não se limita a receber passivamente os dados sensoriais, mas os organiza para produzir sentido, significado e valor. E esse deve ser o papel dele: extrapolar a paisagem enquanto aspecto visual e fisionômico para alcançar o que ela revela, em termos de processos históricos e culturais.

Embora a paisagem passe por um processo constante de mudança ao longo do tempo geológico, o olhar humano debruça-se nas transformações em que ela sofre para se adaptar às demandas da sociedade no decorrer do tempo histórico, tendo em vista que o tempo limitado da vida humana não é suficiente para perceber a evolução causada pelo intemperismo. Com base em tal pressuposto, a paisagem cultural urbana apresenta-se como sendo um produto das atividades humanas construído sobre o modelado terrestre e que possibilita várias escalas de análise, devido às diferenças geográficas, arquitetônicas e do perfil socioeconômico dos habitantes.

É possível notar essas diferenças sendo manifestadas na disposição das ruas estreitas ou das largas avenidas; das casas simples situadas em bairros periféricos quase sempre desprovidos de serviços básicos essenciais, ou mesmo nas luxuosas mansões cercadas por muros como se fossem inatingíveis fortalezas, estendendo-se à imponência dos prédios arranha-céus; inclusive no movimento constante das pessoas a pé, utilizando o transporte público ou particular, trafegando em direção à escola, às áreas de lazer, ao trabalho ou ao centro comercial, por exemplo.

A cidade é, portanto, um mosaico de paisagens, viva e dinâmica. Conforme Marandola Júnior (2014), cada lugar do tecido urbano somente pode ser feito ou produzido por aqueles que vivem e trabalham nele, pois apenas os que vivenciam os ambientes da cidade mais diretamente conseguem compreender os significados mesclados nas construções e nas atividades desenvolvidas.

Mas a cidade também esconde elementos praticamente invisíveis ou que, muitas vezes, devido à pressa ou à indiferença, não chamam a atenção do morador ou daquele que a experiencia. O descaso com o lixo espalhado em terrenos abandonados, o despejo de esgotos sem tratamento adequado nos canais fluviais, encostas ocupadas por pessoas em situação de vulnerabilidade, moradores em situação de rua como pedintes em cruzamentos de tráfego intenso, moradias de palafita sendo construídas em áreas de manguezais e às margens de rios são exemplos da gritante desigualdade social que atinge vários fragmentos do espaço urbano e que, por vezes, não são notados, pois a paisagem é definida em função do olhar de quem observa e para onde se observa. Tal proposição é ratificada nas análises de Gomes (2013, p. 6), conforme apresenta a citação abaixo:

Em um universo de múltiplas e contínuas possibilidades colocadas ao olhar, as imagens que conseguem prender nosso interesse estabelecem para si um campo de visão privilegiado. Ao mesmo tempo, essas imagens, objetos centrais de nossa atenção, tornam as outras desinteressantes ou despercebidas, ou seja, paralelamente se estabelece um campo de relativa invisibilidade. Assim, existem aquelas imagens que (...) se singularizam; mais do que percebidas, elas são individualizadas e recebidas com destaque. Determinadas condições contribuem diretamente para que algumas imagens sejam mais notadas, sejam privilegiadas em detrimento de outras.

Nesse sentido, cabe ao observador com seu olhar atento e aguçado perceber as dinâmicas que afetam a visibilidade, a exemplo daquilo que está sendo exibido ou quem está observando; tudo isso deve ser utilizado para compreender o desenrolar da vida social e os fenômenos espaciais que nela estão imbricados. No entendimento de Gomes (2013), como a espacialidade é uma condição fundamental para o fenômeno da visibilidade, a mudança da posição espacial de um fenômeno, de uma pessoa ou de um elemento paisagístico contribui para alterar a percepção, a apreciação e o interesse do observador sobre eles.

Ou melhor, a visibilidade está intimamente relacionada à posição do que se vê no espaço e o destaque do que se vê dependerá das compreensões, das interpretações, dos julgamentos e das críticas do observador, que resultam da associação entre o espaço e o contexto (narrativa) em que o fenômeno se insere. Portanto, as leituras de determinado fenômeno ou realidade serão diversas a depender do que se vê, de onde se vê e como se vê, e, principalmente, do público que está vendo a trama acontecer.

Especificamente, na trama urbana é possível obter múltiplas significações, pois nela os arranjos espaciais se combinam aos comportamentos dos sujeitos, de forma dinâmica,

clara e reconhecível, embora não seja capaz de se processar toda e qualquer informação contida nos variados ritmos e fluxos da cidade, da vida social urbana (Gomes, 2013).

Ainda de acordo com Gomes (2013), quando revestida pela abordagem fenomenológica, um novo olhar é acrescido à paisagem, pois se torna porta de entrada para um novo horizonte de acordo com a capacidade humana do ‘perceber’. Esse novo olhar carregado de simbolismos amplifica o conhecimento do observador a respeito da paisagem e a coloca num novo patamar: o de revelar o invisível contido no visível. Surge, então, o olhar do lugar. É nesse lugar que são criadas memórias afetivas com o ambiente; também é nesse mesmo lugar que o humano decifrará, interpretará e compreenderá os diversos significados contidos na paisagem, lhe impactando, como consequência, a percepção, de maneira íntima e individual, pois “a cultura afeta a percepção” (Tuan, 2013, p. 201).

Diante dessa conjuntura, o ambiente citadino é, de fato, o observatório propício para se compreender as relações entre lugares (meio físico e meio social) e das pessoas com estes mesmos lugares, ligados de diferentes maneiras à paisagem e ao território, desenvolvendo a respeito deles um sentimento topofílico (Tuan, 1974) ou topofóbico (Buttimer, 1974) e, ao mesmo tempo, de identidade e de pertencimento, pois é no lugar que a vida humana ganha sentido.

Enquanto construto social e histórico, o lugar carrega consigo uma variedade de significados organizados, estabelecidos por meio das experiências humanas (maneiras pelas quais uma pessoa conhece e constrói a realidade por meio dos sentidos, dos sentimentos e do pensamento) relevantes e singulares, pessoais e/ou coletivas, que ocorrem ao entorno do sujeito e está centrada no sujeito (Marandola Júnior, 2014) e se sucedem por meio de histórias, de culturas, das relações sociais e das paisagens. Esse lugar é o palco onde se manifestam os movimentos sociais, as resistências, os contrapontos, os sonhos, as renovações e os devaneios; por isso, não há como dissociá-lo das experiências (Tuan, 2013).

Também, a ideia de lugar pode remeter, segundo Heidegger (1992), ao significado de habitar, de morar na terra, de estar nela, de pertencer a ela, o que implica em cuidar dela, já que no lugar o sujeito encontra o aconchego do lar. Sendo assim, o autor faz uma análise reflexiva diante da ameaça que algumas tecnologias contemporâneas apresentam com a finalidade de prejudicar o lugar, vendo-o enquanto recurso disponível para a exploração, tentando reduzi-lo a uma mercadoria.

Para o filósofo, é mister que os sujeitos sociais adquiram uma atitude reflexiva e crítica frente às constantes formas que a experiência de lugar pode ser prejudicada por pensamentos, forças e ações reducionistas/negacionistas, capazes de destruírem os lugares de abrigo, de apego, de bem-estar e de memórias compartilhadas por todos, lugares esses que surgiram como resultado das atividades dos diferentes agentes ao produzirem e ao organizarem o espaço.

Por esse viés, o campo de análise da percepção ambiental geralmente volta-se aos estudos dos impactos que acometem tanto o ambiente natural quanto o ambiente construído. Sendo assim, o estudo das percepções ambientais torna-se essencial na identificação dos problemas que tanto afligem os grupos populacionais, em especial aqueles problemas resultantes de uma natureza hostil, em que os eventos físicos causam sensação de impotência e de perigo.

Por isso, faz-se imprescindível, diante de questões socioambientais, levar em consideração as percepções, os sentimentos e os significados que as pessoas atribuem à circunvizinhança onde vivem, uma vez que as condições ambientais estão desajustadas graças ao avanço de técnicas sofisticadas e eficazes para explorar e devastar o meio ambiente de forma acelerada, prejudicando, conseqüentemente, a relação sistêmica de equilíbrio entre a sociedade e a natureza. Diante de tal realidade, Oliveira (2009, p. 160) entende a necessidade de mais estudos que envolvam a percepção ambiental:

Para que a percepção ambiental ocupe um lugar de destaque dentro das prioridades atuais, necessitamos de mais pesquisas e estudos metodológicos. Precisamos desenvolver uma tomada de consciência ambiental ao desenvolver uma atitude ética e afetiva em relação ao meio ambiente.

E, ainda, que tais percepções sejam direcionadas “para a construção de valores e de atitudes para enfrentar os novos desafios que se instalam a cada momento” (Oliveira, 2017, p. 101) e que impactam, conseqüentemente, nas condições da qualidade de vida, uma vez que as informações obtidas com tais estudos podem servir como ferramenta aos planejadores e aos governantes na tomada de decisão (tanto ao nível político e administrativo, quanto ao nível socioeconômico).

No entanto, é preciso considerar os anseios da comunidade; é preciso atentar-se para o fato como a população enxergava a cidade e como a enxerga agora, o que se espera de

melhorias para o futuro, o que gosta e o que não gosta, na tentativa de construir um ambiente urbano que seja pautado nos interesses e nas necessidades de bem-estar coletivo dos cidadãos.

É por esse motivo que os estudiosos se preocupam sobremaneira com as percepções e a variabilidade delas em função de certas variáveis intrínsecas aos grupos populacionais, a exemplo das variáveis renda, gênero sexual, faixa etária, escolaridade, ocupação profissional e organização social. Afinal, as percepções obtidas dos usuários de diferentes meios culturais e sociais são úteis para compreender como o ser humano relaciona-se com o ambiente, quer seja enquanto indivíduo quer seja enquanto coletividade. Inclusive, Oliveira (2017) considera relevante ponderar o conhecimento geográfico proveniente do senso comum, das pessoas com pouca instrução, haja vista que as soluções encontradas por elas para determinados problemas socioambientais locais são adequadas para atender as próprias necessidades.

Como visto no decorrer do texto, o contato direto ou indireto possibilita ao sujeito experienciar o ambiente, ao ponto de construir seu espaço perceptivo, atribuindo significados ao que foi percebido. Nesse contexto, o neologismo “topofilia” foi elaborado por Tuan (1974) para designar a afetividade do humano com o seu lugar, enquanto o termo “topofobia”, criado por Buttimer (1974) em oposição à topofilia, remonta ao medo por alguns lugares. Ou seja, por este viés, o ambiente também pode ser apreendido negativamente, quando da existência de experiências tristes ou traumáticas, que envolve lembranças e sentimentos de riscos, de vulnerabilidade e de insegurança relacionadas à paisagem/ao lugar.

Yi-fi Tuan, renomado estudioso da Geografia Humanista, destaca em sua notória obra “Topofilia” (2012; 1974) um novo horizonte de se fazer geografia voltada para os seres humanos, em que os estudos a serem produzidos sejam pautados nos sentidos espaciais da relação de envolvimento do homem com o meio, sob contextos, sob tempos e sob espaços variados. Nessa perspectiva, busca-se compreender como o ambiente é percebido e vivido pelas pessoas, e como as experiências geográficas aliadas às dimensões existencial, psicológica e cultural humana proporcionam um laço afetivo com o lugar, a tal ponto que possa promover nos sujeitos uma consciência ambiental capaz de lidar e de superar os desafios em momentos de crise.

Nesse sentido, o neologismo “topofilia” é empregado para definir os laços afetivos e os sentimentos nutridos de familiaridade e de afeição que o humano cria com o lugar,

apegando-se a ele, pois é no lugar que pode chamar de lar, é nele que pode ganhar o sustento familiar, é nele que pode experienciar os sons e sentir a musicalidade com as danças locais, é nele que pode contemplar os traços culturais por intermédio dos festejos folclóricos, é, também, o local propício para saborear comidas, sentir cheiros e o toque da brisa, tudo isso possibilitando estabelecer conexões e afinco com o meio porque tudo o que há no ambiente lhe faz sentido, lhe produz significados e lhe proporciona inúmeras lembranças enriquecidas pelas vivências. Tuan (2012;1974, p. 142) ratifica o que foi descrito anteriormente quando parafraseia: “Para viver, o homem deve ver algum valor em seu mundo”.

Alguns pontos observados por Tuan (2012; 1974) em “Topofilia” merecem ser considerados para a problemática analisada nesta tese de doutoramento no que se refere à percepção ambiental. O primeiro deles refere-se ao fato de que duas pessoas não veem a mesma realidade, pois as preferências e as diferenças individuais de cada sujeito-observador refletem na percepção que ele tem acerca do ambiente. Os traços bioquímicos e fisiológicos de determinado indivíduo contribuem, em medida, para o olhar perceptivo diferenciado a respeito de uma mesma paisagem. Assim sendo, uma pessoa melancólica e uma pessoa esperançosa vão apresentar percepções diferenciadas de acordo com a perspectiva de vida e temperamento que possuem.

O segundo ponto evidencia que o gênero sexual e a idade também interferem na forma como o indivíduo percebe a realidade espacial, e isso tem relação com os papéis culturais que cada um vai desempenhar na sociedade ao longo da vida, contribuindo para que homens e mulheres observem diferentes aspectos do meio ambiente e adquiram percepções e atitudes divergentes para com ele. Com o avanço da idade, os sentidos vão perdendo acuidade e a mobilidade torna-se prejudicada, o que interfere nas experiências vividas com o meio ambiente. Nas fases mais tenras, a mobilidade e o uso potencial dos sentidos permitem ao indivíduo percorrer os espaços, desbravar o desconhecido e viver uma infinidade de experiências com o ambiente.

E não para por aí. O terceiro e importante ponto ressalta diferenças de atitude e de avaliação entre um nativo que vive o ambiente cotidianamente e um visitante. Na ótica de Tuan (2012; 1974), cada um deles focalizam aspectos diferentes a respeito do meio ambiente. Enquanto o visitante apresenta uma avaliação do meio ambiente meramente estética, simplória e efêmera, pouco se esforçando para conhecer as realidades invisibilizadas

enfrentadas pelos habitantes, os nativos estão imersos em experiências amplas e complexas com o seu meio ambiente; afinal, os nativos compreendem o dinamismo socioeconômico, o comportamento humano, as tradições culturais locais, já que vivem e revivem o ambiente cotidianamente, sucessivas vezes.

Por vez, o quarto ponto permeia sobre o âmbito de que a visão de mundo de uma sociedade está diretamente ligada ao meio ambiente físico e social onde se vive. Portanto, uma mesma paisagem pode ser apreendida e dotada de significados diferenciados a depender da maneira como determinado povo a enxerga enquanto sentido para ele.

Um exemplo que Tuan (2012; 1974) apresenta é o das sociedades tecnológicas e não tecnológicas. Para esta última, a visão de mundo sobre o ambiente físico-natural reflete os ritmos e as limitações do meio, enquanto para as sociedades tecnológicas, o ambiente natural é visto, principalmente, pelos recursos que podem ser explorados até se tornarem produto consumível; e essa visão muda quando a sociedade atinge um elevado grau de desenvolvimento e de complexidade e as pessoas passam a apreciar a simplicidade da natureza.

Porém é nas sociedades tecnológicas, urbanas, repletas de paisagens permeadas de histórias que o quinto ponto (o elemento patriotismo) se torna evidente. Letrados ou analfabetos recorrem à história, à consciência do passado para justificar a lealdade e o amor à terra natal. Até porque em certas paisagens urbanas existem padrões arquitetônicos que resistiram ao tempo, além de encontrar monumentos que reforçam um passado histórico em que personagens heroicos são lembrados pelas batalhas que venceram em favor da independência do território e da liberdade do povo.

Embora na cidade exista uma grande variedade de paisagens, de ambientes físicos, nenhuma pessoa conhece bem, em totalidade, as cenas urbanas, mas apenas um fragmento delas. É o que acontece entre os habitantes da cidade, separados por sua renda financeira. Os ricos habitam os bairros mais estruturados ao nível de serviços básicos, enquanto os pobres residem nas porções da cidade menos estruturada ou carente de serviços públicos.

Cada grupo social conhece intimamente apenas as próprias áreas residenciais. Os pobres pouco têm acesso às áreas isoladas de elevado padrão arquitetônico habitado pelos ricos; já os ricos se eximem de frequentar os subúrbios marcados pela escassez. Por isso, cada grupo apresenta uma experiência parcial do mundo exterior. Ainda assim é o pobre

quem vive em lugares estranhos e que lhes parecem assustadores, ameaçadores, tendo em vista a precariedade de serviços proporcionados pelos entes públicos; tal contexto social prejudica as percepções de identidade que os moradores das comunidades têm do próprio bairro, muitas vezes, limitando-se às percepções relacionadas aos problemas ou aos aspectos negativos que vivenciam corriqueiramente.

Conforme descreve Tuan (2005), em obra singular intitulada Paisagens do Medo, o sentimento de medo acompanha o humano em sua trajetória de vida, desde a mais tenra idade até a maturidade. Embora se produza na mente, quando não se há causa patológica, alguns desses medos estão associados ao meio ambiente que venha a causar ameaças aos grupos sociais.

Deste modo, o autor visualiza duas variáveis relacionadas ao medo: i) sinal de alarme e ii) ansiedade. A primeira componente diz respeito à possibilidade de ocorrer um evento inesperado e impeditivo no meio ambiente cuja resposta humana seria enfrentar ou fugir. Em contrapartida, a componente ansiedade remete a um sentimento de perigo quando nada existe no meio ambiente circundante que justifique o medo. Nesse caso, a necessidade de o humano agir é contida pela inexistência de ameaças.

Poucos são aqueles que podem repousar em um ambiente tranquilo, num refúgio seguro, sem se sentirem amedrontados diante da hostilidade de determinadas paisagens e de lugares urbanos. Como resposta ao medo a ambientes inseguros, o ser humano busca alternativas para proteger-se, já que as ameaças se fazem presentes em toda a parte, inclusive diante da violência assustadora que acomete certos bairros inseridos nas médias e nas grandes cidades desordenadas da América Latina, povoados por criminosos provenientes, geralmente, do contexto de desigualdade social, tornando o lugar assustador para se viver.

No que tange aos eventos físico-naturais, embora nas últimas décadas o humano tenha conseguido controlar certos riscos, mitigando-os, ainda é recorrente o medo que a população sente acerca das flutuações da natureza, ainda mais se não houver dados suficientes e confiáveis para compreender o padrão habitual de determinado fenômeno, em especial aqueles de natureza atmosférica. Um exemplo recorrente nas cidades brasileiras é o fato de os eventos extremos de chuva contribuírem para desencadear movimentos de massa, produzindo temor na população quanto à perda de bens materiais e da própria vida ao se instalarem em condições insalubres e subumanas nas encostas de morros.

No entanto, de acordo com Tuan (2005), alguns medos relativos ao ambiente natural presentes nas cidades podem ser apreendidos diferentemente de cultura para cultura, podendo ativar o senso de perigo em uma dada comunidade, enquanto em outra comunidade esse mesmo senso de perigo não será ativado. Paralelamente, o estudioso converge para a análise de que não exista lugar totalmente seguro; o que mudaria de sociedade para sociedade seria o caráter e a frequência do temor. Ou ainda a falta de instrução e de consciência em relação aos direitos impedem que isso aconteça.

Além disso, o autor atribui parcela da responsabilidade aos governos diante da existência das paisagens e dos lugares do medo, afirmando que quando um governo é justo e preocupado, o sofrimento da população diante de uma tragédia será menor, haja vista a execução de ações preventivas para diminuir os riscos. Outra parcela de responsabilidade para superar os desafios impostos pelas ameaças da natureza é da própria população local, que deve unir forças para exercer poder, a fim de reclamar os próprios direitos perante as esferas governamentais.

Mas é com base nos estudos de Sartori (2014) sobre percepção climática que é possível compreender os impactos das condições do tempo meteorológico e do clima na saúde fisiológica e na saúde psicológica humana, ao passo que tais estudos revelam a relação estabelecida entre as variáveis atmosféricas e a sensação de conforto térmico e de bem-estar do corpo humano. Afinal, as condições microclimáticas influenciam as funções corporais e as atividades cotidianas do ser humano, a exemplo da escolha do vestuário para cada ambiente e de cada atividade a ser desenvolvida, também com a quantidade de calorias e de água que se ingere diariamente, seja na opção pelo transporte, ou na escolha pela época adequada para plantar cada cultivo agrícola etc.

Atrrelado ao meio atmosférico e aliadas às variáveis econômicas e sociais podem-se agravar, principalmente, os índices de doenças infectocontagiosas e aquelas transmitidas por vetores, a exemplo da dengue e da malária. Segundo a autora (idem, 2014, p. 17):

Estima-se que 70% da população é tempo-sensitiva em algum grau. Fisiologicamente, os seres humanos funcionam otimamente sob certas condições de temperatura, umidade, vento, pressão etc. O corpo humano, acima ou abaixo de certos valores dos parâmetros climáticos ideais começa a ter reações metabólicas, químicas, cardiovasculares e psicológicas, as quais têm efeito na disposição e no comportamento humano.

Sendo assim, cabe à bioclimatologia humana o estudo das influências do meio atmosférico sobre o humano, na tentativa de avaliar como o corpo humano reage às mudanças provocadas pela interação homem/ambiente atmosférico. A saber, ela engloba duas grandes áreas do conhecimento: o corpo humano e o ambiente atmosférico. De acordo com Schimidt (1994, p. 42-44), o estudo da bioclimatologia humana pode se enquadrar em quatro categorias: biometeorologia fisiológica, biometeorologia patológica, biometeorologia urbana e biometeorologia social.

Dentre elas, a que mais se encaixa para este estudo é a da biometeorologia urbana, já que ela se detém em analisar as relações entre os microclimas existentes nas cidades e os seus moradores, visando propor sugestões mitigadoras e adaptativas de assegurar conforto climático aos habitantes, mediante planejamentos concretos e executáveis pela gestão pública.

E não é fato recente que a evolução dos estudos em bioclimatologia humana considera a influência das condições atmosféricas na saúde e no bem-estar do ser humano. Embora não seja o foco deste trabalho, é digno de nota que Rosen (1979) organizou um histórico que abrange desde os períodos remotos, por volta do século V a.C. e se estende até meados do século XX, ressaltando como a sociedade civil e a comunidade científica foram assimilando a importância de tais pesquisas. Mas o interesse na temática somente alcançou destaque a partir da década de 1970 quando a problemática ambiental se tornou escancarada, pondo em risco a existência da vida humana e de toda a biodiversidade presente no planeta Terra.

Nessa conjuntura de crise ambiental, os pesquisadores têm empregado esforços para ganhar o controle a respeito dos impactos causados pelas condições rítmicas do tempo meteorológico fora do padrão habitual, ora com o regime irregular das chuvas provocando estiagem ou eventos extremos, ora com as ondas de frio ou de calor excessivo. Assim, diante das condições adversas que podem causar riscos aos humanos, pesquisas têm sido conduzidas em relação à percepção do meio ambiente em geral e, em específico, à percepção climática.

Sartori (2014), estudiosa renomada em percepção climática, considera que o clima percebido pelos agentes humanos tem grande interesse para a Climatologia, já que as percepções podem fornecer elementos esclarecedores e/ou correções de crenças errôneas acerca do tema estudado, bem como auxiliar na produção de conclusões acerca da evolução

do tempo atmosférico vivenciado ao longo dos anos, mesmo que se diferencie do clima real, aquele resultante da análise de dados sistemáticos registrados, seguindo padrões metodológicos estabelecidos pela OMM.

Um ponto a ser constatado por Vide (1990) e de grande relevância para a análise das percepções apreendidas pelos habitantes de um determinado espaço geográfico é o fato de que a memória humana é seletiva, tem um valor relativo. Ou seja, a memória tende a fazer uma seleção irregular dos fatos de acordo como cada indivíduo reage ou repara a determinados fatos atmosféricos. Enquanto uns indivíduos se esquecem, outros, por sua vez, aumentam certos fatos passados; já os fatos que ocorreram mais recentemente, estes podem ser relatados com riqueza de detalhes.

Por conta da dificuldade em transformar tais percepções em informações climatológicas concretas e confiáveis, é necessário filtrá-las e compará-las com uma quantidade razoável de provas, além de confirmá-las com outras fontes, principalmente aquelas fontes objetivas, registradas de maneira sistemática nas estações meteorológicas.

Além desse fator, os habitantes dos centros urbanos têm suas percepções diferenciadas em relação ao homem do campo (Sorre, 1984). Enquanto estes últimos são, de fato, observadores do tempo, pois utilizam-se das informações a respeito do comportamento dos ciclos da natureza para a produtividade agrícola¹⁷ e, assim, conseguem sustentar suas famílias, o morador da cidade pouco observa o céu, diante da concentração e verticalização de prédios modernos e das preocupações com a rotina cotidiana, sem citar que a maioria vive isolada do ambiente externo, em prédios com climatização artificial para cumprir sua carga de trabalho. E ainda é costumeiro queixar-se das chuvas ou do calor excessivo quando estes fenômenos prejudicam suas atividades laborais ou de lazer.

Em atenção à percepção climática apreendida pelos humanos, é importante pontuar outro fator: o da tempo-sensitividade. De acordo com os conhecimentos de Sartori (2014), a tempo-sensitividade faz referência a uma resposta fisiológica do corpo humano para se adaptar ao estresse ou ao estímulo ou à excitação que este pode adquirir diante das condições e/ou mudanças do tempo atmosférico, principalmente em relação à umidade e à temperatura.

¹⁷ Tem-se como exemplo dos agricultores guardiões de sementes crioulas no sertão alagoano, muito bem apresentados na dissertação de Silva (2022).

Baseado nos estudos de Rosen (1979), a sensibilidade ao tempo atmosférico representa muito mais como a pele reage ao longo da vida humana ao expor-se às variáveis meteorológicas do que às próprias mudanças ocorridas na atmosfera, podendo variar de pessoa para pessoa; enquanto uns apresentam hipersensibilidade, outros apresentam baixa sensibilidade ou, até mesmo, sensibilidade intermediária.

O mesmo autor (idem, 1979) constata que a sensibilidade às condições do tempo é tida como um indicador de saúde, haja vista que são os enfermos quem mais sofrem com os sintomas, com efeitos tanto na saúde fisiológica quanto na saúde psicológica. Também varia em função da idade e do sexo biológico, em que as mulheres e os mais idosos são mais sensíveis do que os homens e os mais jovens. Também varia em função do comportamento ou humor, em que os indivíduos emocionalmente instáveis (a exemplo dos impacientes, dos irritáveis, dos nervosos e dos depressivos) são mais sensíveis às condições do tempo do que aqueles considerados equilibrados emocionalmente, como os indivíduos mais calmos e pacientes, tendo em vista que a hipersensibilidade afeta a qualidade do sono, com reflexos no humor e na disposição.

Em resumo, a tempo-sensibilidade varia na forma e intensidade para cada indivíduo e “reflete o tempo interno de cada um, já que as mudanças no tempo estimulam mudanças no indivíduo” (Sartori, 2014, p. 116), de acordo com a constituição fisiológica de cada pessoa.

Mesmo sendo tempo-sensitivo, o ser humano ainda detém de condições para se adaptar às variáveis e às intempéries do tempo e do clima, prezando comumente pela busca de condições ambientalmente confortáveis, que se distanciem das temperaturas e da umidade relativa do ar e dos ventos extremos. Caso contrário, o organismo se esforçará sobremaneira para manter as condições vitais, com o intuito de prevenir-se contra possíveis danos. Considerando o quesito *condições de tempo desfavoráveis*, alguns estudiosos realizaram pesquisas e constataram que o tempo atmosférico exerce efeito na saúde, no desempenho de atividades físicas ou de trabalho, bem como no processo de aprendizagem dos alunos.

Nesse sentido, é primordial manter a condição de **ótimo climático** (Huntington, 1940, p. 343-346) que seria, portanto, uma condição mais favorável ou mais ideal para manter o conforto higrotérmico do corpo humano, sem prejudicar as funções fisiológicas e nem as atividades desempenhadas no cotidiano. Essa condição de ótimo climático depende da combinação de três variáveis climáticas (temperatura, umidade e vento) em associação às

variáveis humanas (idade, sexo, ocupação, comportamentos e modo de vida). De acordo com esse princípio, Huntington (1924, p. 5-6) entende que

cada espécie viva tem a melhor saúde e é mais ativa sob certas condições definidas de temperatura, umidade, movimento dos ventos, nebulosidade, variabilidade e luz solar, ou, mais exatamente, sob certas combinações dessas condições. Qualquer distanciamento das condições ótimas leva a um decréscimo da atividade e da eficiência.

Seguindo os apontamentos de Blair (1944), as condições de **tempo ideal** seriam aquelas relacionadas às médias das variáveis meteorológicas sob um dado ambiente, a saber: i) temperatura média diária em torno de 18.3°C, contendo variações moderadas do dia para a noite e que essa variação seja suficiente para impedir a monotonia; ii) a umidade relativa do ar precisa manter-se moderada, em torno de 50% a 60%; iii) deve haver circulação moderada dos ventos; iv) a insolação precisa ser abundante, desde que o céu não permaneça monotonamente límpido e nem com tempo seco.

4.2 – Percepção climática acerca do (des)conforto térmico em Barra dos Coqueiros/SE

Compreendendo o que foi explicado até o momento e considerando as respostas ao questionário aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Sergipe (contendo perguntas objetivas e subjetivas, ver apêndice A, pág. 302) sob o número de parecer 6.288.398 e número CAAE 68315623.3.0000.5546, aplicado nos espaços públicos da cidade durante os dias 11/09/2023 a 13/10/2023 a um total de 350 moradores (tendo sido selecionados, de maneira aleatória, habitantes em cada um dos bairros da cidade), sendo distribuídos da seguinte maneira: 315 moradores responderam aos questionários presencialmente, enquanto 35 moradores responderam ao questionário virtual, produzido no *Google Forms*, em virtude de o pesquisador não poder ter acesso físico aos condomínios residenciais fechados. Em relação ao questionário virtual, o *link* de acesso foi enviado a um dos moradores de cada condomínio que o disponibilizou no grupo de WhatsApp em comum aos demais residentes.

A partir desse instante, os dados quali quantitativos obtidos foram utilizados para analisar a percepção dos moradores da Barra dos Coqueiros acerca da hipótese do provável desconforto térmico existente na cidade. As perguntas feitas aos moradores e que constam

no questionário foram agrupadas em duas seções: a primeira intenta analisar as características demográficas dos habitantes da área de estudo, enquanto isto, a segunda seção se dedica a averiguar a percepção climática da população diante da problemática abordada ao longo deste trabalho. São elas:

I – Características Demográficas

- 1) Qual é o seu gênero sexual?
- 2) Qual é a sua idade?
- 3) Onde você nasceu?
- 4) Desde quando você mora em Barra dos Coqueiros?
- 5) Por que você escolheu morar em Barra dos Coqueiros?
- 6) Em qual bairro da Barra dos Coqueiros você mora, atualmente?
- 7) Você estudou até qual série?
- 8) Qual é a sua profissão, atualmente?
- 9) Qual a sua faixa de renda mensal, atualmente?

II – Percepção Climática da População

- 1) Qual a sensação térmica predominante na cidade? Por quê?
- 2) Em qual período do dia o calor lhe deixa mais desconfortável em Barra dos Coqueiros?
- 3) Quais os meses do ano você considera em que há predomínio da sensação de calor em Barra dos Coqueiros?
- 4) Esse período que você marcou na questão 3 está relacionada a qual estação do ano?
- 5) Esse período de calor, na sua opinião, está associado à falta de chuvas? Por quê?
- 6) Na escala Celsius (°C), você considera que a sensação de calor, em Barra dos Coqueiros, existe a partir de qual temperatura?
- 7) A quais fatores você relaciona à existência de calor em Barra dos Coqueiros?
- 8) O que lhe vem à mente quando você pensa em desconforto térmico?
- 9) Quando surge a possível sensação de desconforto térmico em Barra dos Coqueiros? Por quê?
- 10) Em quais circunstâncias você sente conforto térmico em Barra dos Coqueiros?
- 11) Em que circunstâncias você sente desconforto térmico em Barra dos Coqueiros?

- 12) Em qual bairro da Barra dos Coqueiros você percebe que há maior sensação de calor ou de desconforto térmico? Por quê?
- 13) Quais consequências oriundas do desconforto térmico são sentidas pela população da Barra dos Coqueiros?
- 14) Quais cuidados as pessoas precisam tomar para evitar as doenças ocasionadas em decorrência do mal-estar provocado pelo desconforto térmico?
- 15) Em sua opinião, se você considera que há sensação de desconforto térmico em Barra dos Coqueiros, o que deveria ser feito para minimizar essa situação?

Do total de 315 questionários aplicados, e tentando traçar um perfil sociodemográfico dos respondentes, foram obtidos os seguintes dados: 55.7% dos questionários foram respondidos por indivíduos do gênero masculino, enquanto 44.3% foram respondidos por indivíduos do gênero feminino; tal constatação destoa levemente em relação aos dados apresentados no censo demográfico realizado pelo IBGE, em 2022, em que a maior parte da população barracoqueirense é do gênero feminino. Dentre os indivíduos que compõem a amostra de dados, 78.87% se enquadram na faixa adulta (20 a 59 anos), já 15.71% dos respondentes correspondem à faixa de idosos, e apenas 5.42% representam a faixa de jovens; essa tendência segue o padrão da distribuição populacional estadual (sergipana) e nacional (brasileira), em que a maior porcentagem se concentra na parcela de adultos.

Como um dos critérios foi a relação de vivência para responder ao questionário, 100% do universo amostral informou residir em Barra dos Coqueiros, principalmente em bairros centrais; apenas uma pequena porcentagem reside nos demais bairros da cidade (4,28%). Entretanto, boa parte da população não nasceu no município onde vive, mas em Aracaju, o que pode ser explicado pela proximidade com a capital sergipana já que esta apresenta uma quantidade maior de maternidades, ou ainda pelo fato de o município barracoqueirense, na atualidade, atrair migrantes de diversos territórios sergipanos e dos demais estados brasileiros, motivados pelo *boom* imobiliário e por melhorias nos serviços, inclusive nos de infraestrutura. Nesse caso, 78% da amostra tem origem sergipana; desses, apenas 35% são de origem barracoqueirense.

Dentre a totalidade da amostra, a grande maioria (59,14%) evidenciou que já habitava em Barra dos Coqueiros mesmo antes da construção da ponte que interliga o

município à capital Aracaju; os demais 38,57% escolheram residir na cidade após a facilidade de acesso e por conta das intervenções estruturais implementadas após a edificação da ponte Construtor João Alves.

E os motivos de optarem por morar em Barra dos Coqueiros não são poucos, porém foram agrupados em quatro principais categorias, a saber: aqueles relacionados ao núcleo familiar (casamento ou acompanhar os pais porque mudaram de cidade) obtiveram a maioria das respostas, com 40.65%; na sequência, o item trabalho e estudos alcançaram 31.31% das respostas. Enquanto isso, o item qualidade de vida ocupa a terceira posição, contendo 26.42% das respostas atribuídas pelos respondentes do questionário; proximidade com capital, segurança e facilidade de acesso à praia foram os itens mais apontados entre as opções disponíveis.

A última categoria, e não menos importante, tem relação com as habitações. E os fatores mais evidentes foram: o preço acessível das moradias quando comparadas ao valor atribuído pelo mercado imobiliário às residências existentes em Aracaju, bem como a diversidade de imóveis (desde as casas simples e os apartamentos de quatro andares dispostos em bairros semiestruturados aos condomínios residenciais fechados de alto padrão arquitetônico, situados em áreas privilegiadas, dotadas de ótima infraestrutura).

Foram selecionadas as opiniões dos moradores abaixo discriminados, revelando os motivos pelos quais escolheram a Barra dos Coqueiros como local de moradia: enquanto o respondente A2 alegou a ocupação de terra para construir sua casa própria, o respondente A4 viu uma oportunidade de gerar renda mediante o trabalho; sob outra perspectiva, o respondente A8 vislumbrou a calma e a segurança da cidade, entretanto o respondente A15 foi atraído pelo preço acessível das moradias. Para o respondente A37, a escolha se deu pelo fato de a cidade proporcionar calma e por estar próxima aos serviços ofertados pela capital; já o morador A323 buscou, primordialmente, a garantia por qualidade de vida.

i) [**Respondente A2 – gênero feminino, adulta entre 40 e 60 anos de idade, nascida em Aracaju, residente no bairro Marcela Déda, desempregada, com renda mensal proveniente dos benefícios sociais**]: *Sempre tive uma vida sofrida, meu fio. E meu maior sonho sempre foi ter uma casa própria. Então, surgiu a oportunidade de participar de uma*

invasão na Barra, logo depois que inauguraram a ponte. Ai eu e meu marido conseguiu fazer a nossa casinha simples.

ii) [**Respondente A4 – gênero masculino, adulto entre 40 e 60 anos de idade, nascido em Nossa Senhora do Socorro, morador do bairro Caminho da Praia, comerciante, com renda mensal entre quatro e dez salários-mínimos**]: *Encontrei aqui, na Barra, uma oportunidade para estabelecer meu comércio. Aqui não tinha armazém e abri um. E graças a Deus deu certo!*

iii) [**Respondente A8 – gênero masculino, idoso, nascido em Aracaju, morador do bairro Marcelo Déda, eletricista, com renda mensal de um salário-mínimo**]: *Eu vim morar na Barra dos Coqueiros bem antes da construção da ponte para fugir da cidade grande. Naquela época Aracaju tava crescendo e eu queria um local calmo e bom pra se morar, tanto eu quanto minha família. A Barra foi esse lugar que escolhi e não me arrependo, embora hoje em dia não está mais tão calmo como era antes.*

iv) [**Respondente A15 – gênero masculino, adulto entre 20 e 40 anos de idade, nascido em Aracaju, morador do bairro Prisco Viana, professor, com renda mensal entre dois e quatro salários-mínimos**]: *Como eu iria me casar, procurei apartamentos para comprar. E os apartamentos com melhor custo-benefício eu encontrei aqui na Barra. Estavam mais baratos do que os que pesquisei em Aracaju.*

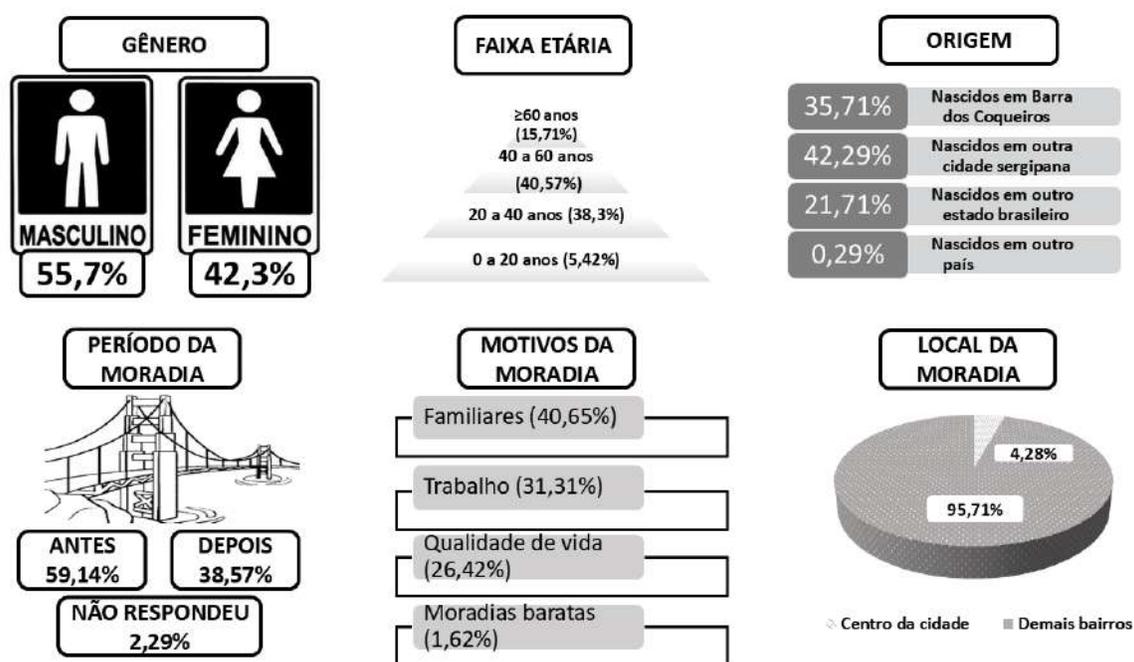
v) [**Respondente A37 – gênero masculino, adulto entre 20 e 40 anos de idade, nascido em Aracaju, morador do bairro Caminho da Praia, cozinheiro, com renda mensal entre dois e quatro salários-mínimos**]: *Escolhi morar na Barra dos Coqueiros por encontrar na cidade um lugar que me traz paz, em que me sinto bem. Quando não encontro o que preciso na Barra, recorro ao comércio em Aracaju e é super perto. Então resolvo rápido.*

vi) [**Respondente A323 – gênero feminino, adulta entre 20 e 40 anos de idade, nascida em Augustinópolis/TO, moradora do bairro Luar da Barra, empresária, com renda mensal de quatro a dez salários-mínimos**]: *Já estive na Barra antes enquanto fazia turismo*

em Sergipe. Me senti bem com a energia do lugar. Achei a cidade linda, aconchegante e em desenvolvimento. Resolvi comprar uma casa em condomínio fechado com acesso à praia. Posso desfrutar de qualidade de vida que não tinha em Tocantins.

O infográfico (figura 45) possibilita visualizar e compreender os dados descritos até o momento, no que concerne aos aspectos demográficos obtidos pelos indivíduos, mediante as respostas aos questionários aplicados.

Figura 45 – Infográfico contendo as características demográficas da amostra da pesquisa.



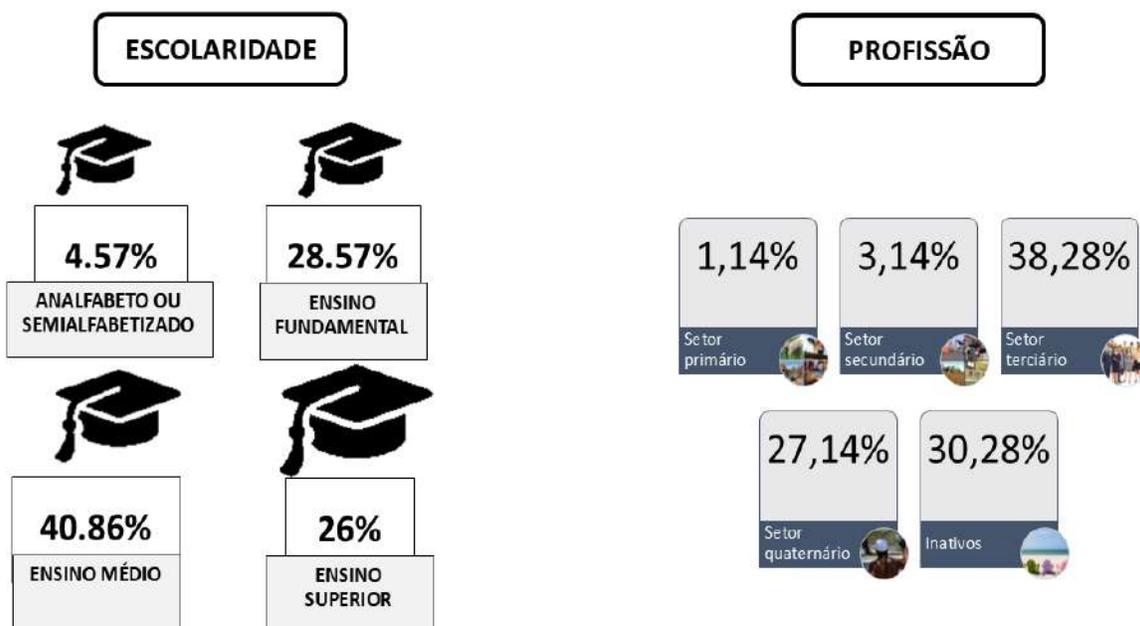
Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Ainda no que concerne às características demográficas, analisa-se o quesito grau de escolaridade: quase 70% dos habitantes possuem algum grau de estudo na educação básica, seja relativo ao ensino fundamental concluído ou não (28.57%), seja relacionado à conclusão ou não do ensino médio (40.86%); aos ingressantes ou concludentes do ensino superior esse percentual é de 26% dos respondentes; apenas 4.57% da amostra revelou ser analfabeto ou semialfabetizado.

Tais dados refletem na escolha da profissão, e, conseqüentemente, na renda mensal das famílias barracoqueirenses. A propósito, 38.28% trabalham em profissões inseridas no

setor terciário da economia, enquanto 27.14% produzem renda no setor quaternário (o da informalidade) e cerca de 30.28% ou está desempregado ou está inativo (a exemplo dos aposentados e dos pensionistas). Um outro ponto a ser destacado é o fato de 1.14% da população economicamente ativa trabalhar em atividades agropecuárias. Embora não existam mais povoados (zona rural) na área de estudo, a prática agropecuária ainda persiste em roças e em pequenas áreas onde predominam as atividades extrativistas de coco e de mangaba. O infográfico (figura 46) evidencia o grau de escolaridade e a profissão do universo amostral.

Figura 46 – Infográfico contendo informações sobre o grau de escolaridade e setores da economia dos respondentes do questionário.



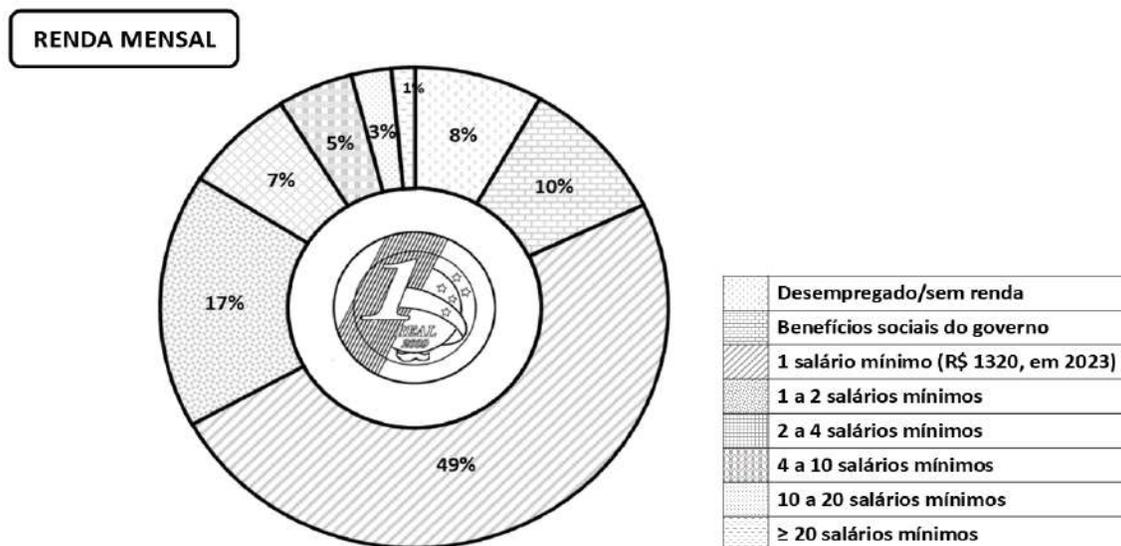
Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

De acordo com os dados apresentados no parágrafo anterior, é de se esperar que quase metade dos trabalhadores com baixo grau de instrução adquira renda mensal de apenas um salário-mínimo¹⁸. Há aqueles (18%) que possuem renda abaixo de um salário-mínimo, correspondendo a 8% de desempregados e a 10% dos que são beneficiados com auxílios

¹⁸ O salário-mínimo brasileiro, em 2023, período em que foi realizada a coleta de dados por meio da aplicação dos questionários à população residente de Barra dos Coqueiros, alcançava o patamar de R\$ 1.320,00 (mil trezentos e vinte reais).

sociais repassados pelo Governo Federal. Inversamente proporcional é a relação entre o grau de escolaridade e parcela da população que recebe os maiores salários, como pode ser visto no gráfico 7, a seguir. Quanto maior for o grau de instrução do profissional, maiores serão os proventos recebidos. Porém, os maiores salários são abarcados apenas por uma ínfima parcela de moradores que integram as classes sociais A e B¹⁹.

Gráfico 7 - Distribuição de renda da população amostral em Barra dos Coqueiros no ano de 2023.

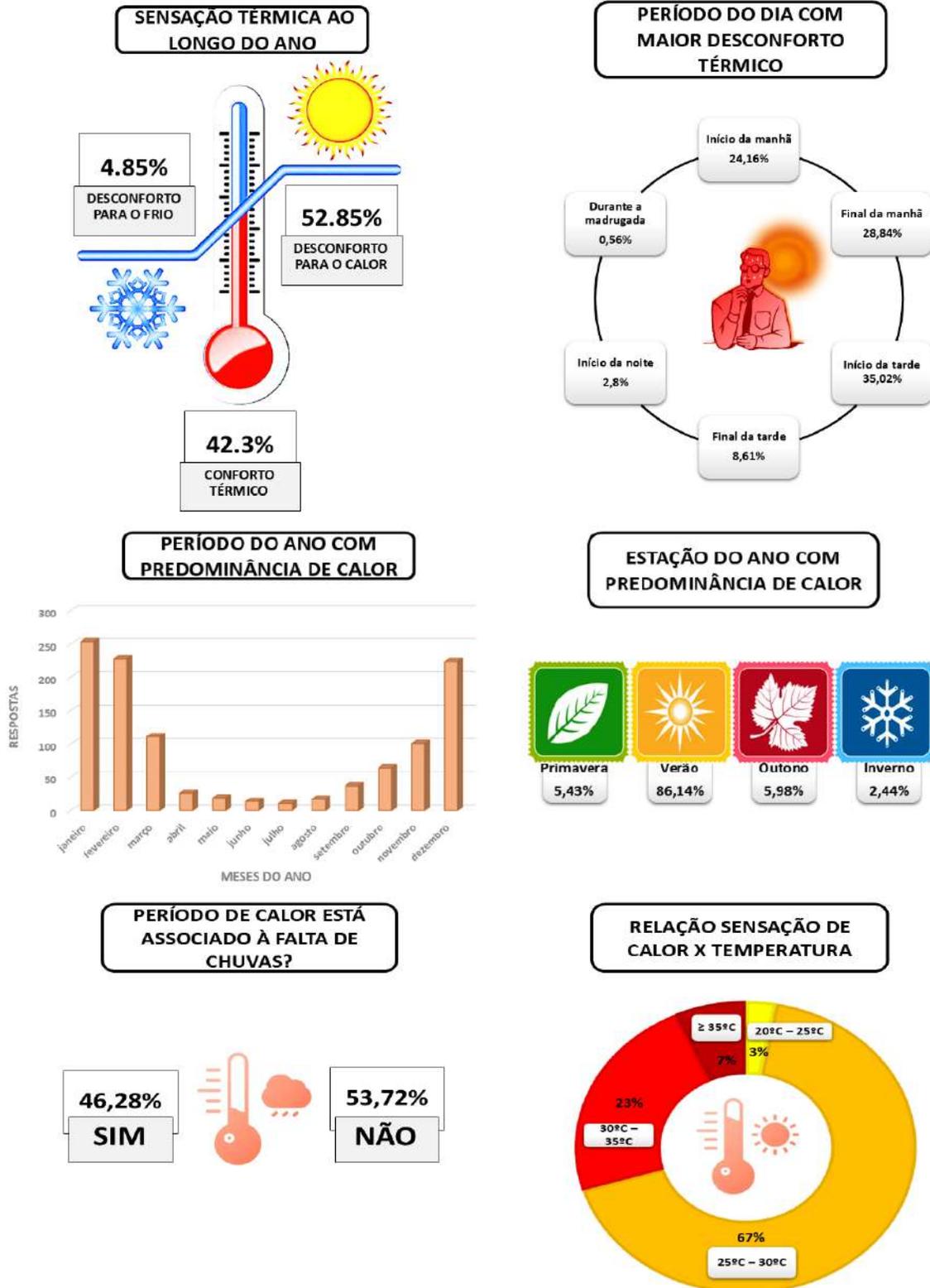


Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Já traçado o perfil demográfico da amostra, é chegado o momento em que foram averiguadas e analisadas as respostas que traduzem a percepção climática da população quanto à problemática de estudo. Sendo assim, por meio dos resultados evidenciados no infográfico (figura 47), serão feitas as análises das respostas aos quesitos de 1 a 6 da seção II do questionário.

¹⁹ De acordo com o IBGE, a estratificação econômica brasileira define a classe socioeconômica A como sendo aquela que compreende famílias com vencimentos mensais superiores a vinte salários-mínimos; já a classe socioeconômica B engloba as famílias com renda entre dez e vinte salários-mínimos mensais.

Figura 47 – Infográfico contendo informações associativas entre temperatura, desconforto térmico e período.



Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Quando questionados a respeito da sensação térmica predominante em Barra dos Coqueiros ao longo de todo o ano, a maioria dos respondentes (52.85%) entende que há sensação de desconforto para o calor, embora não seja um consenso entre a população, pois 42.3% dos respondentes informaram não sentir desconforto térmico ao longo do ano, o que é um tanto divergente, pois quando foram questionados a partir de qual temperatura na escala celsius (°C) perceberiam a sensação de calor, 67% dos respondentes constataram que se daria entre 25°C e 30°C e que essa sensação de desconforto se intensificaria após os 30°C (o que equivale a 30% das respostas), computando 97% dos indivíduos que sentem desconforto para o calor na cidade.

Talvez, a divergência na resposta ocorra pelo fato de que por residirem em uma cidade litorânea, onde casas de veraneio foram construídas às margens do rio Sergipe ou nas adjacências das praias e ocorra a circulação de brisas marítimas, foi criada a ilusão de uma vida urbana idílica, confortável, perfeita. Por conta do “mito da vida ao pé-na-areia”, alguns moradores não percebem claramente que as alterações na paisagem urbana do município têm desencadeado o desconforto térmico, cenário agravado, também, pela impermeabilização e pelo adensamento do solo urbano.

Segundo o **respondente A147 (gênero masculino, adulto na faixa etária entre 20 e 40 anos, nascido em Aracaju/SE, residente no bairro Jatobá, corretor de seguro, com ensino superior completo e renda mensal até dois salários-mínimos)**, o desconforto para o calor se dá porque *o clima daqui é muito quente*. Tal assertiva tem relação com a resposta do **sujeito A59 (gênero masculino, com idade entre 40 e 60 anos, nascido em Barra dos Coqueiros/SE, morador do bairro Capuã, político, com ensino médio completo e renda mensal de até dois salários-mínimos)** quando afirma que o desconforto ocorre *por conta do clima tropical, com suas elevadas temperaturas*. Correlativamente, as respostas anteriores aproximam-se da opinião do **respondente A46 (gênero feminino, na faixa de idade entre 40 e 60 anos de idade, nascida em Santo Amaro das Brotas/SE, moradora do bairro Recanto dos Caranguejos, escolaridade ensino médio incompleto, dona de casa e beneficiária dos auxílios sociais repassados pelo Governo Federal)** que insiste em afirmar *toda a Barra é quente, mas pode ficar mais quente ainda a depender do mês*. Provavelmente, o respondente A46 quis situar sua resposta aplicando-a aos meses de verão (estação quente), em que as temperaturas ficam mais elevadas quando comparada às demais estações do ano.

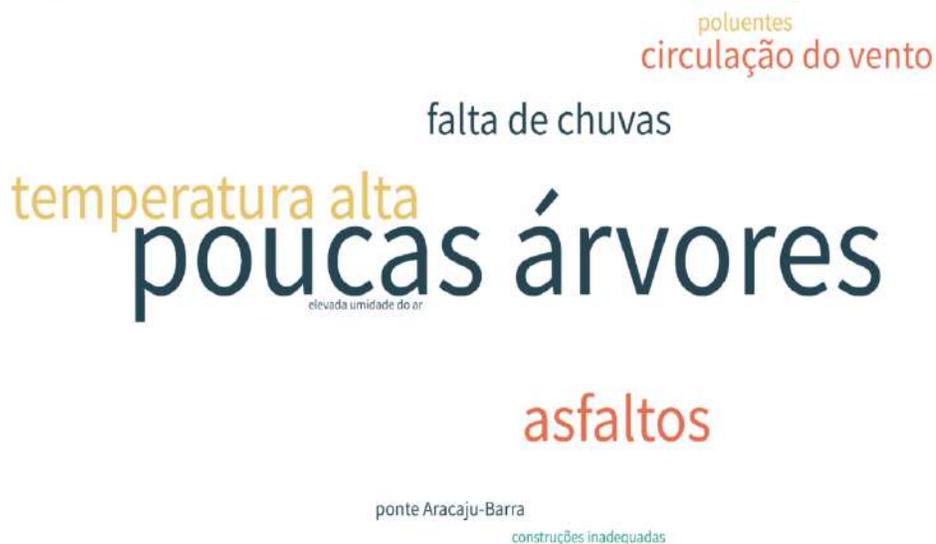
Mediante as respostas obtidas com o auxílio dos questionários, fica evidente que a sensação de desconforto térmico para o calor ocorre ao final da manhã e durante o início da tarde (63.86%) e diminui ao final da tarde se estendendo pela madrugada quando as temperaturas tendem a ser reduzidas. Correlativamente, tal desconforto predomina entre os meses de dezembro a março, o que corresponde ao verão local, estação em que as temperaturas são mais elevadas, passando facilmente dos 30°C.

É relevante considerar que para 53.72% da população a sensação de calor não tem a mínima relação com a ausência de precipitações pluviométricas; os respondentes associam o calor aos fatores elencados na figura 48. Para esta questão e algumas outras posteriores, as respostas foram tratadas na plataforma *wordcloud.online/pt* e agrupadas sob a forma de nuvem de palavras, em que as palavras com maior expressividade/notoriedade se correlacionam àquelas com maior frequência de respostas ao questionário.

‘A quais fatores você relaciona à existência de calor em Barra dos Coqueiros?’

Os respondentes associam a existência de calor atrelada aos fatores socioambientais, tanto àqueles relativos aos elementos climáticos (temperatura, umidade do ar e circulação do ar) como aqueles de natureza antrópica, a exemplo de obras de infraestrutura urbanísticas e da emissão de poluentes em decorrência do acréscimo de veículos automotores ao tráfego barracoqueirense (figura 48).

Figura 48 – Fatores relacionados à existência de calor em Barra dos Coqueiros.



Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Neste contexto, é essencial destacar a opinião de alguns respondentes para tal questionamento:

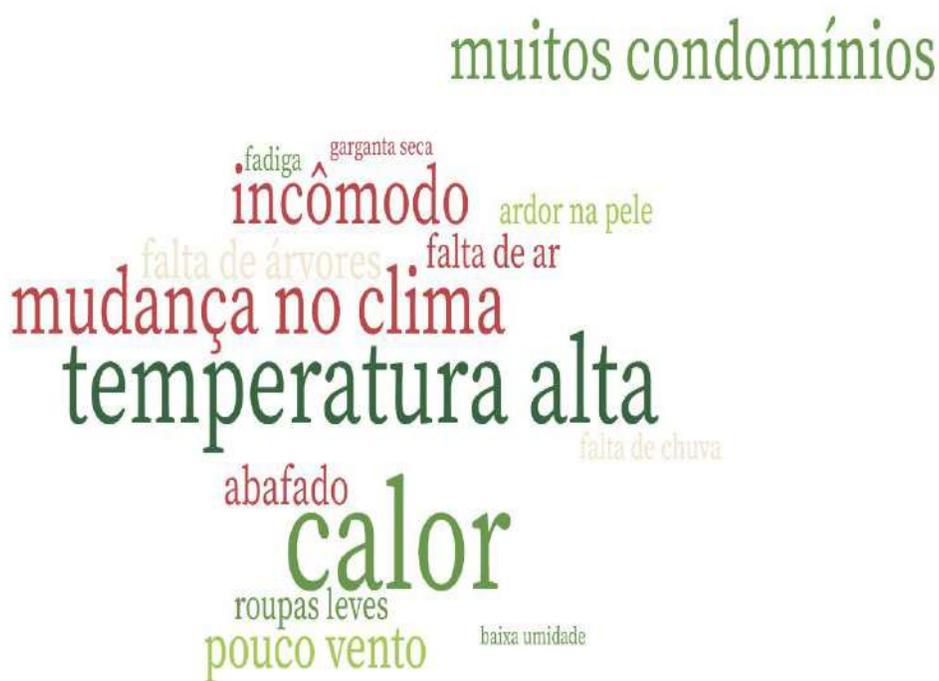
- i) [Respondente A301 – gênero masculino, com idade entre 40 e 60 anos, natural de Alagoas, morador do bairro Luar da Barra, garçom, ensino fundamental completo, com renda mensal de um salário-mínimo]: *A natureza está diferente. Parece que o clima mudou. Antigamente era melhor; era mais fresco.*
- ii) [Respondente A207 – gênero masculino, adulto entre 20 e 40 anos de idade, nascido em Aracaju, residente do bairro Recanto dos Caranguejos, ensino médio incompleto, desempregado, sem renda]: *É culpa da humanidade mesmo, que só vive maltratando o planeta.*
- iii) [Respondente A96 – gênero feminino, adulta entre 20 e 40 anos, nascida em Aracaju, moradora do bairro Paraíso da Barra, funcionária pública, ensino médio completo, com renda de até dois salários-mínimos]: *Devido ao efeito estufa, a Terra está ficando cada vez mais quente. E isso tá castigando a gente.*
- iv) [Respondente A61 – gênero masculino, adulto entre 40 e 60 anos de idade, nascido em São Paulo, morador do bairro Olhos d’água, comerciante, ensino superior completo, com renda mensal entre dois e quatro salários-mínimos]: *Depois da derrubada de muitos coqueiros pra dar lugar aos condomínios, percebo que o calor ficou maior.*
- v) [Respondente A130 - gênero masculino, adulto entre 20 e 40 anos de idade, nascido em Pacatuba/SE, morador do bairro Marcelo Déda, porteiro, ensino médio completo, com renda mensal até dois salários-mínimos]: *O calor que sentimos aqui na Barra é normal, afinal estamos no Nordeste.*

É possível inferir uma análise complementar às respostas descritas anteriormente. Percebe-se que nas falas dos respondentes A301, A207, A96 e A61 há uma relação convergente para o entendimento de que os fatores causadores do calor advêm da variabilidade climática global e local, intensificada por intervenções humanas nas paisagens e nos territórios, motivadas pela obtenção de lucros, como é o caso do setor imobiliário em Barra dos Coqueiros. Divergindo das demais respostas, o respondente A130 entende que o

calor local é resultado do clima regional tropical quente e úmido no Nordeste, onde predominam elevadas temperaturas e elevada umidade ao longo de todo o ano.

‘O que lhe vem à mente quando você pensa em desconforto térmico?’ Esse quesito inserido ao questionário tentou averiguar subjetivamente as associações que a população faz com a sensação de desconforto. Para muitas pessoas, o desconforto está associado com as reações fisiológicas no corpo humano; enquanto isso, para outros indivíduos, está relacionado a fatores externos, a exemplo dos elementos do clima (temperatura e umidade), bem como a fatores relacionados ao setor imobiliário, a exemplo da prática do desmatamento visando à construção de inúmeros condomínios urbanos. A figura 49 revela as associações mais apontadas pelos respondentes ao questionário.

Figura 49 – Nuvem de palavras contendo as associações feitas pela população ao desconforto térmico.



Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

A respeito do quesito ‘Quando surge a possível sensação de desconforto térmico em Barra dos Coqueiros?’, ficou evidente que a população amostral (aproximadamente 60%) entende que a partir da construção da ponte Construtor João Alves, que liga a Barra dos Coqueiros à capital sergipana, foram intensificadas obras urbanísticas que contribuíram

para a retenção de calor, causando o desconforto térmico sentido pelos residentes. A figura 50 mostra essa porcentagem e elenca os motivos os quais colaboraram para tal sensação de desconforto térmico.

Figura 50 – Infográfico contendo o período e os fatores causadores do desconforto térmico em Barra dos Coqueiros/SE.



Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Nesse sentido, os respondentes A284, A199, A40, A312, A180 e A315 apresentam opiniões complementares quanto ao quesito, evidenciando por meio de suas falas as transformações socioambientais que ocorreram em Barra dos Coqueiros após a construção da PCJA. Em contraposição, os respondentes A66 e A99 entendem que não há relação entre o aumento na sensação de calor e as mudanças que vêm ocorrendo à cidade em decorrência do *boom* imobiliário.

- i) [Respondente A284 – gênero feminino, com idade entre 20 e 40 anos, natural de Aracaju/SE, moradora do bairro Capuã, comerciante, ensino superior completo, com renda mensal de até dois salários-mínimos]: *Eu moro na Barra mesmo antes da construção da ponte. Sempre fez calor, mas nos últimos anos tem piorado.*
- ii) [Respondente A199 – gênero masculino, idade entre 20 e 40 anos, nascido em Barra dos Coqueiros, morador do bairro Paraíso da Barra, operador de embarcação

marítima, ensino médio completo, com renda até dois salários-mínimos]: *Nasci e me criei aqui na Barra. E o calor infernal é por conta do desmatamento.*

iii) **[Respondente A40 – gênero feminino, idosa (com mais de 60 anos de idade), proveniente do estado de Alagoas, moradora do bairro Espaço Tropical, artesã, ensino fundamental completo, com renda de até um salário-mínimo]:** *Após a construção da ponte, a Barra evoluiu. A cidade cresceu. E para que as muitas obras fossem feitas, foram derrubados muitos coqueiros. Eu acredito que isso foi o motivo pra gente sentir tanto calor.*

iv) **[Respondente A312 – gênero feminino, na faixa etária entre 20 e 40 anos de idade, com origem em Aracaju/SE, moradora do bairro Baixo, estudante do ensino superior, sem renda financeira]:** *Eu acredito que isso é resultado da diminuição da área verde da cidade pra dar lugar aos condomínios, que tem aumentado, ultimamente.*

v) **[Respondente A180 – gênero masculino, com mais de 60 anos de idade, proveniente do estado da Bahia, residente no bairro Paraíso da Barra, taxista, ensino fundamental completo, com renda de até um salário-mínimo]:** *A inauguração da ponte favoreceu um aumento no fluxo de carros e na construção de casas, atraindo mais pessoas para morar aqui. E isso gera mais calor pra cidade.*

vi) **[Respondente A315 – gênero masculino, na faixa etária compreendida entre os 20 e 40 anos, sergipano, morador do bairro Prisco Viana, funcionário em empresa privada, ensino médio completo e possui renda mensal de um salário-mínimo]:** *A construção da ponte afetou, de alguma maneira, o clima na cidade.*

vii) **[Respondente A66 – gênero masculino, entre 20 e 40 anos de idade, natural do Propriá/SE, morador do bairro Caminho da Praia, técnico administrativo, ensino superior completo, com renda mensal de até dois salários-mínimos]:** *Moro aqui desde bem antes da construção da ponte. E nada mudou quanto ao calor. Aliás, eu nem acho que causa desconforto. Já morei em lugares piores, que eram muito mais quentes.*

viii) **[Respondente A99 – gênero masculino, com idade entre 40 e 60 anos, nascido em Aracaju/SE, morador do bairro Baixo, vigilante, ensino médio completo e renda financeira mensal de um salário-mínimo]:** *Nada mudou quanto ao calor. Já era assim. Continua a mesma coisa.*

A pergunta de número 10 questiona os indivíduos em que circunstâncias eles sentem conforto térmico em Barra dos Coqueiros. Das seis alternativas presentes no questionário, os respondentes poderiam fazer a opção por mais de uma alternativa, ficando evidente que o conforto térmico pode ocorrer pela climatização desencadeada por fatores naturais (circulação de ar ou sombra de árvores) ou ser feita de maneira artificial, usando aparelhos eletrônicos como ventiladores e ares-condicionados. A seguir, a figura 51 aponta em que circunstâncias o conforto térmico é sentido pela população local.

Figura 51 – Circunstâncias de conforto térmico sentidas pela população barracoqueirense.



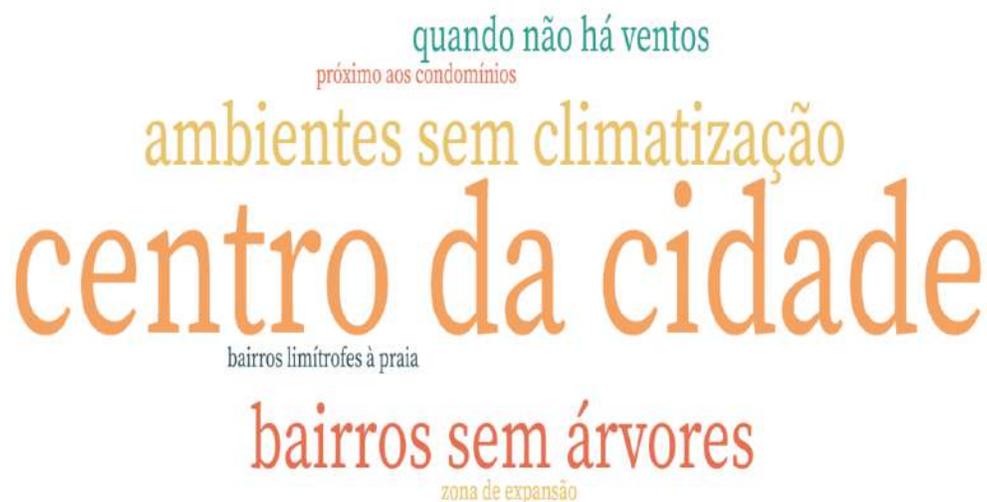
Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Em contraposição à questão anterior, também foi indagado à população o seguinte: **em que circunstâncias você sente desconforto térmico em Barra dos Coqueiros?** Nota-se que a grande maioria do universo amostral está ciente da problemática e a associa a áreas

da cidade detentoras de obras de infraestrutura, bem como ao centro comercial da cidade devido à concentração de lojas, pessoas e tráfego, além dos bairros ocupados por inúmeros condomínios (verticais e horizontais) construídos com materiais retentores de calor. Para alguns dos respondentes, problemas de circulação do ar e a escassez de árvores distribuídas nas áreas mais urbanizadas da cidade têm sido apontadas como as principais causas do desconforto térmico. Em consonância com a pergunta acima, e embora seja em menor frequência, há ainda aqueles que acreditam como causa primordial para o desconforto térmico a maior incidência de raios solares na zona praial da cidade.

Das sete opções disponíveis para escolha, era possível marcar mais de uma alternativa como resposta. Sendo assim, a frequência dessas respostas foi organizada sob a forma de nuvem de palavras, dispostas na figura 52.

Figura 52 – Circunstâncias apontadas pela população para a sensação de desconforto térmico.

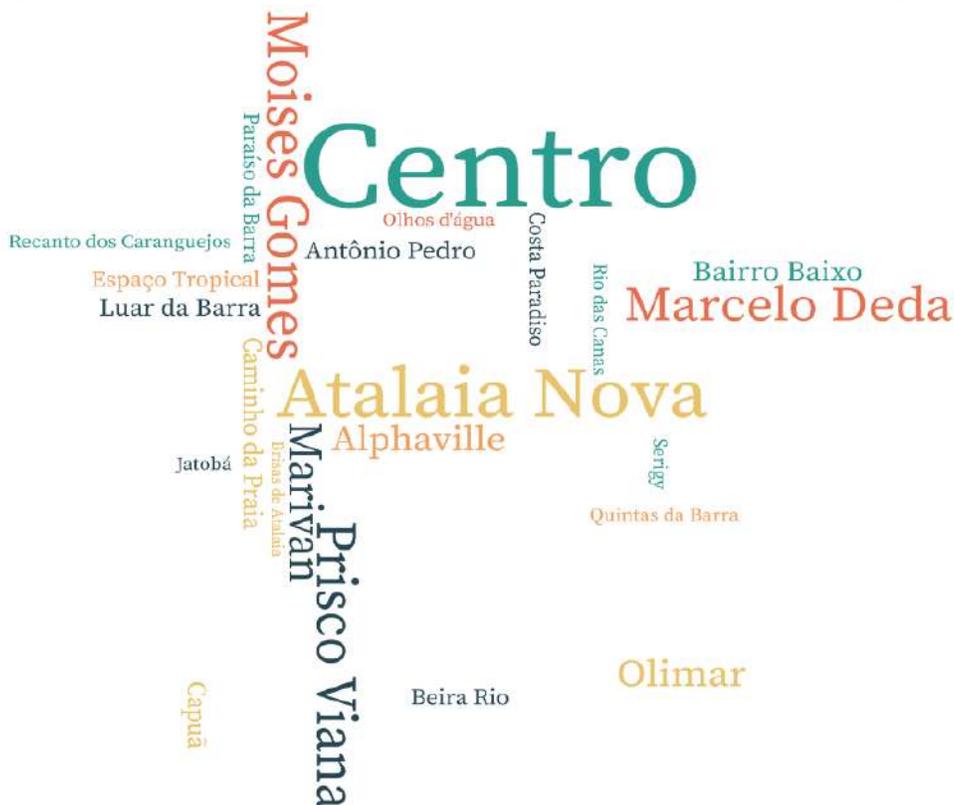


Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Mediante a análise das respostas obtidas para o questionamento ‘**Em qual bairro da Barra dos Coqueiros você percebe que há maior sensação de calor ou de desconforto térmico?**’, constatou-se que os bairros com maior povoamento correspondem, também, aos bairros onde é possível sentir maior desconforto térmico. Isso é possível de compreender por que a população barracoqueirense se concentra na circunvizinhança ao centro da cidade devido à busca por serviços e à procura pelo comércio local, a exemplo dos bairros Prisco Viana, Marivan, Moisés Gomes e Marcelo Deda. A figura 53 traz um apanhado geral dos

bairros caracterizados por apresentar maior desconforto térmico, conforme dados do questionário.

Figura 53 – Frequência dos bairros com maior desconforto térmico em Barra dos Coqueiros.



Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

É válido considerar o registro dos seguintes respondentes para entender, sob a ótica deles, porque a região central de povoamento da cidade de Barra dos Coqueiros é aquela em que a população sente maior desconforto térmico, quando comparados aos demais bairros:

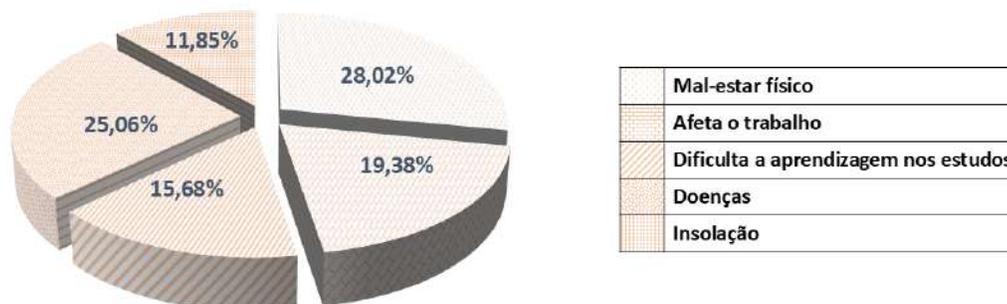
i) [Respondente A38 – gênero masculino, entre 40 e 60 anos de idade, nascido em Maceió/AL, morador do bairro Rio das Canas, comerciante, ensino superior completo, com renda mensal de até dois salários-mínimos]: *Não existem mais tantas árvores como antigamente nos bairros Antônio Pedro, Baixo, Centro, Espaço Tropical, Luar da Barra, Marivan e Olimar. E a estrada de terra cedeu espaço para o asfalto nos bairros. E o asfalto acumula calor.*

ii) [Respondente A55 – gênero masculino, com idade entre 40 e 60 anos, natural de São Cristóvão/SE, residente no bairro Baixo, eletricitista, ensino médio completo e perfaz renda mensal de até dois salários-mínimos]: *A circulação do vento tá prejudicada por conta dos prédios que estão construindo. Então o vento não tá chegando mais na região do Centro, já que os outros bairros estão em volta dele e aí se coloca como uma barreira. É o que eu penso.*

iii) [Respondente A222 – gênero feminino, na faixa etária acima dos 60 anos, nascida e criada em Barra dos Coqueiros, residente no bairro Capuã, aposentada, ensino fundamental completo, com renda mensal de um salário-mínimo]: *Hoje em dia, meu filho, tem muito mais casas, mais prédios, mais condomínios em tudo que é bairro, aqui na Barra. E não se pensa nos materiais usados na construção. Meu marido foi chefe de obras a vida toda e ele me dizia que as empresas sempre usavam os materiais mais baratos e não se preocupavam nenhum pouco se esses materiais iriam proporcionar mais calor para os compradores dos imóveis. Como o Centro é o bairro mais antigo daqui, ainda fica pior o calor. Se hoje em dia, com essa modernidade toda, não estão nem aí, imagine antigamente.*

Na antepenúltima questão foi solicitado aos indivíduos que escolhessem mais de uma resposta para o seguinte questionamento: ‘**Quais consequências oriundas do desconforto térmico são sentidas pela população da Barra dos Coqueiros?**’. O gráfico obtido (gráfico 8) demonstra que o desconforto térmico não causa somente mal-estar fisiológico ou doenças, mas afeta, também, atividades cotidianas, como os estudos e o trabalho.

Gráfico 8 – Consequências decorrentes do desconforto térmico sentidas pela população barracoqueirense.



Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

Já no penúltimo quesito do questionário aplicado, relacionado à percepção climática, indagou-se: ‘**Quais cuidados as pessoas precisam tomar para evitar as doenças ocasionadas em decorrência do mal-estar provocado pelo desconforto térmico?**’. As respostas dadas (figura 54) demonstram certo teor de conhecimento a respeito do assunto. Por ser uma cidade litorânea, situada na zona intertropical do planeta, a incidência solar é muito maior do que nas demais zonas térmicas. Sendo assim, a população local conhece os riscos a que podem sofrer com a exposição indevida ao sol em horários não recomendáveis pela OMS (Organização Mundial da Saúde), entre às 10h e às 16h e, portanto, protegem-se de diversas formas, adotando hábitos saudáveis como a ingestão maior de líquidos e consumo de frutas, além de usarem acessórios que protegem a pele (óculos escuros, bonés e chapéus, camisa manga comprida com filtro de bloqueio solar), inclusive do uso de cosméticos que exercem a função de protetor solar.

Figura 54 – Cuidados para evitar mal-estar intensificado pelo desconforto térmico.

exercícios físicos
evitar exposição solar
ingestão de líquidos
usar protetor solar
utilizar acessórios adequados
consumir frutas

Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2025).

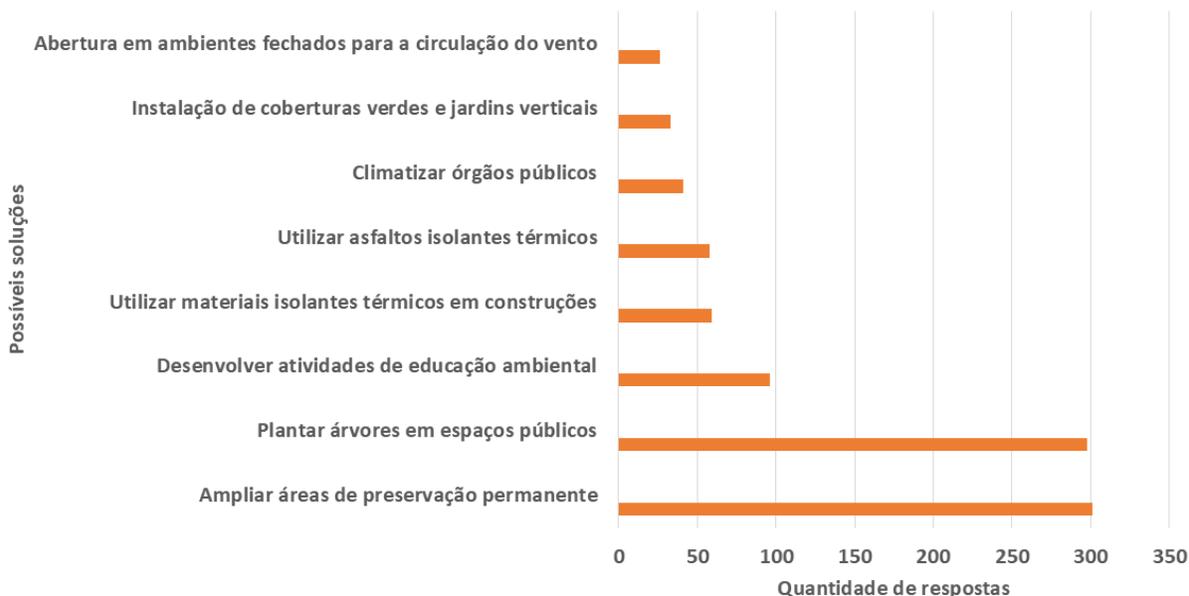
Além dos fatores elencados anteriormente, cabe ressaltar aqui sugestões atribuídas pelos sujeitos da amostra de dados:

- i) [Respondente A14 – gênero feminino, na faixa etária entre 20 e 40 anos de idade, originária de Estância/SE, residente do bairro Rio das Canas, operadora de caixa, ensino superior completo e perfaz renda mensal de um salário-mínimo]: *Quando o calor aperta, eu ligo é o ar-condicionado. Não tem coisa melhor.*
- ii) [Respondente A13 – gênero feminino, com idade entre 20 e 40 anos, natural de Aracaju/SE, moradora do bairro Recanto dos Caranguejos, feirante, ensino médio

completo e renda mensal de um salário-mínimo]: *Um cuidado essencial é tomar banho toda vez que tiver sentindo calor. Além de refrescar o corpo, alivia a mente de todo o estresse psicológico.*

Quanto à última questão, foi solicitado que os respondentes pudessem marcar mais de uma alternativa para a seguinte pergunta: **‘O que deveria ser feito para minimizar essa situação de desconforto térmico em Barra dos Coqueiros?’**. Conforme pode ser observado no gráfico (gráfico 9), dentre as possíveis soluções, as que mais se destacaram tem relação com a arborização ou o reflorestamento de áreas degradadas associadas com práticas de educação ambiental, a fim de promover sensibilização na população local. Em seguida, a utilização por materiais construtivos e asfálticos que fossem isolantes térmicos foram apontados como uma alternativa adequada para se evitar o calor extremo nos prédios (instituições públicas, empresas e residências) e nas vias públicas de intenso tráfego.

Gráfico 9 – Soluções apontadas para reduzir o desconforto térmico em Barra dos Coqueiros/SE.



Fonte: Pesquisa de campo. Org.: O autor (2024).

Dentre os moradores que responderam ao questionamento descrito no parágrafo anterior, três respostas chamaram a atenção, sendo uma delas pelo teor de sensibilidade ambiental; em oposição, as outras duas sugerem tomada de decisões um tanto extremas e difíceis de serem implementadas. São elas:

- i) [**Respondente A147 – gênero masculino, adulto na faixa etária entre 20 e 40 anos, nascido em Aracaju/SE, residente no bairro Jatobá, corretor de seguro, ensino superior completo, com renda mensal até dois salários-mínimos**]: *O ideal mesmo é destinar um espaço público para que seja construída uma área verde com o manejo adequado das espécies existentes.*
- ii) [**Respondente A59 – gênero masculino, com idade entre 40 e 60 anos, nascido em Barra dos Coqueiros/SE, morador do bairro Capuã, político, ensino médio completo, com renda de até dois salários-mínimos**]: *Não vejo outra solução a não ser derrubar os prédios altos porque eles atrapalham a circulação dos ventos.*
- iii) [**Respondente A184 – gênero feminino, idosa, natural de Aracaju/SE, moradora do bairro Luar da Barra, aposentada, ensino superior completo**]: *A culpa é do prefeito e do governador. Eles não se preocupam em cuidar do povo. Só querem desviar dinheiro. Por mim, eu já teria tirado eles do poder. Não prestam.*

Ao interpretar as respostas dos moradores (população amostral), ao longo das perguntas disponíveis no questionário, baseadas em percepções acerca da observação rítmica das variáveis atmosféricas (temperatura, umidade relativa do ar e vento) na cidade de Barra dos Coqueiros/SE, foi possível inferir que tais percepções forneceram informações esclarecedoras, ao demonstrar os impactos negativos ao bem-estar da população local quanto à sensação de desconforto térmico.

Constatou-se que parcela da população (52,85%) apresenta hipersensibilidade para o calor, sentindo desconforto fisiológico e psicológico, principalmente no período que se estende do final da manhã até meados da tarde; e esse desconforto sentido é intensificado no verão austral local (de dezembro a março) a partir da ultrapassagem dos 25°C, tornando-se extremo após os 30°C, e nada tem a ver com a ausência de chuvas.

Conforme alegam os moradores (59,71%), tal desconforto térmico tem origem após a construção da ponte, em 2006, quando houve o desmatamento da vegetação nativa para ceder espaço ao mercado imobiliário, a fim de se criar condições estruturais para acelerar a urbanização, o que resultou em impermeabilização do solo urbano, na ampliação do número de imóveis, no maior fluxo de pessoas, de empresas e de veículos automotores. Associado aos fatores de ordem antrópica, a temperatura elevou-se e a circulação do ar ficou prejudicada. Conseqüentemente, os nativos passaram a associar tais oscilações com reações

fisiológicas atípicas, até então, com destaque para fadigas, falta de ar, ardor na pele, insolação e, até mesmo, sentiram-se com rendimento psicológico prejudicado em tarefas que exigiam concentração, a exemplo dos estudos e das atividades laborais que dependem de certo esforço cognitivo.

Em consonância, as circunstâncias mais apontadas em que os moradores sentem desconforto térmico é quando precisam se deslocar para a região comercial, localizada no centro da cidade, ou ainda, quando se encontram em bairros com baixa cobertura vegetal, ou precisam estar em ambientes fechados, desprovidos de climatização artificial. Por conta da maior densidade populacional, da reduzida arborização, da cobertura asfáltica do solo e da prejudicada circulação do ar, os bairros situados à circunvizinhança do centro da cidade são aqueles em que se percebem maior sensação de desconforto térmico, como por exemplo os bairros Marcelo Déda, Marivan, Moisés Gomes e Prisco Viana, além do bairro Atalaia Nova que é bastante povoado, mas não se localiza na região central da cidade.

Diante de tal contexto, é sabido pela população da necessidade de tomar certos cuidados para evitar o mal-estar provocado em decorrência do desconforto térmico, como a adoção de hábitos saudáveis e o uso contínuo de acessórios que protejam a pele contra a excessiva exposição à radiação solar. Em contrapartida, é no inverno em que a população sente menos desconforto térmico ou quando se apresentam as seguintes circunstâncias, ao longo das demais estações do ano: favorecimento das correntes de ar, abrigo sob a sombra de árvores, ou climatização artificial em residências, prédios públicos e privados. Para os nativos, o conforto térmico seria alcançado com temperaturas oscilando entre 22° C e 24° C.

Os barracoqueirenses insistem na perspectiva de redução do desconforto térmico sentido ao longo das duas últimas décadas e apontam sugestões de mitigação decisivas à qualidade do ambiente urbano, a fim de se criar condições ambientalmente confortáveis. Ampliar áreas de preservação permanente, reflorestamento de espaços públicos, utilização de asfaltos isolantes térmicos e atividades de educação ambiental constituem a base para a tomada de decisões sustentáveis por parte das esferas públicas de poder. Associado a isso, e de competência particular das famílias, caberiam a criação de aberturas nos ambientes fechados para a circulação dos ventos, assim como a instalação de coberturas verdes e jardins verticais, além da escolha por materiais com propriedades de isolante térmico a ser usado em construções residenciais.

CONCLUSÕES

A cidade costeira de Barra dos Coqueiros tem experimentado crescimento urbanístico e urbanização acelerada desde a década de 2000 como resultado de investimentos estatais em obras de infraestrutura, criando condições para o mercado de construtoras civis se apropriarem de parcela das terras, promovendo a especulação imobiliária. E tudo isso ocorreu em um cenário de escassez do solo em Aracaju, o que contribuiu para fortalecer a expansão do mercado imobiliário em terras barracoqueirenses. Até aquele momento tida como cidade dormitório, Barra dos Coqueiros muda de função urbana e torna-se área de expansão de Aracaju, conurbando-se à capital, imediatamente após a implementação da ponte Construtor João Alves, ao promover conexão rodoviária entre as cidades vizinhas.

Consequentemente, áreas antes dominadas por cobertura vegetal, inclusive pelos bosques de mangues, cederam espaço aos empreendimentos residenciais (conjuntos habitacionais, além dos condomínios verticais e horizontais de médio a alto padrão arquitetônico) principalmente na extensão sul-sudoeste. Incluídos nesta conjuntura, o saldo migratório positivo, o acréscimo na frota de veículos e a ampliação de setores comerciais convergiram para remodelar as paisagens e impulsionar a dinâmica urbana na península.

Infelizmente, o crescimento urbanístico não foi pautado em um planejamento ambiental que considerasse a aplicação de medidas mitigadoras e adaptativas diante dos possíveis desajustes ao equilíbrio do sistema urbano e, por isso, a realidade que emergia veio acompanhada de impactos socioambientais significativos, tanto no que se refere à acentuação das desigualdades sociais de parcela considerável da população quanto pelos efeitos adversos da variabilidade do clima local, graças ao incremento da temperatura em áreas de maior adensamento urbano, afetando sobretudo a condição de conforto térmico nos ambientes externos da cidade.

Com o intuito de compreender a relação sistêmica entre as ações antropogênicas atuando sobre a paisagem urbana ao promover alterações no balanço de energia sobre a cidade e os efeitos adversos do clima urbano local sentidos pela população nativa, o pesquisador apropriou-se do método estruturalista de base sistêmica e de abordagem mista (qualiquantitativa) para respaldar tal investigação científica.

Nesse contexto, o foco quantitativo foi direcionado para: i) a classificação da área urbana de Barra dos Coqueiros em zonas climáticas locais, por meio da utilização do *software* LCZ4r (que envolve produtos técnico-científicos oriundos do mapeamento e do sensoriamento remoto); ii) a identificação e a intensidade das ilhas urbanas de calor que ocorreu com o auxílio da técnica de transecto móvel cujos dados de temperatura coletados foram processados no *software* *ElitechLogWin* e sua posterior espacialização ocorreu no ambiente Qgis. A aplicação do transecto móvel só foi possível graças à visita ao campo, que tinha como propósito reconhecer e definir o percurso a ser adotado para a coleta de dados.

Prosseguindo com a abordagem quantitativa foram: iii) utilizadas as cartas sinóticas aliada aos boletins técnicos e mapas temáticos para compreender as condições atmosféricas ao longo dos episódios de coleta de dados, tendo sido todas as representações disponibilizadas pelo INMET; iv) realizados os cálculos dos índices de conforto térmico (índice de calor, índice de temperatura efetiva em função do vento e índice de desconforto térmico) específicos para ambientes urbanos externos, a fim de comparar como eram os níveis de conforto térmico antes e após a construção da ponte Aracaju-Barra. Para os cálculos foram empregados dados de temperatura extraídos do *software* *Estima_T3 2.0*[©], também dados de umidade relativa do ar e de velocidade do vento obtidas no site do INPE/INMET.

Como não foi possível conseguir os dados de umidade do ar e de velocidade do vento para a cidade de Barra dos Coqueiros em virtude de a área de estudo não ter estação meteorológica, os dados usados para essas variáveis foram obtidos da estação oficial 83096 (WSI 0-76-0-2800308000W83096) do INMET, localizada no aeroporto da capital sergipana, cidade esta que polariza a dinâmica urbana da Grande Aracaju, da qual a área de estudo se insere.

O enfoque qualitativo ocorreu mediante análise de planos diretores urbanos e planos de ações climáticas de cidades nordestinas. Foi expresso, também, por intermédio da aplicação de questionários visando a compreender a percepção da comunidade local acerca da problemática posta neste estudo, agregando relevantes contribuições à tese. Isso porque se percebeu a necessidade de proporcionar visibilidade às falas, às inquietações, aos sentimentos e aos desejos de uma comunidade que apresenta bastante conhecimento prático,

por tanto experienciar cotidianamente a dinâmica urbana da cidade onde vive, onde estuda e onde trabalha, e, ao mesmo tempo, enfrenta os dissabores relacionados à expansão urbanística.

Sobre a análise requerida ao longo do desenvolvimento deste trabalho investigativo, serão tecidas algumas ponderações retomando às questões iniciais da pesquisa. Com o intuito de responder à primeira questão **‘Como as interações humanas na paisagem urbana da área de estudo afetam a dinâmica climática?’**, tem-se:

As paisagens urbanas em Barra dos Coqueiros são resultantes da conjunção entre os elementos físicos-naturais e do protagonismo manifestado pela população local, pelas gestões municipais e pelas empresas construtoras. Esses agentes sociais imprimem fisionomias constantes, remodelando a cidade conforme as suas necessidades, embora sejam as parcerias público-privadas aquelas que detêm de maior poder intervencionista sobre o espaço geográfico, afetando as dinâmicas socioeconômicas e urbanas que são impostas aos habitantes.

Sendo a problemática abordada pela ótica metodológica do Sistema Clima Urbano com enfoque no subsistema termodinâmico (Monteiro, 1976), entende-se que as alterações promovidas nas paisagens urbanas barracoqueirense são resultantes da remoção de parcela da cobertura vegetal para atender a demanda da população aracajuana (e sergipana) por domicílios desde 2010 (e se estende até os dias atuais), já que Aracaju não mais detinha de área disponível para a sua expansão. Geralmente, tais ações não foram pautadas em um planejamento ambiental urbano que considerasse em suas diretrizes a preocupação em mitigar os efeitos adversos do clima urbano, reverberando no acréscimo de calor em ambientes urbanos externos situados na área de estudo.

Mediante a utilização da técnica LCZ (*Local Climate Zones*), auxiliada pelo software LCZ4r, as paisagens dispostas em território barracoqueirense foram agrupadas em quatro classes referentes aos tipos de construção (LCZs 3, 6, 8 e 9) e a seis classes relacionadas aos tipos de cobertura do solo (LCZs A, B, C, D, F e G). As ZCLs que integram as classes construtivas representam a dinamicidade de como os diferentes arranjos espaciais foram organizados por intermédio do planejamento urbano ao longo dos últimos anos (2006-2025).

Ainda que as classes construtivas das ZCLs estejam distribuídas em menor proporção do território (cerca de 21%) e as classes de cobertura da superfície detenham de 79% da área total

da cidade, chamam a atenção a existência de duas manchas urbanas, sendo uma menor na Atalaia Nova (consolidada há mais tempo, e cuja expansão ocorreu por conta da construção das casas de veraneio pela classe média aracajuana na década de 1980) e outra de grandes proporções na circunvizinhança do Centro comercial cuja consolidação urbana é recente, datada da década de 2010. Tal fato pode ser explicado por investimentos em obras de infraestrutura, o que contribuiu para ampliar o número de domicílios, de serviços, de estabelecimentos comerciais, além de incrementar o fluxo de pessoas interessadas em residir nessas localidades.

Com o intuito de responder à segunda questão da pesquisa **‘No que concerne ao campo termodinâmico, quais são os impactos decorrentes para a área de estudo?’**, nota-se que:

A composição dos materiais construtivos (tijolos, pedras, concretos, fibrocimento) dos adensamentos urbanos (sejam eles compactos ou espaçados, contendo edifícios de tamanhos pequenos, médios ou grandes de até três pisos, situados em terrenos pavimentados ou permeáveis, com reduzida ou dispersa arborização) corroboram a retenção de calor, afetando a condição de conforto térmico sentida pela população.

Por conta desse acréscimo de calor oriundo da composição dos materiais construtivos utilizados na cidade, produziram-se ilhas urbanas de calor atmosférica detectadas durante os episódios de coleta de temperatura ao longo do inverno de 2024 (estação chuvosa) e do verão 2024/2025 (estação quente). E percebeu-se que não há um padrão espacial de ocorrência das IUCA para todos os episódios. No entanto, é recorrente nas áreas mais urbanizadas, equivalente aos bairros Atalaia Nova e à região do centro comercial, com correspondência das zonas climáticas locais LCZ 3 e LCZ 6, e ocasionalmente nos bairros Jatobá, Luar da Barra e na rodovia SE-240 até o limite com Santo Amaro das Brotas, além do bairro Touro até o limite com a cidade de Pirambu. Também não é identificado um padrão para a intensidade da IUCA, sendo esta variável para cada episódio.

Durante o inverno local de 2024, predominaram episódios com intensidade fraca (abaixo de 2°C, em 12/07, 15/07, 17/07 e 20/07), dois episódios com intensidade moderada (entre 2°C e 4°C, em 11/07 e 19/07) e um episódio com intensidade forte (entre 4°C e 6°C). Durante o verão local 2024/2025, predominaram episódios com intensidade moderada (entre 2° C e 4°C, nos dias 07/01, 08/01, 09/01 e 16/01) e três episódios com intensidade fraca (menor que 2°C, nos dias 03/01, 05/01 e 06/01). É relevante abordar que houve elevação das temperaturas em todos os episódios de verão (estação quente) quando comparados aos do inverno (estação chuvosa).

Sabendo-se da existência das ilhas de calor, o pesquisador intentou averiguar se a sensação maior de calor passou a existir após período posterior à construção da PCJA (2007 a 2024) ou se já existia em período anterior (1988 a 2005). Diante da invalidade dos dados observados para a série histórica 1988 a 2024, haja vista serem perfeitamente consistentes com um resultado nulo em um cenário onde não existe efeito ou diferença real, o pesquisador recorreu a uma série de dados com maior intervalo de tempo (1950 a 2024, dividida em dois momentos: janeiro de 1950 a outubro de 1981 e de novembro de 1981 a novembro de 2024).

Por intermédio dos cálculos das variáveis e dos índices utilizados neste trabalho, percebeu-se que a variável temperatura (em suas representações $t_{méd}$, $t_{máx}$ e $t_{mín}$) aumentou 0,4°C. Nesse mesmo intervalo de tempo, a umidade relativa do ar reduziu em 0,4% e a velocidade dos ventos majorou em 0,25 m/s (equivalente a quase 1 km/h). Dado o aumento médio da temperatura, o TEv passou de pouco frio (PFF) para ligeiramente fresco (LF). O índice de calor (HI), por sua vez, manteve o nível de alerta considerado seguro entre os períodos analisados. Em relação ao IDT (índice de desconforto térmico), o nível de conforto humano foi alterado: a cidade de Barra dos Coqueiros que no primeiro momento é considerada confortável, em momento posterior passa a ser considerada parcialmente confortável. Ou seja, a condição de conforto térmico para ambientes urbanos externos em Barra dos Coqueiros está sendo modificada com o passar dos anos, mas ainda não é o suficiente para afirmar que houve mudança ou aquecimento climático consistente a partir de 1981.

Quanto a responder à terceira pergunta **‘Que ações têm sido utilizadas para direcionar a um planejamento ambiental adequado, capaz de possibilitar conforto climático aos habitantes da cidade?’** considera-se o seguinte:

Tendo em vista que os impactos causados ao ambiente natural e ao ambiente social pelos setores da sociedade tenham corroborado problemas socioambientais urbanos, tornando a cidade e a população vulneráveis às IUCs, a metodologia do Sistema Socioambiental Urbano (Mendonça, 2004) foi levada em consideração como modelo para sugerir aplicações viáveis a serem adotadas ao planejamento e à gestão urbana, a fim de melhorar os efeitos do microclima sentido pela população. Nesse sentido, o pesquisador desenvolveu, com base em Planos de Ação Climática das capitais nordestinas, um quadro em que consta uma série de sugestões que podem ser incluídas em uma futura revisão do Plano Diretor Sustentável e Participativo em Barra dos Coqueiros, uma vez que não consta no atual

instrumento legal (datado de 2017) medidas que minimizem as disfunções existentes na cidade quanto aos efeitos adversos do clima urbano.

Embora a cidade de Barra dos Coqueiros já tenha implementado algumas ações de relevância socioambiental entre os anos 2000 e 2024 (ver figura 40), essas ações ainda são insuficientes para atender a um propósito de resiliência climática. Caso as medidas sugeridas pelo pesquisador vierem a ser adotadas para os diversos setores da sociedade como parte da elaboração de um Plano de Ação Climática Local em sinergia com a metodologia *GreenClimateCities* (GCC), desenvolvida pelo ICLEI (*International Council for Local Environmental Initiatives*), também pela Política Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de Sergipe (PEMC/SE) e pelo Plano Nacional de Adaptação, colocariam a cidade barracoqueirense na vanguarda pois nenhuma cidade sergipana detém de Plano de Ação Climática elaborado e pensado para atender a realidade local, nem mesmo a capital Aracaju. É importante salientar que os Planos de Ações Climáticas Locais que utilizaram a metodologia GCC vem logrando êxito nas cidades de Curitiba/PR, Rio de Janeiro/RJ, São Paulo/SP, Salvador/BA, Recife/PE, Fortaleza/CE.

Por fim, com o desígnio de responder à última questão de pesquisa **‘Quais percepções são apreendidas pela população ao vivenciar a realidade socioambiental problematizada?’** tem-se o desfecho:

Averiguando o perfil demográfico dos 315 moradores, respondentes do questionário aplicado pelos bairros da cidade concluiu-se que: a totalidade do universo amostral reside na área de estudo mesmo antes da construção da ponte Aracaju-Barra (PCJA), sendo a maioria adulta, do gênero masculino, com grau de instrução na educação básica e profissões predominando no setor de comércio, de serviços e na informalidade, perfazendo renda mensal de um salário-mínimo. No que tange às percepções, ficou constatado que mesmo diante dos resultados obtidos nos índices de calor ao apontar para a sensação de parcialmente confortável em Barra dos Coqueiros, a maior parcela dos respondentes sente desconforto para o calor ao longo do final da manhã e do início da tarde, entre os meses de novembro a março (período que corresponde ao final da primavera e durante todo o verão), a partir do momento em que a temperatura ultrapassa os 25°C, sendo extrema a sensação de calor após atingir os 35°C. Conforme as percepções apontadas pelos moradores, o desconforto térmico está atrelado à variabilidade climática global e local, sendo intensificado por intervenções da

construção civil sobre as paisagens, principalmente após a construção da PCJA, ao remover parte da cobertura vegetal e estabelecer novos imóveis em áreas dotadas de infraestrutura, atraindo mais moradores e mais serviços. A grande maioria do universo amostral está ciente da problemática acerca do desconforto térmico e destaca que os bairros com maior povoamento correspondem aos locais onde é possível sentir maior sensação de calor, a exemplo dos bairros Centro, Marcelo Deda, Marivan, Moisés Gomes, Prisco Viana. A população local entende que o desconforto térmico produz reações fisiológicas e afeta a saúde (causando mal-estar e insolação, inclusive prejudica a aprendizagem nos estudos e afeta a produção de trabalho) e, por conta disso, conhece os riscos a que podem sofrer com a exposição indevida ao sol em horários não recomendáveis pela OMS (Organização Mundial da Saúde), entre às 10h e às 16h e, portanto, protegem-se de diversas maneiras, adotando hábitos saudáveis como a ingestão maior de líquidos e consumo de frutas, além de usarem acessórios que protegem a pele (óculos escuros, bonés e chapéus, camisa manga comprida com filtro de bloqueio solar), inclusive do uso de cosméticos que exercem a função de protetor solar. Por fim, os respondentes apontam a ampliação das áreas de preservação permanente, o reflorestamento de espaços públicos, a utilização de pavimentação reflexiva e permeável e a promoção de atividades de educação ambiental como sugestões de mitigação decisivas à qualidade do ambiente urbano, a fim de reduzir o desconforto térmico.

Diante do que foi apontado, a história de urbanização mostra a necessidade de um planejamento urbano intencional, em que se considere a relação sistêmica harmônica entre as paisagens naturais e as paisagens urbanizadas, e que o ambiente construído seja organizado visando a proporcionar qualidade de vida aos seus habitantes. Caso contrário, qualquer desajuste ao sistema urbano pode desencadear impactos socioambientais, expondo aos riscos principalmente as populações mais vulneráveis. Assim sendo, a requalificação urbana é necessária e urgente para promover a sustentabilidade e para garantir a qualidade de vida. E os planejamentos urbanos são as ferramentas legais para a implementação de medidas de resiliência, contribuindo para equilibrar o bom funcionamento do equipamento urbano.

Assim como em centenas de cidades brasileiras, o Plano Diretor Sustentável e Participativo em Barra dos Coqueiros é ineficaz, não sofre atualizações constantes, e carece de diretrizes e de ações efetivas para enfrentar os desafios de ordem climática, já que as intervenções urbanísticas contribuem para a formação de microclimas e, conseqüentemente,

de desconforto térmico. Por conta disso, estudos climáticos são essenciais para o desenvolvimento de políticas que promovam ambientes urbanos agradáveis (termicamente).

Ao centralizar o foco para a região Nordeste brasileira, o quantitativo de trabalhos na área é pequeno para o número de municípios existentes. E a inexpressividade de trabalhos relacionados ao clima urbano de Barra dos Coqueiros diante da expansão urbanística e da urbanização serviram de impulso a este pesquisador, que se debruçou na produção da dissertação (em 2022) acerca dos eventos extremos de chuva e agora na confecção da tese (em 2025) ao investigar as nuances do (des)conforto térmico. Por enquanto, Aracaju é a única cidade sergipana que detém de estudos nos três subsistemas do clima urbano.

No contexto dos instrumentos legais para o pleno funcionamento da cidade, revisar o PDSP ou construir um Plano de Ação Climática Local alinhado ao Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas e à Política Estadual de Mudanças Climáticas de Sergipe deve ser o primeiro passo a ser adotado pela gestão municipal a fim de garantir sinergia nas políticas públicas e o enfrentamento às mudanças climáticas, com estratégias voltadas à redução dos gases do efeito estufa que contribuem para a melhora na sensação de conforto térmico nos espaços urbanos externos, assegurando o bem-estar e a saúde da população por meio de arborização, do reflorestamento de áreas degradadas, do uso de materiais construtivos reflexivos e ainda promovendo campanhas de sensibilização ambiental à população, aos órgãos públicos e aos setores da economia.

Por ser a cidade um mosaico de paisagens, que reflete movimento e dinamicidade, torna-se alvo da observação inquietante do morador. O olhar atento acerca do lugar carrega significados das experiências cotidianas. Essas percepções ajudam a entender como as pessoas se relacionam com o espaço e servem de contribuições ao planejamento urbano, uma vez que podem ajudar no enfrentamento de desafios socioambientais em escala local, pois cada povo compreende melhor o desenrolar da vida em sua comunidade e como os problemas os afetam em situações hostis. Por isso, a necessidade de se considerar ouvir o que os habitantes têm a dizer, o que têm a colaborar para a construção de um planejamento urbano que atenda às próprias necessidades.

Ponderando o que foi abordado ao longo desta tese, afirma-se, por meio da análise da dinâmica do clima urbano em relação ao campo termodinâmico, que devido à expansão urbanística promovida pela parceria Estado-mercado imobiliário em Barra dos Coqueiros,

intensificada a partir de 2010, e dos impactos decorrentes da urbanização, a temperatura do ar nos ambientes externos está aumentando em 0,4°C, enquanto a umidade relativa está diminuindo em 0,4%; como respostas às intervenções sobre as paisagens urbanas, surgem as ilhas de calor e, conseqüentemente, amplia-se a sensação de desconforto térmico sentido pela população. Embora o índice de desconforto não tenha apontado para o nível considerado desconfortável, nos últimos quarenta e três anos (1981 a 2024) o nível passou de confortável para pouco confortável.

Conforme evidenciam os dados calculados por meio da série histórica, a hipótese levantada no início da tese de que após a construção da PCJA haveria registro de alteração/variabilidade térmica significativa em Barra dos Coqueiros foi negada, haja vista que os valores de 0,4°C ao acréscimo da temperatura e o aumento de 1 km/h na velocidade dos ventos é desprezível para se afirmar que houve intensificação do calor.

Mesmo tendo sido valioso em aprendizados dedicar quatro anos em investigações científicas, a fim de construir uma tese de doutoramento, buscando entregar à comunidade científica um produto de excelente qualidade, haja vista certo teor de ineditismo a respeito da temática discutida para a área de estudo escolhida, não foi tarefa das mais fáceis conseguir dados primários em instituições governamentais, aprender técnicas, fazer visitas a campo e buscar alinhar interpretação de resultados com escrita e jornada de trabalho.

Nesse cenário posto, não foi possível abordar todos os vieses que se pensou trabalhar na tese, a exemplo da modelagem matemática para cenários futuros por meio do *software* Envi-met, o que seria relevante visualizar como a problemática seria desencadeada caso se mantivesse o atual ritmo de expansão urbana ou caso fossem efetivamente aplicadas medidas de resiliência climática para a área de estudo.

A título de perspectiva, espera-se que esta tese sirva de inspiração metodológica para futuros trabalhos em clima urbano, ao ponto de poder ser replicada quanto ao estudo das zonas climáticas locais (já que sob essa ótica, este se torna o segundo trabalho produzido para uma cidade sergipana e o primeiro feito por um aluno do PPGEU/UFS), bem como quanto à compreensão acerca da sensação de (des)conforto térmico, na tentativa de estimular as gestões governamentais a implementarem adequações de resiliência climática aos planejamentos urbanos, em especial às cidades tropicais de pequeno porte populacional e que vivenciam acelerado crescimento urbano.

REFERÊNCIAS

ABREU, Alexandre Herculano; OLIVEIRA, Rodrigo. **Áreas verdes e municípios**. Santa Catarina, p. 2, 2004.

ABREU, Geovane da Silva. **Análise têmporo-espacial da relação entre a cobertura do solo e a temperatura de superfície na cidade de Teresina/PI mediante o uso de geoprocessamento**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2016. Disponível em:

http://repositorio.ufpi.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/468/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Geovane%20Abreu%20VERS%c3%83O%20FINAL_OK.pdf?sequence=3 .

Acesso em 04 dez. 2024.

AFLAKI, Ardalan; MIRNEZHAD, Mahsan; GHAFFARIANHOSEINI, Amirhosein; OMRANY, Hossein; WANG, Zhi-Hua; AKBARI, Hashem. Urban heat island mitigation strategies: A state-of-the-art review on Kuala Lumpur, Singapore and Hong Kong. **Cities**, 2016. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275116305303?via%3Dihub> .

Acesso em 15 ago. 2025.

AGUIAR, Felipe Costa. A Geografia, o lugar e os sujeitos. **Vértices**, v. 20, n. 1, 2018.

Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/6257/625765748004/html/> . Acesso em 15 jun. 2023.

ALCOFORADO, Maria João; LOPES, António; ANDRADE, Henrique; VASCONCELOS, João. Orientações climáticas para o Ordenamento em Lisboa. Relatório 4. Lisboa, Portugal. Ed. Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2005. Disponível em:

https://www.lisboa.pt/fileadmin/portal/temas/urbanismo/planeamento_urbano/PDM/1_alteracao/relatorio_orientacoes_climaticas_ordenamento_lisboa.pdf . Acesso em 24 ago. 2025.

ALVES, Rogério Rozelen. **Métodos de avaliação do conforto térmico humano**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Geografia) – Universidade de São Paulo, 2012.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/274698601_Metodos_de_avaliacao_do_Conforto_Termico_Humano . Acesso em 28 jul. 2025.

AMORIM, M. C. C. T; DUBREUIL, V.; QUENOL, H; SANT'ANNA NETO J. L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins**, São Paulo, n. 7, 2009. Disponível em:

<https://journals.openedition.org/confins/6070> . Acesso em 15 ago. 2025.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Ilhas de calor urbana: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 15. Edição especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2019, p. 22-46. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/65136> . Acesso em 11 jul. 2023.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Ilhas de calor em cidades tropicais de médio e pequeno porte: teoria e prática**. 1ª ed. Curitiba: Appri, 2020.

AMORIM, Rafael Ponce de Leon. **Análise da magnitude da influência climática de um remanescente de mata atlântica sobre no seu entorno urbanizado de clima quente e úmido**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/5456/1/parte1.pdf> . Acesso em 05 dez. 2024.

ANDERSON, Brooke.; BELL, Michelle.; PENG, Roger. Methods to calculate the heat index as an exposure metric in environmental health research. **Environmental Health Perspectives**, v. 121(10), p.1111-1119, 2013. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1206273> . Acesso em 03 set. 2025.

ANDREOTTI, Giuliana. **Paisagens culturais**. Tradução Ana Paula Bellenzier *et al.* Curitiba: Editora UFPR, 2013.

ANJOS, Max Wendell Batista. **Ambiente urbano: contrastes térmicos e higrométricos espaciais em Aracaju/SE (Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Universidade de Coimbra, Portugal, 2012. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/23732>. Acesso em 29 ago. 2025.

ANJOS, Max Wendell Batista; MEDEIROS, Dayvid Carlos; CASTELHANO, Francisco Jablinski. LCZ4r, um pacote R para análise de zonas climáticas locais e ilhas de calor urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 21, n. 44, 2025. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/19763> . Acesso em 28 set. 2025.

ARAÚJO, Christiane Alves; BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. Aplicação do método de classificação de zonas climáticas locais em cidades brasileiras: breve revisão da literatura. **Revista Ímpeto**, n. 13, v. 1, 2023, p. 81-99. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistaimpeto/article/view/14128> . Acesso em 13 out. 2023.

ARAÚJO, Kleyson Campelo. **Espaço urbano e climatologia: ilhas de calor em evidência na cidade de Teresina/PI**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2014. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2392312 . Acesso em 05 dez. 2024.

ARAÚJO, Luís Flávio de.; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade.; DUBREUIL, Vincent; ARVOR, Damien. A variação espacial da ilha de calor e sua associação com as características paisagísticas em Sinop/MT. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 31, jul./dez, 2022. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/15470> . Acesso em 16 jul. 2023.

ASSIS, Débora Couto.; JARDIM, Carlo Henrique. Relação entre componentes naturais e urbanos e características do campo térmico para a definição de topoclimas no município de Juiz de Fora/MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 16, ano 16, 2020, p. 196-219. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/70451> . Acesso em 06 ago. 2025.

AZERÊDO, Jaucele. **Estudo bioclimático em bairros litorâneos de João Pessoa/PB**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3017/1/arquivo1954_1.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

AZEVEDO, Lucas Cunha de. **Análise de tendências e seus pontos de mudança na precipitação do estado do Rio Grande do Norte**. Dissertação (de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/items/defecab5-a4c1-4995-9fb0-7c5961144d38> . Acesso em 04 set. 2025.

BARBOSA, Ariela Natasha Parrilha. **Urbanismo bioclimático: efeitos do desenho urbano na sensação térmica**. 2017. 329 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação. Desenvolvimento Urbano, 2017. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-16042018-152343/pt-br.php> . Acesso em 12 jul. 2023.

BARROS, Patrícia Cunha Ferreira. **Análise de microclimas urbanos no centro histórico de Marechal Deodoro/AL**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2017. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/bitstream/riufal/2210/1/An%c3%a1lise%20de%20microclimas%20urbanos%20no%20centro%20hist%c3%b3rico%20de%20Marechal%20Deodoro%2c%20AL.pdf> . Acesso em 04 dez. 2024.

BENEVOLO, Leonardo de. **História da cidade**. 7ª edição. São Paulo: Perspectiva, 2019.

BERTALLANFY, Ludwig von. **General System Theory. Foundations, development and applications**. New York: George Braziler, 1968. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/viewFile/2448/1399> . Acesso em 01 abr. 2024.

BHERING, Iracema Generoso de Abreu.; MORAES, Fernanda Borges de. Qualidade de vida urbana: o que isso significa? Como mensurar? **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 26, n. 38, 1º sem. 2019. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/Arquiteturaeurbanismo/article/view/19772> . Acesso em 12 jun. 2025.

BIAS, Edilson de Souza; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Melo; LOMBARDO, Magda Adelaide. **Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos**. In: **Anais Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**. Belo Horizonte: INPE, p. 1741-1748, 2003. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/09.12.18.52/doc/14_005.pdf . Acesso em 10 set. 2023.

BLAIR, Thomas Arthur. **Weather Elements: A Text in Elementary Meteorology**. Revised Edition. New York: Prentice-Hall, 1944.

BORGES, Vanessa Oliveira; NASCIMENTO, Gean Carlos.; CELUPPI, Maria Cristina; LÚCIO, Paulo Sérgio; TEJAS, Graziela Tossini; GOBO, João Paulo Assis. Zonas climáticas locais e as ilhas de calor urbanas: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 31, jul./dez. 2022. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/15755>. Acesso em 16 jul. 2023.

BRASIL. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Sumário Executivo. Ministério do Meio Ambiente: Brasília/DF, 2016, 444 p. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/pna_sumario_executivo.pdf . Acesso em 24 mai. 2025.

BRASIL. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)**. Governo Federal: Brasília/DF, 2009, 132 p. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf . Acesso em 24 mai. 2025.

BRASILEIRO, Francisca Mairla Gomes. **Mapeamento térmico urbano de cidades semiáridas de médio porte**: uma análise aplicada à realidade de Sobral, como subsídio ao planejamento climático urbano local. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75990> . Acesso em 04 dez. 2024.

BUCHIN, Oliver; HOELSCHER, Marie-Therese; MEIER, Fred; NEHLS, Thomas; ZIEGLER, Felix. Evaluation of the health-risk reduction potential of countermeasures to urban heat islands. **Energy and Buildings**, 2016, 114: 27-37. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778815300657?via%3Dihub> . Acesso em 15 ago. 2025.

BUTTNER, Annette. **Values in geography**. AGG (Resource Paper n. 24), 1974.

CAIN, Michael; BOWMAN, William; HACKER, Sally. **Ecologia**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2018.

CARDOSO, R. S. **Classificação de potenciais unidades climáticas em Presidente Prudente/SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138512> . Acesso em 16 jul. 2023.

CARDOSO, Renata dos Santos. **Modelagem do microclima e estratégias de mitigação do calor urbano em zonas climáticas locais**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/95d30cde-9269-4e91-bb55-72e281998432>. Acesso em 17 set. 2025.

CARDOSO, Renata dos Santos; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Análise do clima urbano a partir da segregação socioespacial e socioambiental em Presidente Prudente/SP. **Revista Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, número especial (3), p. 122-136, 2016. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/462/435> . Acesso em 09 set. 2023.

CARDOSO, Renata dos Santos; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Estimativa da distribuição espacial da temperatura do ar com base em zonas climáticas locais (ZCL) e modelos de regressão. **Revista de Geografia e Ordenamento Territorial**, n. 12, 2017. Disponível em: <http://cegot.org/ojs/index.php/GOT/article/view/2017.12.004/pdf#> . Acesso em 17 set. 2023.

CARFAN, Ana Cláudia. **Análise do conforto térmico em áreas abertas no município de Ourinhos/SP**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas das Universidade de São Paulo, 2011, 168 p. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-08022012-160622/pt-br.php> . Acesso em 25 jul. 2025.

CARVALHO, Lina Martins; BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. Climatologia urbana: análise de conforto térmico em habitações, Maceió, Brasil. **III Encuentro Latinoamericano y Europeo sobre Edificaciones y Comunidades Sostenibles**, Ciudades: infraestructura, gestión y planificación, 2019, p. 672-683. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/view/2779> . Acesso em: 05 jul. 2023.

CARVALHO, Wanessa Karoline Maciel. **Análise de mudanças climáticas no estado do Maranhão: estudo das temperaturas e radiações solares**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) -Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13069/DIsserta%c3%a7%e3%a3o_completa.pdf?sequence=6&isAllowed=y . Acesso em 04 dez. 2024.

CASTELHANO, Francisco Jablinski. **ThermIndex**: Calculate Thermal Indexes. R Package Version 0.2.0, 2017. Disponível em: [10.32614/CRAN.package.ThermIndex](https://cran.r-project.org/web/packages/ThermIndex/index.html) . Acesso em 05 set. 2025.

CASTELHANO, Francisco Jablinski. **O clima e as cidades**. Curitiba: Intersaberes, 2020.

CASTELHANO, Francisco Jablinski; PINTO, Josefa Eliane Santana de Siqueira. Tendências e alterações climáticas no Estado de Sergipe, nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia USP**, v. 42, 2022, e185565. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/185565> . Acesso em 13 abr. 2025.

CASTRO, Lídia Gomes de. **Zonas climáticas locais em cidades pequenas**: relação entre temperatura e morfologia urbana. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/68170/3/2022_dis_lgcastro.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

CAVALCANTE, Miquelina Rodrigues Castro. **Permeabilidade do revestimento do solo intralotes e qualidade térmica microclimática no contexto de Maceió/AL**. Tese (Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2019. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/5752> . Acesso em 04 dez. 2024.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. **Cartografia de paisagens**: fundamentos. 2ª ed. revista e atualizada. São Paulo: Oficina de textos, 2018.

CAVALHEIRO, Felisberto; DEL PICCHIA, Paulo Celso Dorneles. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: **Anais do 1º Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana**. Vitória/ES, 1992, p. 29-38.

CELARINO, André Luís Souza; CASTELLANO, Marina Sória; GIEBMEYER, Thiago. Análise de conforto térmico em ambiente escolar: estudo de caso em escala microclimática. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, 2023. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/15749> . Acesso em 24 set. 2023.

CEREZINI, Monise Terra; CASTRO, Cesar Nunes de. **Mudanças climáticas**: desafios para a adaptação nas regiões metropolitanas brasileiras. Brasília/DF: Ipea, 2024. 43 p. (Texto para Discussão, n. 2993). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/13731/1/TD_2993_Web.pdf . Acesso em 24 mai. 2025.

CHAUÍ, Marilena. **Convite à filosofia**. 12ª edição. São Paulo: Ática, 2000.

CHAVES, Ana Maria Severo. **Indicadores de qualidade ambiental de áreas verdes públicas da cidade de Garanhuns**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2017. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/5544/1/ANA_MARIA_SEVERO_CHAVES.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

CHAVES, Ana Maria Sevreo. Análise dos serviços geossistêmicos na paisagem semiárida na bacia do riacho São José, em Pernambuco. **Geosaberes Revista de Estudos Geoducionais**, v. 12, n. 1, p. 139-158, 2021. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/1147/866> . Acesso 25 ago. 2025.

CHEGURY, Juliana Queiroz Borges de Magalhães; JUSTI, Ana Clara Alves.; NOGUEIRA, Maria Cristina de Jesus Albuquerque. Avaliação microclimática, termo higrométrica e das ilhas de calor na cidade de Cuiabá/MT, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, jan./jun. 2022. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14683> . Acesso em 21 jul. 2023.

CHEN, Ailian; ZHAO, Xinfeng; YAO, Lei; CHEN, Liding. Application of a new integrated landscape index to predict potential urban heat islands. **Ecological Indicators**, 2016, 69: 828-835. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X1630293X> . Acesso em 15 ago. 2025.

COLLOT, Michel. Points de vue sur la perception des paysages. **L'Espace Geographique**, v. 15, n. 3, p. 211-217, 1986.

CONCATTO, Suzanne; MORAES, Sérgio. Resiliência e política urbana: as áreas de risco de inundação em Itajaí/SC. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 25, n. 36, 1º sem. 2018. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/Arquiteturaeurbanismo/article/view/19094/13964> . Acesso em 12 jun. 2025.

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

CORNA PELLEGRINI, Giacomo. **Itinerari di geografia umana**. Milano: Unicopli, 1986.

CORREA, Marcele de Jesus. **Impacto da urbanização nas temperaturas do ar e de superfície na região metropolitana de Fortaleza**. Dissertação (Mestrado em Ciências Climáticas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/27170/1/Impactourbaniza%c3%a7%oc3%a3otemperaturas_Correa_2019.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

CORRÊA, Polari B; CORRÊA, Jéssica; ANDRADE, Sílvia. Análise da temperatura de superfície da área urbana de Santarém através de imagens termais do landsat 5. **Revista Geonorte**, v. 2, p. 714-722, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2126/2006> . Acesso em 17 set. 2025.

DANTAS, Sulivan Pereira. **Influência do açude Castanhão (Padre Cícero) no clima local de Jaguaratema/CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/17620/1/2014_dis_spdantas.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

DETRAN/SE – DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DE SERGIPE. **Frota de veículo por idade do veículo (anual), 2023**. Disponível em: https://www.detran.se.gov.br/estatistica/estat_RB00130M.asp . Acesso em 29 jun. 2023.

DINIZ, Dora Neuza Leal. **Aracaju**: evolução e verticalização. Monografia apresentada ao curso de pós-graduação lato sensu Arquitetura e Cidade. São Paulo: Faculdade de Belas Artes, 2004.

DINIZ, Fernanda Rodrigues. **Ondas de calor e a mortalidade de idosos por doenças respiratórias e cardiovasculares nas capitais dos estados brasileiros: uma análise no presente (1996- 2016) e projeções para o futuro próximo (2030-2050) e futuro distante (2079-2099) em diferentes cenários de mudanças climáticas**. 2022. 427 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14133/tde-19072022-151610/publico/tese_versao_corrigida.pdf . Acesso em 15 jun. 2025.

DUARTE, Fábio. **Planejamento Urbano**. 1ª ed. Curitiba: Editora Intersaberes, 2012.

DUARTE, Thiago. **Eventos extremos de chuvas em Barra dos Coqueiros/SE: circunstâncias e resiliências**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe: São Cristóvão, 2022. 178p. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/15518> . Acesso em 12 jul. 2023.

ESTATUTO DAS CIDADES. **Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001**. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/101340/estatuto-da-cidade-lei-10257-01> . Acesso em 19 out. 2025.

ESTEVAM, André Luiz Dantas; OLIVEIRA, Jefferson dos Santos. **Climatologia geográfica e impactos ambientais urbanos na cidade de Salvador**. Santo Antônio de Jesus: Lab Cria e Conecta, 2019.

FERREIRA, Hugo Vilela Lemos; 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**, ano 16, v. 26, jan/jun. 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/67546> . Acesso em 16 jul. 2023.

FIALHO, Edson Soares. As repercussões da expansão da mancha urbana na dinâmica climática local de Viçosa/MG. **Revista de Ciências Humanas**. Viçosa, v. 15, n. 2, p. 301-323, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/3095> . Acesso em 10/09/2023.

FIALHO, Edson Soares; FERNANDES, Ludmila Alves; CORREA, Wesley de Souza Campos. Climatologia urbana: conceitos, metodologias e técnicas. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 15, edição especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/65748>. Acesso em 12 set. 2023.

FILGUEIRAS, Andrea Carla Peixoto; TEIXEIRA, Carla Fernanda Barbosa. Diagnóstico do impacto do adensamento populacional na paisagem urbana de Barra dos Coqueiros/SE. **Anais. SEPAS – I Seminário da Paisagem Urbana e Sustentabilidade (2017)**. Disponível em: https://daffy.ufs.br/uploads/page_attach/path/4858/2017_SEPAS_Filgueiras.pdf. Acessado em 14 jul. 2023.

FONSECA, V.; GONZAGA, T. P. A. Barra dos Coqueiros: abertura territorial e reflexos ambientais. **Revista Geonordeste**, ano XVIII, n. 1, p. 53-67, 2007.

FRANÇA, Mauro Sérgio de; MAITELLI, Gilda Tomasini; NOGUEIRA, Marta Cristina de Jesus Albuquerque.; FRANÇA, Silvana Maria Bertoldo; NOGUEIRA, José de Souza. Estimativa de índices de conforto térmico na cidade de Cuiabá/MT. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 55, p. 141-151, set. 2015. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/28833>. Acesso em 27 jul. 2023.

FREITAS, Anne Falcão de. **Clima e planejamento urbano: um estudo de caso no espaço intraurbano do campus I da UFPB**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, 2015. Disponível em: https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/20150070604917094112e200557da065/Dissertao_Anne_Falco_2015.pdf. Acesso em 05 dez. 2024.

FREITAS, Lorena Cavalcante Lima de. **O clima no espaço intraurbano do distrito sede de Aquiraz/CE na perspectiva termodinâmica: episódios sazonais contrastantes**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8019/1/2012_dis_lclfreytas.pdf. Acesso em 04 dez. 2024.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003. 243p.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GESTEIRA, Luís André Maia Guimarães. **A ação Estado-capital na produção do espaço e a expropriação das comunidades tradicionais no município de Barra dos Coqueiros/SE**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2017. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/5524/1/LUIZ_ANDRE_M_GUIMARAES_GESTEIRA.pdf. Acesso em 14 jul. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOBO, João Paulo Assis. **Regionalização climática do Rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-12092013-115803/publico/2013_JoaoPauloAssisGobo_VCorr.pdf . Acesso em 28 jul. 2025.

GOLDEN, Jay; HARTZ, Donna; BRAZEL, Anthony; LUBER, George; PHELAN, Patrick. A biometeorology study of climate and heat-related morbidity in Phonix from 2001 to 2006. **International Journal of Biometeorology**, 2008, v. 52, p. 471-480. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-biometeorology-study-of-climate-and-heat-related-Golden-Hartz/a1c110abc22169ece07b1c13afb2dac2d8bf24> . Acesso em 24 set. 2023.

GOMES, Paulo César da Costa. **O lugar do olhar**: elementos para uma geografia da visibilidade. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 319 p., 2013.

GRIMMOND, Sue. Rapid methods to estimate sky view factors applied to urban areas. *Int. J. Climatology*, London, v. 21, p. 903-912, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/joc.659> . Acesso em 12 set. 2023.

GÜLTEN, Ayça; AKSOY, Teoman.; ÖZTOP, Hakan. Influence of trees on heat island potential in an urban canyon. **Sustainable Cities and Society**, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670716300592?via%3Dihub> . Acesso em 15 ago. 2025.

HEIDEGGER, Martin. *Batir, habiter, penser*. In: **Essais et conférences**. Paris: Gallimard, 1992.

HSIEH, Chun Ming; HUANG, Chiao Hsin. Mitigating urban heat islands: A method to identify potential wind corridor for cooling and ventilation. **Computers, Environment and Urban Systems**, 2015, 57: 130-143. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0198971516300138?via%3Dihub> . Acesso em 15 ago. 2025.

HOWARD, Luke. **The Climate of London**. (1818). Disponível em: https://www.urban-climate.org/documents/LukeHoward_Climate-of-London-V1.pdf . Acesso em 19 out. 2025.

HUNTINGTON, Ellsworth. **Civilization and Climate**. 3rd ed. New Haven, CT: Yale University Press, 1924.

HUNTINGTON, Ellsworth. **Principles of Human Geography**. New Yor, John Wiley & Sons, Inc., 1940, p. 339-355.

HUSSERL, Edmund. **A ideia da fenomenologia**. Tradução Artur Mourão. Lisboa: Edições 70, 2000.

ICLEI. **Programa Cidades Sustentáveis**: Guia de ação local pelo clima. São Paulo/SP: 2016, 96 p.

JENSEN, John. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos, SP: Editora Parêntese, 2009, 598p.

JUSTI, Ana Claria Matias; NOGUEIRA, Maria Cristina de Jesus Albuquerque; SANTOS, Flávia Maria de Moura; MUSIS, Carlo Ralph de.; NOGUEIRA, José de Souza. Impacto da morfologia de parque urbano no microclima e no conforto térmico de Cuiabá, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 15, v. 24, jan/jun, 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14113> . Acesso em 10 set. 2023.

KAJINO, Mizuo; UEDA, Hiromasa; HAN, Zhiwei; KUDO, Rei; INOMATA, Yayoi.; KAKU, Hidenori. Synergy between air pollution and urban meteorological changes through aerosol-radiation-diffusion feedback: a case study of Beijing in January 2013. **Atmospheric Environment**, v. 171, p. 98-110, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231017306799> . Acesso em 10 set. 2023.

KENDALL, Mann. **Rank Correlation Methods**. 4a edição. Charles Griffin, Londres, 1975. Disponível em: <https://archive.org/details/rankcorrelationm0000kend/page/n5/mode/2up> . Acesso em 04 set. 2025.

KUSCH, Wolfgang; FONG, Hwang Yung; JENDRITZKY, Gerd; JACOBSEN, Ingo. **Guidelines on biometeorology na air quality forecasts**. PWS-10, WMO/TD1184. Geneva: WMO, 2004.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho térmico de edificações**. Florianópolis: UFSC, 2016. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf . Acesso em 22 set. 2023.

LAMBERTS, Roberto; XAVIER, Antônio Augusto. **Conforto térmico e stress térmico**. 2013. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV4200_apostila%202011.pdf_2.pdf . Acesso em 21 jul. 2025.

LEAL, Laiz Reis; XAVIER, Tatiana Camello; PALAORO, Lohane Barcelos; OLIVEIRA, Wemerson Diascano.; FIALHO, Edson Soares; ALVAREZ, Cristina Engel. Análise de índices de conforto térmico urbano associados às condições sinóticas de Vitória/ES. II Encontro Nacional sobre Reabilitação Urbana e Construção Sustentável: do edifício para a escala urbana. II SBE PORTUGAL. **Atas da Conferência**, p. 363-372, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Mateus-3/publication/321359952_Livro_de_Atas_da_II_Conferencia_Nacional_Sobre_Reabilitacao_Urbana_e_Construcao_Sustentavel/links/5a1e7ca60f7e9b9d5efffd5/Livro-de-Atas-da-II-Conferencia-Nacional-Sobre-Reabilitacao-Urbana-e-Construcao-Sustentavel.pdf . Acesso em 27 jul. 2023.

LIMA JÚNIOR, Antônio Ferreira; GOMES, Flávia Ingrid Bezerra Paiva.; ZANELLA, Maria Elisa. O índice de calor (HI) na cidade de Fortaleza, CE. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 37, n. 1, 2025. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/73091> . Acesso em 03 set. 2025.

LIMA, Lincon de Carvalho. **Conforto térmico em espaços abertos**: estudo de caso em um parque urbano de João Pessoa/PB. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/9131/2/arquivototal.pdf> . Acesso em 05 dez. 2024.

LIMA, Patrícia Viana de. **Análise de métodos para detecção de mudanças estruturais em séries temporais climáticas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Climáticas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/20190/1/An%c3%a1liseM%c3%a9todosDeteccao_Lima_2014.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

LIMA, Renderson Ferreira de. **A floresta urbana de Jaguarana e sua influência no clima do bairro de Maranguape II – Paulista/PE**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2022. Disponível em <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/50553/7/TCC%20Renderson%20Ferreira%20de%20Lima.pdf> . Acesso em 04 dez. 2024.

LIMA, Thiago Caminha de; SANTOS, Jackson Souza. O elo entre a pessoa e o lugar: a afetividade, o sentimento de pertencimento e a memória dos moradores do povoado Baixão do Pará, município de Gonçalves Dias/MA. **Revista Geografia Publicações Avulsas**, v. 2, n. 1, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/10551> . Acesso em 11 jun. 2023.

LIMA, Thiago Luiz; GALVANI, Emerson. Avaliação da ilha de calor urbana na Zona Norte de São Paulo: estudo de caso do bairro Jardim Peri. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 16, v. 26, jan./jun. 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/69933/40345> . Acesso em 21 jul. 2023.

LUCENA, Rebecca Luna. **Análise climatológica do município de Caicó/RN**: subsídios à avaliação do conforto humano. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de Brasília. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/23004> . Acesso em 05 dez. 2024.

MACEDO NETO, Raul Xavier de. **Temperatura da superfície nos materiais de pavimentação**: uma contribuição ao desenvolvimento urbano. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4152194 . Acesso em 04 dez. 2024.

MAGALHÃES, Luís Mauro. Arborização e florestas urbanas: terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras. **Revista Floresta e Ambiente**. Série Técnica, Rio de Janeiro, v. 1, 2006, p. 23-36. Disponível em: <https://app.periodikos.com.br/article/587fb62b0e8825696bb65ffd/pdf/stfloram-0-23.pdf> . Acesso em 24 jul. 2025.

MAIA, Márcia Rejane dos Santos Gomes. **Análise das ilhas urbanas de calor de superfície na cidade de Salvador/BA**. Dissertação (Mestrado em Ciências Climáticas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/52652/1/Analiseilhascalor_Maia_2023.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

MANN, Henry. Non-parametric tests against trend. **Econometrica**, v. 33, p. 245-249, 1945. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1907187?origin=crossref&seq=1> . Acesso em 04 set. 2025.

MARANDOLA JÚNIOR, Eduardo; HOLZER, Werther; OLIVEIRA, Lívia de. (Orgs.). **Qual o espaço do lugar?** Geografia, Epistemologia, Fenomenologia. São Paulo: Perspectiva, 2014.

MARKUS, Keith. Review of measurement theory and applications for the social sciences. **Psychometrika**, v. 84, p. 646-648, 2019. Disponível em: https://ideas.repec.org/a/spr/psycho/v84y2019i2d10.1007_s11336-018-9637-6.html . Acesso em 01 jun. 2023.

MATOS, Francisco Braz; FREITAS, Ticiano Moraes de; LUNA, Vinícius Ferreira; SILVA, Juliana Maria Oliveira; MOURA, Marcelo de Oliveira. Ilhas de calor na zona urbana de Crato, Ceará/Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 7, n. 2, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/21642/14987> . Acesso em 24 ago. 2025.

MAZUCATO, Thiago. (Org.). **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. São Paulo: Editora Funepe, 2018. Disponível em: https://faculdefastech.com.br/fotos_upload/2022-02-16_10-06-51.pdf . Acesso em 18 jun. 2023.

MENDONÇA, Francisco de Assis. Impactos Socioambientais urbanos. Curitiba: UFPR, 2004.

MISSENARD, André. **L'Homme et le climat**. Paris: Libraire Istra, 1937.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976, 181 p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano. **Geosul**. v. 5, n. 9, 1990. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12740> . Acesso em 22/04/2024.

MOREIRA, Ayobami Badiru. **A vulnerabilidade socioespacial à ilha de calor urbana na cidade de Recife/PE – Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/47059/1/TESE%20Ayobami%20Badiru%20Moreira.pdf> . Acesso em 04 dez. 2024.

MOREIRA, Pedro Hugo Oliveira; COSTA, Antônio Carlos Lola da; SILVA JÚNIOR, João de Athaydes.; CUNHA, Alan Cavalcanti. Variações sazonais do Índice de Temperatura Efetiva (ITE) e Índice de Calor com o uso do solo em zona urbana na Amazônia Oriental. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 93, p. 01-17, 2023. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/65649/36156> . Acesso em 03 set. 2025.

NASCIMENTO, Gabriel Victor Silva. **Classificação climática e regime hídrico da microrregião de Recife, Pernambuco**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Recife, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/728/Classifica%C3%A7%C3%A3o%20Clim%C3%A1tica%20e%20Regime%20H%C3%ADdrico%20da%20Microrregi%C3%A3o%20de%20Recife%2C%20Pernambuco.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em 05 dez. 2024.

NATIONAL WEATHER SERVICE. **Heat Index**. Amarillo, Texas: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), [s. d.]. Disponível em: <https://www.weather.gov/ama/heatindex> . Acesso em 03 set. 2024.

NERES, Danilo Lopes; SILVA, Luma Rafaela Carvalho da; PEREIRA, Mirélia Aparecida Bezerra. Influência da vegetação no conforto térmico urbano em município do Sul do Tocantins. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, 2021. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:VjAaTmLtg6MJ:https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/15999/13959/201104&cd=9&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> . Acesso em 24 set. 2023.

NOGUEIRA, Aline Maria Pereira. **Configuração urbana e microclimas: estudo em loteamento horizontal de Maceió/AL**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe. Maceió, 2011. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/725> . Acesso em 04 dez. 2024.

NOVA, Raquel Arcoverde Vila. **Uso de imagens de satélite para identificar a formação de ilhas de calor urbana**: estudo de caso da cidade do Recife. Monografia (Graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/45731/1/RAQUEL%20ARCOVERDE%20VILA%20NOVA.pdf> . Acesso em 04 dez. 2024.

NOVAIS, Jonathan William Zangeski; BATISTA, Danielle da Silva; FERREIRA, Renata Luisa; SOUZA, Roberta Daniela; FERNANDES, Thiago; MUSIS, Carlo Ralph de. Influence of Leal Area Index on the Heat Index of a Tropical Urban Park. **Global Journal of Human-Social Science**, v. 21, 2021. Disponível em: <https://socialscienceresearch.org/index.php/GJHSS/article/view/3811/3700> . Acesso em 03 set. 2025.

OKE, Timothy Richard. **Boundary Layer Climates**. London: Methuen & Co. 2nd edn. 1982, 435 p.

OKE, Timothy Richard. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 86, n. 3, p. 371–384, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8) . Acesso em 14 set. 2023.

OKE, Timothy Richard. **Towards better scientific communication in urban climate**. Áustria: Theoretical and Applied Climatology, 2005.

OKE, Timothy Richard. **Urban Climates**. Cambridge University Press, ed. 1, 2017. Disponível em: https://aerisfuturo.pl/wp-content/uploads/2018/09/Urban_Climates-1.pdf . Acesso em 18 jul. 2023.

OLIVEIRA, Andreia Cardoso de. **A influência das recomendações do zoneamento bioclimático brasileiro no desempenho térmico da envoltória de edificações de interesse social nos municípios da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2013. Disponível em: https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/201425015988b50285289f129997390d/OLIVEIRA2013-dissertao_de_mestrado.pdf . Acesso em 05 dez. 2024.

OLIVEIRA, Joelma Cristine Figueiredo de. **Estudo da influência das ilhas de amenidade nos centros urbanos: o caso de Recife**. Trabalho de conclusão de curso (Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/126/Estudo%20da%20influ%C3%Aancia%20das%20ilhas%20de%20amenidade%20nos%20centros%20urbanos%20o%20caso%20do%20Recife.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em 05 dez. 2024.

OLIVEIRA, Jorge Ricardo Félix de. **O clima da cidade de Caucaia/CE sob a perspectiva termodinâmica**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/20228/2/2014_dis_jrfoliveira.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

OLIVEIRA, Jorge Ricardo Félix de. **O clima urbano em cidade de pequeno porte no semiárido cearense: o caso de Crateús**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/56992> . Acesso em 04 dez. 2024.

OLIVEIRA, Livia de. Percepção ambiental. In: SANTOS, D. G.; NUCCI, J. C. C. M. (Orgs.). **Paisagens geográficas**. Campo Mourão: Editora da FECILCAM, 2009.

OLIVEIRA, Livia de. **Percepção do Meio Ambiente e Geografia: Estudos humanistas do espaço, da paisagem e do lugar**. Organizado por Eduardo Marandola Júnior e Tiago Vieira Cavalcante. São Paulo: Editora Cultura Acadêmica, 2017, 196 p.

OLIVEIRA, Ylana Leal Melo de; CALIXTER, Abner Luís. Conforto térmico em áreas verdes urbanas: simulação do microclima na Praça da Liberdade, em Teresina/PI. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 1, n. 30, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/34914> . Acesso em 23 jul. 2023.

OLIVEIRA, Hilma Magalhães; QUERINO, Juliane Kaise; ALVES, Perciles Vale; PAGANI, Caio Henrique; QUERINO, Carlos Alexandre. Avaliação dos efeitos da arborização nas variáveis temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Manicoré, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, jan/jun. 2023. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/16453>. Acesso em 25 set. 2023.

PAULINA, Wong; POH-CHIN, Lai; MELISSA, Anne Hart. Temporal Statistical Analysis of Urban Heat Islands at the Microclimate Level. **Procedia Environmental Sciences**, 2015, 26: 91-94. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029615001735?via%3Dihub> . Acesso em 15 ago. 2025.

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Mudanças climáticas 2016: Impactos, vulnerabilidade e adaptação.** Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/index.php/pt/publicacoes/relatorios-pbmc/item/impactos-vulnerabilidades-e-adaptacao-volume-2-completo?category_id=18 . Acesso em 29 jun. 2023.

PETTITT, Anthony. A non-parametric approach to the change-point problem. **Applied Statistics**. London, v. 28, n. 2, p. 126-135, 1979. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2346729?origin=crossref> . Acesso em 04 set. 2025

PIMENTEL, Franciele de Oliveira. **O clima urbano: o uso de modelos aeroespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora.** 2017. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Ciências, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/5618> . Acesso 24 ago. 2025.

PINHEIRO, Juarez Mota. **Clima urbano na cidade de São Luís do Maranhão.** Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufma.br/jspui/handle/123456789/944> . Acesso em 05 dez. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU, 2015. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Aracaju: Diagnóstico Municipal.** Disponível em: https://www.aracaju.se.gov.br/pddu/arquivos/XVI_DIAGNOSTICO_MUNICIPAL_PDDU.pdf . Acesso 07 set. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU, 2015a. **Anuário Estatístico 2015.** Disponível em: https://transparencia.aracaju.se.gov.br/archives/documentos_diversos/anuarios/ANU%C3%81RIO_ESTAT%C3%8DSTICO_2015_COMPLETO.pdf . Acesso em 07 set. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA DOS COQUEIROS, 2023. **Prefeitura da Barra potencializa ações voltadas para o desenvolvimento sustentável.** Matéria publicada em 13 abr. 2023. Disponível em: <https://www.barradoscoqueiros.se.gov.br/noticias/prefeitura-da-barra-potencializa%C3%A7%C3%B5es-voltadas-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel> . Acesso em 15 jul. 2023.

RAMOS, José Germano Moura. **Análise da temperatura de Caxias/MA e sua relação com a expansão urbana.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2021. Disponível em: http://repositorio.ufpi.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3269/Jose%20Germano%20Moura%20Ramos_Dissertacao%20%281%29.pdf?sequence=1 . Acesso em 05 dez. 2024.

REMELLI, Andressa Garcia; SILVA, Charlei Aparecido da. Espaços livres, a percepção do calor em uma cidade continental, o inverno de 2018 – Dourados/MS, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 17, v. 28, jan/jun. 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/77627> . Acesso em 20 set. 2023.

RIBEIRO, Carlos Alberto de Mendonça. **Atualização e aprofundamento do mapa de análises climáticas do município de João Pessoa/PB**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2013. Disponível em: https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/2014043183635e024212f4fdb8ccda60/Carlos_Ribeiro_PPGAU_UFPB.pdf . Acesso em 05 dez. 2024.

RODRIGUES, Herika Pereira; SOUZA, Ênio Pereira de; MARIANO, Everson Batista. Análise da influência de uma área urbanizada em variáveis meteorológicas através do uso do modelo BRAMS. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 28, n. 3, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228957/23367>. Acesso em 24 ago. 2025.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 4, n. 1, 2013.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2015, 226 p.

ROSEN, Stephen. **Weathering**. New York: M. Evans, 1979, 369 p.

SALES, Marcos Paulo; MOURA, Geraldo Jorge Barbosa de; OLIVEIRA, André Augusto Araújo.; PIBER, Ronaldo Souza. Cidades verdes: uma análise do Plano Diretor de Arborização Urbana do município de Salvador/BA. **REMOA – Revista Monografias Ambientais**, v. 20, e1, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/62962/html> . Acesso em 20 set. 2023.

SANT’ANNA NETO, João Lima; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; SILVA, Charlei Aparecido da. (orgs.). **Clima e gestão do território**. Jundiaí/SP: Paco Editorial, 2016.

SANTIAGO, Dimas de Barros. **Ilhas de calor e a influência no conforto térmico da Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina (RIDE)**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2017. Disponível em: <https://icat.ufal.br/pt-br/pos-graduacao/meteorologia/dissertacoes/2017/Dimas%20de%20Barros%20Santiago%20-2017.pdf/view>. Acesso em 04 dez. 2024

SANTIAGO, Dimas de Barros; GOMES, Heliofábio Barros de. Estudo das ilhas de calor no município de Maceió/AL usando dados orbitais do Landsat 5. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 3, p. 793-803, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233736/27294> . Acesso em 24 ago. 2025.

SANTOS, Bruna Fontes. **Urbanização e clima urbano do bairro Atalaia na cidade de Aracaju/SE**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2016. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/5509/1/BRUNA_FORTES_SANTOS.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

SANTOS, Joel Silva dos; SANTOS, Gabrielle Diniz dos. Estudo microclimático em pontos representativos da malha urbana da cidade de João Pessoa/PB: uma avaliação do campo térmico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 5, p. 1430-1448, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233116/27031> . Acesso em 24 ago. 2025.

SANTOS, Milton. **Urbanização brasileira**. São Paulo: Edusp, 2005.

SANTOS, Mariana Rodrigues Oliveira dos. **Clima de Teresina e indicadores de clima urbano a partir do sensoriamento remoto**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/douto/Downloads/MARIANA%20RODRIGUES%20OLIVEIRA%20DOS%20SANTOS.pdf> . Acesso em 04 dez. 2024.

SANTOS, Paulo Henrique Neves; MOTA, Luana Santos Oliveira; RODRIGUES, Tais Kalil. Caracterização Socioambiental da Barra dos Coqueiros/SE: usos do solo e impactos no espaço geográfico. **Anais**. XIV Encontro Nacional de Pós-graduação de Pesquisa em Geografia, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/77550> . Acesso em 21 abr. 2025.

SANTOS, Rossana Alcântara. **Cobertura vegetal e a temperatura de superfície no meio intraurbano: um estudo de Salvador**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica. Salvador/BA, 2018. Disponível em: https://maasa.ufba.br/sites/maasa.ufba.br/files/57_cobertura_vegetal_e_a_temperatura_de_superficie_no_meio_intraurbano_um_estudo_em_salvador.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

SANTOS, Joel Silva dos; SILVA, Vicente de Paulo Rodrigues da; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana; ARAÚJO, Lincoln Eloi de; COSTA, Angelina Dias Leão. Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em cidade tropical. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife/PE, v. 5, n. 3, p. 540-557, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232851> . Acesso em 25 jul. 2023.

SARAIVA, Ana Luiza Bezerra da Costa. **O clima urbano de Mossoró/RN**: o subsistema termodinâmico. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/items/e24f8527-884d-4d17-9e22-8f3b337a6f2b> . Acesso em 05 dez. 2024.

SARTORI, Maria da Graça Barros. **Clima e percepção geográfica**: fundamentos teóricos à percepção climática e à bioclimatologia humana. Santa Maria/RS: Gráfica Editora Pallotti, 2014.

SCHMIDT, Roberto. **Você e a meteorologia**: o que a TV ainda não disse – acertos, erros e dicas. Porto Alegre: Sagra/DC Luzzatto, 1994, 223 p.

SERPA, Ângelo. Parâmetros para a construção de uma crítica dialético-fenomenológica da paisagem contemporânea. **Revista Formação**, v. 2, n. 14, p. 14-22, 2007. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/642/656> . Acesso em 23 jun. 2024.

SERPA, Ângelo. **Por uma geografia dos espaços vividos**: geografia e fenomenologia. São Paulo: Contexto, 2019.

SILVA, Felipe Santos. **Para além do plantar e do colher**: saberes e (re)existências dos agricultores guardiões de sementes crioulas. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, 2022. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/16355> . Acesso em 26 dez. 2024.

SILVA, Fabiana Trindade da. **Conforto térmico do transeunte**: a porosidade urbana como condicionante da ventilação. 2014. 121f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014. Disponível em: <https://lpp.ufes.br/conforto-t%C3%A9rmico-do-transeunte-porosidade-urbana-como-condicionante-da-ventila%C3%A7%C3%A3o> . Acesso em 27 jul. 2023.

SILVA, Mônica Ferreira da. **Estratégias bioclimáticas para seis cidades alagoanas**: contribuições para a adequação da arquitetura ao clima local. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2019. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5791> . Acesso em 04 dez. 2024.

SILVA, Regiane Aparecida de Souza. **As mudanças no uso e cobertura da terra e sua influência na geração das ilhas de calor urbana da superfície e conforto térmico em João Pessoa/PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/21498/1/RegianeAparecidaDeSouzaeSilva_Dissert.pdf . Acesso em 05 dez. 2024.

SILVA, Ralyne Evelyn Cavalcante. **Análise da influência do efeito esteira de agrogeradores no microclima na superfície do solo: o caso do parque eólico piloto de Macau/RN.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2015. Disponível em:

https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/20786/1/RalyneEvelynCavalcanteSilva_DISSERT.pdf . Acesso em 04 dez. 2024.

SILVEIRA, Iáskara Michele de Medeiros; CARVALHO, Rodrigo Guimarães. Microclima e conforto térmico na área da Mata da Bica, no município de Portoalegre/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n.1, p. 62-78, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233573/27180> . Acesso 24 ago. 2025.

SIMÕES, Ezio Luís Martins. **Bioclimatismo e forma urbana:** simulação computacional em áreas de expansão no clima quente-seco do sertão paraibano. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2016.

Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/11674?locale=pt_BR . Acesso em 25 ago. 2025.

SISMANIDIS, Panagiotis; KERAMITSOGLOU, Ifigenia; KIRANOUDIS, Chris. A satellite-based system for continuous monitoring of Surface Urban Heat Islands. **Urban Climate**, 2015, 14: 141-153. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212095515000231?via%3Dihub> . Acesso em 15 ago. 2025.

SMIT, Barry; PILIFOSOVA, Olga. From adaptation to adaptive capacity and vulnerability reduction. In: SMITH, J. B.; KLEIN, R. J. T.; HUQ, S. (Ed.). **Climate change, adaptive capacity and development**. Londres: Imperial College Press, 2003. p. 9-28.

SORRE, Maximilien. A adaptação ao meio climático e biossocial – Geografia Psicológica. In: **Max Sorre: Geografia**. Tradução J. F. Megale, M. C. França e M. Marques. São Paulo: Ática, 1984, p. 30-86.

SOUZA, Débora Moreira de; NERY, Jonas Teixeira. O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. **Geografia**, Londrina, v. 21, n. 2, p. 65-83, maio/ago. 2012.

Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/9798> . Acesso em 27 jul. 2023.

SOUZA, Joana Pack Melo. **Influência da forma urbana na ventilação natural:** um estudo de caso no Cais José Estelita, Recife. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2014. Disponível em:

<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/13979/1/DISSERTA%20c3%87%20c3%83O%20Joana%20Pack%20Melo%20Sousa.pdf> . Acesso em 04 dez. 2024.

SOUZA, Mayara Cynthia Brasileiro de. **Desejo por conforto térmico: estratégias adaptativas e modelos de conforto térmico no semiárido paraibano**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2018. Disponível em: https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/2018119180a68e10046373a88e39c02ec/Dissertao_Mayara_DefesaFinal.pdf . Acesso em 05 dez. 2024.

SOUZA, Natallia Sanches e. **Análise da radiação solar na formação de ilhas de calor em diferentes configurações urbanas em Cuiabá/MT**. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental). 2016. Universidade Federal de Mato Grosso. Disponível em: <https://ri.ufmt.br/handle/1/2886> . Acesso em 08 set. 2023.

SOUZA, Camila Amparo de; PARANHOS FILHO, Antônio Conceição; GUARALDO, Eliane. Estudo bibliométrico sobre ilhas de calor urbanas e zonas climáticas locais. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 16, v. 26, 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14199> . Acesso em 11 set. 2023.

STEADMAN, Robert Garland. The assesement of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing Science. **Journal of applied meteorology**, v. 18, n. 7, p. 861-873, 1979. Disponível em: http://meteoengins.fr/documents/davis/The_assessment_of_Sultriness_PART_I_RGSteadman_1979.pdf . Acesso em 03 set. 2025.

STEINKE, Ercília Torres. **Climatologia Fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

STEWART, Iain Douglas. **Redefining the urban heat island**, 2011. Thesis (Doctor of Philosophy) – The Faculty of Graduate Studies, The University of British Columbia, Vancouver, 20110. Disponível em: <https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0072360> . Acesso em 17 set. 2025.

STEWART, Iain Douglas; OKE, Timothy Richard. Newly Developed “thermal climate zones” for defining and measuring urban heat island magnitude in the canopy layer. Preprints, **T. R. Oke Symposium and Eighth Symposium on Urban Environment**, January 11-15, Phoenix, AZ, 2009.

STEWART, Iain Douglas; OKE, Timothy Richard. Zonas climáticas locais para estudos de temperatura urbana. **Boletim da Sociedade Meteorológica Americana**, v. 93, n. 12, págs. 1879-1900, 2012.

SUPING, Zhang, GUANGLIN, Meng, YANWEN, Wang, Ji, Li. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and the meteorotropic affects on distance runners. **International Journal of Biometeorology**, v. 36, 1992.

TAJIRI, Christiane Aparecida Hatsumi; CAVALCANTI, Denize Coelho; POTENZA, João Luís. **Habitação Sustentável – Cadernos de Educação Ambiental** – Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente – Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 2011. 111p.

TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca; AMORIM, Margarete Cristiane da Costa Trindade. O clima urbano das cidades de pequeno porte do Oeste Paulista: análise das características térmicas de Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, 2022. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/15396> . Acesso em 11 set. 2023.

TEIXEIRA, Elaine Farias. **Análises da temperatura do ar e dos índices de conforto térmico humano em Campina Grande, no período de 1997 a 2021**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/28760/1/ElaineFariasTeixeira_Dissert.pdf . Acesso em 05 dez. 2024.

TELES, Edvaldo Santos Rocha. A primazia urbana de Aracaju (1940-1970). In: ARAÚJO, Hélio Mário de. **O ambiente urbano: visões geográficas de Aracaju**. São Cristóvão: Editora UFS, p. 68-87, 2006.

THOM, Earll Crabill. Discomfort Index. **Weatherwise**, Boston, 12 (1), p. 57-60, 1959.

TORRES, Daniela de Araújo. **Desempenho térmico de habitações populares em Alagoas: alternativas para a adequação climática**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2015. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1292/1/Desempenho%20termico%20de%200habitacoes%20populares%20em%20Alagoas....pdf> . Acesso em 04 dez. 2024.

TUAN, Yi-fu. **Paisagens do medo**. Tradução Livia de Oliveira. Título original: *Landscapes of fear (1979)*. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

TUAN, Yi-fu. Topofilia. **Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. 1ª ed. Eduel: São Paulo, 2012, 342 p. Tradução Livia de Oliveira. Título original: *Topophilia: a study of environmental perception, attitudes, and values (1974)*.

TUAN, Yi-fu. **Espaço e lugar: a perspectiva da experiência**. Tradução Livia de Oliveira. Título original: *Space and place: the perspective of experience (1977)*. Londrina: Eduel, 2013.

VAILSHERY, Lionel Sujay; JAGANMOHAN, Madhumitha; NEGENDRA, Harini. Effect of street trees on microclimate and air pollution in a tropical city. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 12, n. 3, p. 408-415, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866713000289?via%3Dihub> . Acesso em 17 ago. 2025.

VALNIR JÚNIOR, Marcos de Oliveira; SANTOS, Flávia Maria de Moura. Levantamento bibliográfico da utilização de transectos móveis em pesquisas de clima urbano no Brasil e recomendações de padronização de procedimentos. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 16, vol. 26, jan/jun. 2020, p. 425-440. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/67231> . Acesso em 20 ago. 2023.

VIANA, Simone Scatolon Menotti. **Conforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP**. 2013. 219 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente/SP. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105092> . Acesso em 24 set. 2023.

VIDE, Javier Martín. La percepción del clima en las ciudades. In: **Revista de Geografia**. Barcelona, vol. XXIV, págs. 27-33, 1990.

WANG, Yu Peng; AKBARI, Hashem. Analysis of urban heat island phenomenon and mitigation solutions evaluation for Montreal. **Sustainable Cities and Society**, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670716300683> Acesso em 15 ago. 2025.

ANEXO A: TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: ZONEAMENTO CLIMÁTICO E CONFORTO TÉRMICO:
CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO URBANO DE BARRA DOS COQUEIROS/SE
Pesquisador responsável: THIAGO DUARTE DA SILVA MUNIZ
Instituição/Departamento de origem do pesquisador: UFS/PPGEO
Telefone para contato: (79) xxxxx-xxxx E-mail: cientistadoclima@gmail.com

O pesquisador do projeto acima identificado assume o compromisso de:

- Cumprir os termos da resolução nº 466/12, de 12 de dezembro de 2012 e da resolução nº 510/16, de 07 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde e demais resoluções complementares à mesma (240/1997, 251/1997, 292/1999, 304/2000, 340/2004, 346/2005 e 347/2005);
- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe;
- Zelar pela privacidade e pelo sigilo das informações, que serão obtidas e utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa;
- Garantir que os materiais e as informações obtidas no desenvolvimento deste trabalho serão utilizados apenas para se atingir o(s) objetivo(s) previsto(s) nesta pesquisa e não serão utilizados para outras pesquisas sem o devido consentimento dos participantes;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Garantir que os resultados da pesquisa serão tornados públicos através de apresentação em encontros científicos ou publicação em periódicos científicos, quer sejam favoráveis ou não, respeitando-se sempre a privacidade e os direitos individuais dos participantes da pesquisa;
- Garantir que o CEP/UFS será comunicado da suspensão ou do encerramento da pesquisa por meio de relatório apresentado anualmente ou na ocasião da suspensão ou do encerramento da pesquisa com a devida justificativa;
- Garantir que o CEP/UFS será imediatamente comunicado se ocorrerem efeitos adversos, resultantes desta pesquisa, com o voluntário;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Parcial e Relatório Final da pesquisa.

IDENTIFICAÇÃO DOS MEMBROS DO GRUPO DE PESQUISA

Nome completo (sem abreviação)
THIAGO DUARTE DA SILVA MUNIZ: pesquisador responsável
ROSEMERI MELO E SOUZA: orientadora
FRANCISCO JABLINSKI CASTELHANO: coorientador

(Assinatura física ou digital do Pesquisador Responsável)

ANEXO B: TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS (TCUD)

Os pesquisadores do projeto de pesquisa intitulado “**ZONEAMENTO CLIMÁTICO E CONFORTO TÉRMICO: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO URBANO DE BARRA DOS COQUEIROS/SE**” comprometem-se a preservar a privacidade dos dados **quantitativos e qualitativos extraídos das respostas obtidas por meio da aplicação do questionário sobre a percepção da população da Barra dos Coqueiros a respeito do conforto ou desconforto térmico sentido na cidade**, concordam e assumem a responsabilidade de que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto, bem como se responsabiliza pela ação e função dos demais membros do grupo de pesquisa listados abaixo. Comprometem-se, ainda, a fazer a divulgação das informações coletadas somente de forma anônima e que a coleta de dados da pesquisa somente será iniciada após aprovação do sistema CEP/CONEP (Comitê de Ética e Pesquisa/Comitê Nacional de Ética em Pesquisa).

Salientamos, outrossim, estarmos cientes dos preceitos éticos da pesquisa, pautados na Resolução 466/12, 510/2016 e das suas correlatas do Conselho Nacional de Saúde.

Aracaju, 17 de julho de 2023

IDENTIFICAÇÃO DOS MEMBROS DO GRUPO DE PESQUISA

Nome completo (sem abreviação)
THIAGO DUARTE DA SILVA MUNIZ – pesquisador responsável
ROSEMERI MELO E SOUZA - orientadora
FRANCISCO JABLINSKI CASTELHANO: coorientador

(Assinatura física ou digital do Pesquisador Responsável)

ANEXO C: TERMO DE AUTORIZAÇÃO E EXISTÊNCIA DE INFRAESTRUTURA



PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA DOS COQUEIROS

Eu, **Edson Aparecido dos Santos, Secretário de Meio Ambiente** da **Prefeitura Municipal da Barra dos Coqueiros**, autorizo a realização do projeto intitulado **ZONEAMENTO CLIMÁTICO E CONFORTO TÉRMICO: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO URBANO DE BARRA DOS COQUEIROS/SE** pelo pesquisador **Thiago Duarte da Silva Muniz**, que envolverá a **aplicação de questionários para averiguar a percepção climática dos habitantes da cidade quanto ao conforto térmico** e será iniciado após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (CEP/UFS).

Estamos cientes de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa, dispondo de infraestrutura necessária para desenvolvê-la em conformidade às diretrizes e normas éticas. Ademais, ratifico que não haverá quaisquer implicações negativas aos **habitantes da cidade, maiores de idade, a serem entrevistados em locais abertos ao público** que não desejarem ou desistirem de participar do projeto.

Declaro, outrossim, na condição de representante desta Instituição, conhecer e cumprir as orientações e determinações fixadas nas Resoluções nº 466, de 12 de dezembro de 2012, e 510, de 07 de abril de 2016, e Norma Operacional n 001/2013, pelo CNS (Conselho Nacional de Saúde).

Barra dos Coqueiros, 22 de março de 2023.

Edson Aparecido dos Santos
Secretário do Meio Ambiente da Barra dos Coqueiros/SE

Edson Aparecido dos Santos
Secretário de Meio Ambiente

Avenida Oceânica, 520 Bairro Centro CEP: 49140-000
Barra dos Coqueiros/SE
E-mail: meioambiente@barradoscoqueiros.se.gov.br
Tel.: (79) 9950-0408

ANEXO D: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título do Projeto: **Zoneamento Climático e Conforto Térmico: Contribuições ao Planejamento Urbano de Barra dos Coqueiros/SE**

Pesquisador Responsável: **Me. Thiago Duarte da Silva Muniz**

Local onde será realizada a pesquisa: **na cidade de Barra dos Coqueiros/SE**

Número do parecer: **6.288.398** CAAE: **68315623.3.0000.5546**

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) desta pesquisa porque **é morador da cidade, maior de idade e tem relação de vivência com a cidade.** Sua contribuição é muito importante, mas não deve participar contra a sua vontade.

Esta pesquisa será realizada porque **o rápido crescimento da população em Barra dos Coqueiros associado ao desenvolvimento urbano (construção de condomínios de apartamentos e casas) tem favorecido a existência de problemas socioambientais decorrentes do uso e da ocupação do solo urbano, sendo um desses problemas relacionados ao aumento das temperaturas, ampliando a sensação de calor.**

Os objetivos dessa pesquisa são: **(objetivo geral) compreender a dinâmica do clima urbano de Barra dos Coqueiros/SE em relação à intensidade de calor, visando à proposição de medidas para a diminuição desse mormaço sentido pelos habitantes. Visando a alcançar esta proposta, constitui-se um dos objetivos específicos: averiguar a percepção ambiental da população residente na cidade acerca do desconforto provocado pelo aumento nas temperaturas.**

Os participantes da pesquisa são **moradores de Barra dos Coqueiros, maiores de idade, e que apresentam relação de vivência com a cidade, sendo que um total de 384 habitantes responderão aos questionários. E a escolha dos participantes será feita de maneira aleatória, independente do gênero sexual, da escolaridade, da profissão, da etnia, da religião, da renda financeira ou do bairro onde reside.**

Antes de decidir, é importante que entenda todos os procedimentos, os possíveis benefícios, riscos e desconfortos envolvidos nesta pesquisa.

A qualquer momento, antes, durante e depois da pesquisa, você poderá solicitar mais esclarecimentos, recusar-se ou desistir de participar sem ser prejudicado, penalizado ou responsabilizado de nenhuma forma. Caso você já esteja em tratamento e não queira participar, você não será penalizado por isso.

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável **Thiago Duarte da Silva Muniz, no telefone celular (79) xxxxxxxxx, e no endereço institucional do Programa de Pós-graduação em Geografia (didática II, 1º andar) da Universidade Federal de Sergipe, situado na Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão/SE e e-mail cientistadoclima@gmail.com.**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Sergipe. “O CEP é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos” (Resolução CNS nº 466/2012, VII. 2).

Caso você tenha dúvidas sobre a aprovação do estudo, seus direitos ou se estiver insatisfeito com este estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Sergipe, situado na Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Sanatório – Aracaju CEP: 49.060-110 – SE. Contato por e-mail: cep@academico.ufs.br .Telefone: (79) 3194-7208 e horários para contato: de Segunda-feira a Sexta-feira, das 07h00 às 12h00.

Todas as informações coletadas neste estudo serão confidenciais (seu nome jamais será divulgado) e utilizadas apenas para esta pesquisa. Somente nós, o pesquisador responsável e/ou equipe de pesquisa, teremos conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo.

Para maiores informações sobre os direitos dos participantes de pesquisa, leia a **Cartilha dos Direitos dos Participantes de Pesquisa** elaborada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), que está disponível no site:

http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/img/boletins/Cartilha_Direitos_Participantes_de_Pesquisa_2020.pdf

Caso você concorde e aceite participar desta pesquisa, deverá rubricar todas as páginas deste termo e assinar a última página, nas duas vias. Eu, o pesquisador responsável, farei a mesma coisa, ou seja, rubricarei todas as páginas e assinarei a última página. Uma das vias ficará com você para consultar sempre que necessário.

O QUE VOCÊ PRECISA SABER:

- ✓ **DE QUE FORMA VOCÊ VAI PARTICIPAR DESTA PESQUISA: (o pesquisador vai aplicar um questionário contendo questões de múltipla escolha e questões abertas para que seja dada a sua opinião sobre o assunto pesquisado. O questionário durará, em média, 10 minutos e será realizado em apenas uma visita. E você ficará à vontade para responder quais questões você quiser, podendo, é claro, pedir algum esclarecimento sempre que precisar.**
- ✓ **RISCOS EM PARTICIPAR DA PESQUISA: Pode haver desconforto ou risco ao entrevistado, tendo em vista que o trabalho doméstico ou o trabalho informal em estabelecimentos dispostos ao redor de praças públicas e de órgãos públicos/privados durante a aplicação do questionário poderá ser interrompido. E o entrevistado pode se sentir desconfortável ou constrangido em fornecer informações e opiniões. Deixo claro que qualquer pergunta pode ser recusada, não sendo respondida a qualquer momento durante a entrevista. O entrevistado também tem o direito de retirar ou negar a sua participação.**
- ✓ **BENEFÍCIOS EM PARTICIPAR DA PESQUISA: O benefício maior é que as informações adquiridas serão utilizadas na confecção do trabalho de pesquisa, contribuindo para a aquisição ou o aprimoramento do conhecimento científico com a realidade trabalhada. Após a publicação dos resultados, o trabalho e as propostas de adaptação e de mitigação referente ao desconforto térmico será entregue aos órgãos municipais competentes, a fim de que tomem conhecimento. De imediato, não haverá benefício direto ao participante da pesquisa, tendo em vista que os órgãos competentes poderão ou não se utilizar dos resultados da pesquisa para implementação de políticas públicas. Para reduzir as condições adversas, o pesquisador aplicará os questionários em local sob o abrigo do sol ou da chuva.**

- ✓ **FORMA DE ACOMPANHAMENTO DO TRATAMENTO: não haverá acompanhamento da fase de tratamento de dados.**
- ✓ **PRIVACIDADE E CONFIDENCIALIDADE: O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e de privacidade, sendo que em caso de obtenção de fotografias, vídeos ou gravações de voz os materiais ficarão sob a propriedade do pesquisador responsável. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O (A) Sr. (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo, sendo seu nome substituído por números ou letras (códigos alfanuméricos).**
- ✓ **ACESSO AOS RESULTADOS DA PESQUISA: Estes resultados serão acessíveis após a publicação da tese pelo repositório institucional da UFS ou quando forem publicados em periódicos científicos.**
- ✓ **CUSTOS ENVOLVIDOS PELA PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA: you will not have costs to participate in this research; a pesquisa também não envolve compensações financeiras, ou seja, você não poderá receber pagamento para participar.**
- ✓ **DANOS E INDENIZAÇÕES: Se lhe ocorrer qualquer problema ou dano pessoal durante a pesquisa, lhe será garantido o direito à assistência médica imediata, integral e gratuita, às custas do pesquisador responsável, com possibilidade de indenização caso o dano seja decorrente da pesquisa (através de vias judiciais Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954).**

Consentimento do participante

Eu, abaixo assinado, declaro que concordo em participar desse estudo como voluntário(a). Fui informado(a) e esclarecido(a) sobre o objetivo desta pesquisa, li, ou foram lidos para mim, os procedimentos envolvidos, os possíveis riscos e benefícios da minha participação e esclareci todas as minhas dúvidas.

Sei que posso me recusar a participar e retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto me cause qualquer prejuízo, penalidade ou responsabilidade. Autorizo o uso dos meus dados de pesquisa sem que a minha identidade seja divulgada.

Recebi uma via deste documento com todas as páginas rubricadas e a última assinada por mim e pelo Pesquisador Responsável.

Nome do(a) participante: _____

Assinatura: _____ Local e Data: _____

Declaração do pesquisador

Declaro que obtive de forma apropriada, esclarecida e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante para a participação neste estudo. Entreguei uma via deste documento com todas as páginas rubricadas e a última assinada por mim ao participante e declaro que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Nome do pesquisador responsável: _____

Assinatura: _____ Local/Data: _____

Nome do auxiliar de pesquisa/testemunha quando aplicável: _____

Assinatura: _____ Local/Data: _____



Assinatura Datiloscópica (*quando não alfabetizado*)

ANEXO E: PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA DA UFS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ZONEAMENTO CLIMÁTICO E CONFORTO TÉRMICO: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO URBANO DE BARRA DOS COQUEIROS/SE

Pesquisador: THIAGO DUARTE DA SILVA MUNIZ

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 68315623.3.0000.5546

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.288.398

Considerações Finais a critério do CEP:

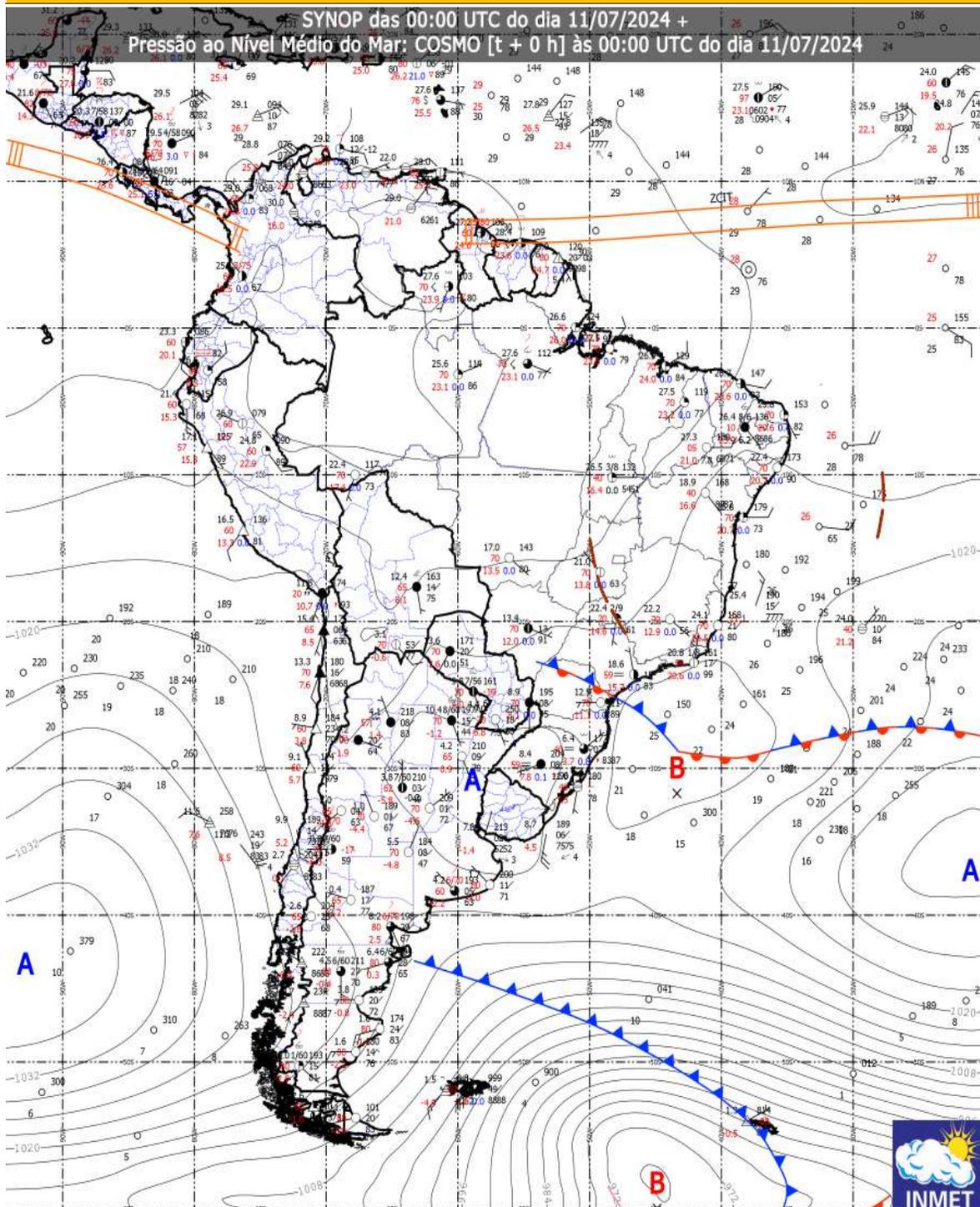
Conforme Resolução CNS 466/2012, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, e Resolução CNS 510/2016, Art. 28, inc. V, os pesquisadores responsáveis deverão apresentar relatórios parcial semestral e final do projeto de pesquisa, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa inicial.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

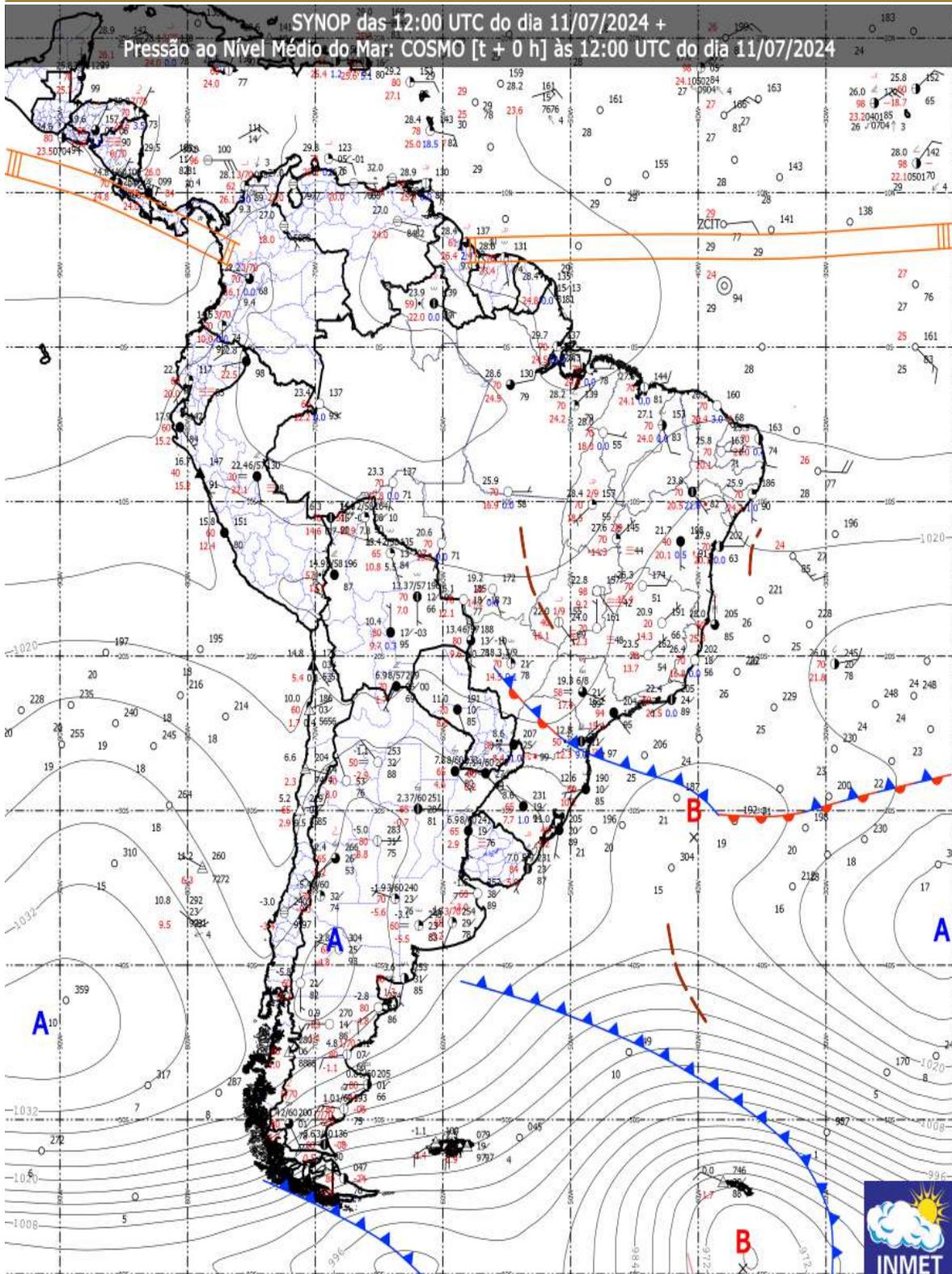
Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2092574.pdf	17/07/2023 15:24:50		Aceito
Outros	TCUD_assinado.pdf	17/07/2023 15:21:36	THIAGO D. MUNIZ	Aceito
Outros	Termo_de_Confidencialidade_assinado.pdf	17/07/2023 15:06:30	THIAGO D. MUNIZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	17/07/2023 15:00:03	THIAGO D. MUNIZ	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	17/07/2023 14:50:01	THIAGO D. MUNIZ	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinado.pdf	17/07/2023 14:26:31	THIAGO D. MUNIZ	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_S_PENDENCIAS_CEP_UFS.pdf	27/05/2023 19:02:06	THIAGO D. MUNIZ	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_de_autorizacao_e_infraestrutura.pdf	23/03/2023 15:08:14	THIAGO D. MUNIZ	Aceito

ANEXO F: REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS ATUANTES EM CADA EPISÓDIO DE COLETA DE DADOS DURANTE O INVERNO DE 2024

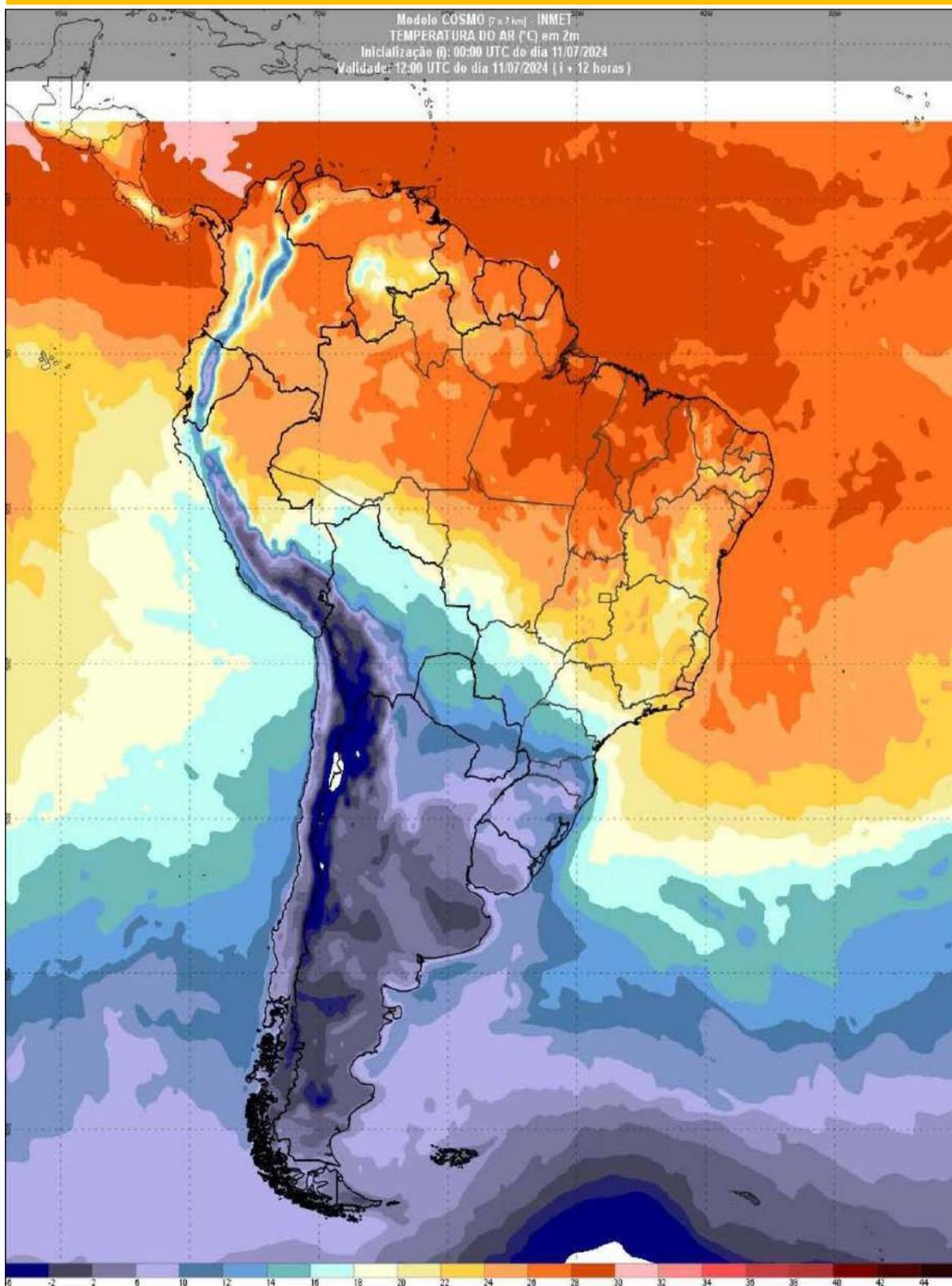
EPISÓDIO 1: 11 de julho de 2024 (inverno austral) – Carta sinótica às 0h UTC



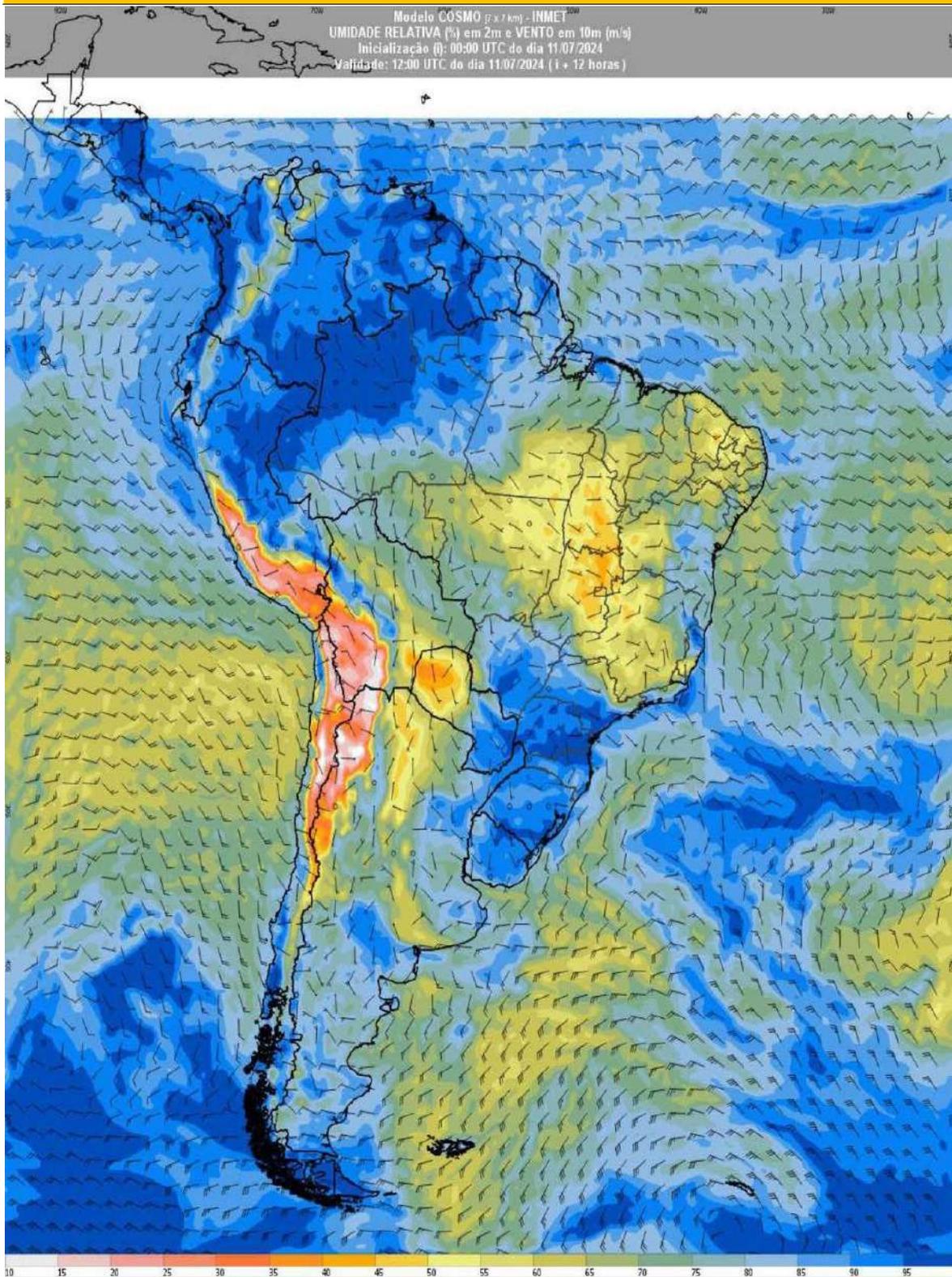
EPISÓDIO 1: 11 de julho de 2024 (inverno austral) – Carta sinótica às 12h UTC



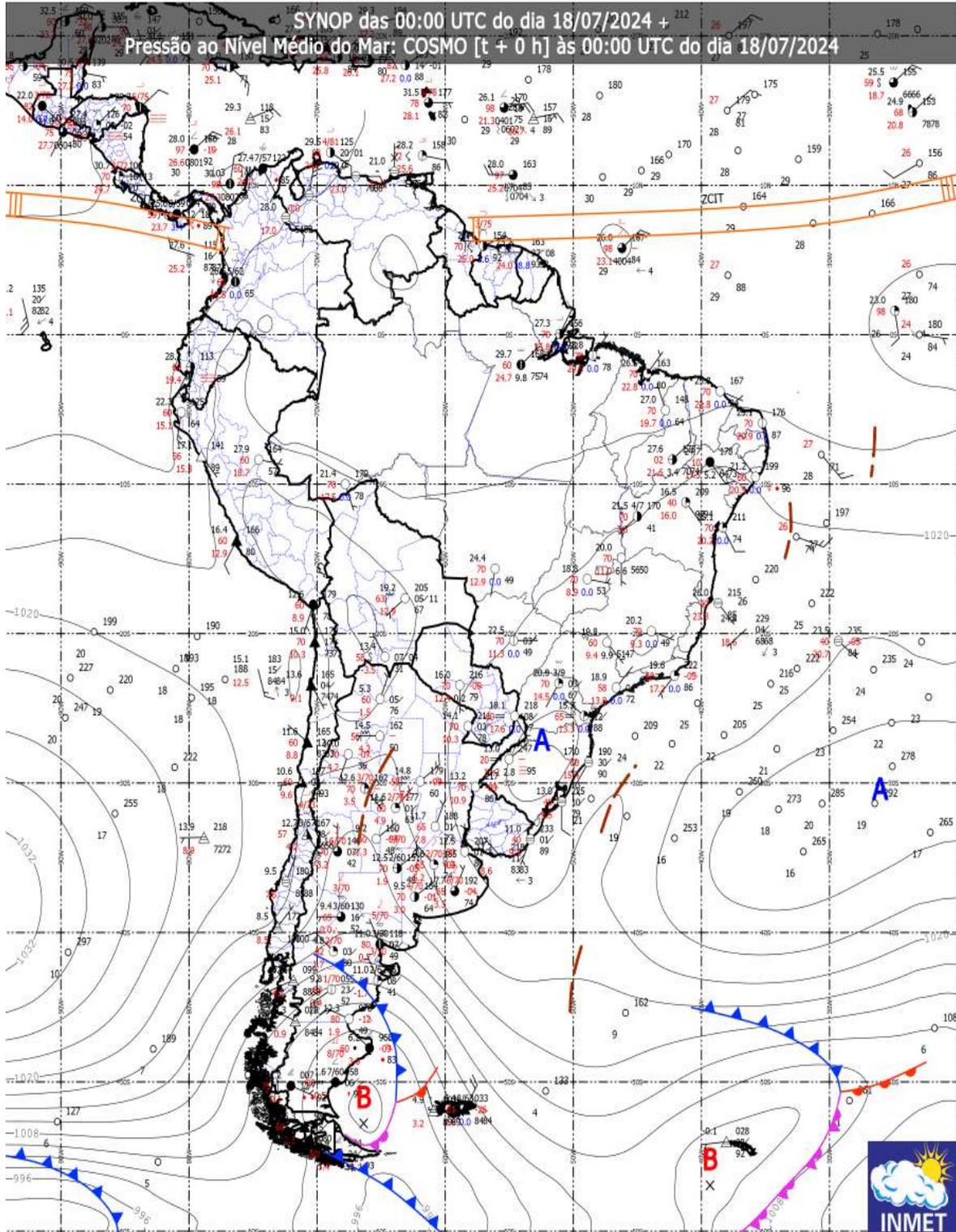
EPISÓDIO 1: 11 de julho de 2024 (inverno austral) – Temperatura do ar (°C) em 2m



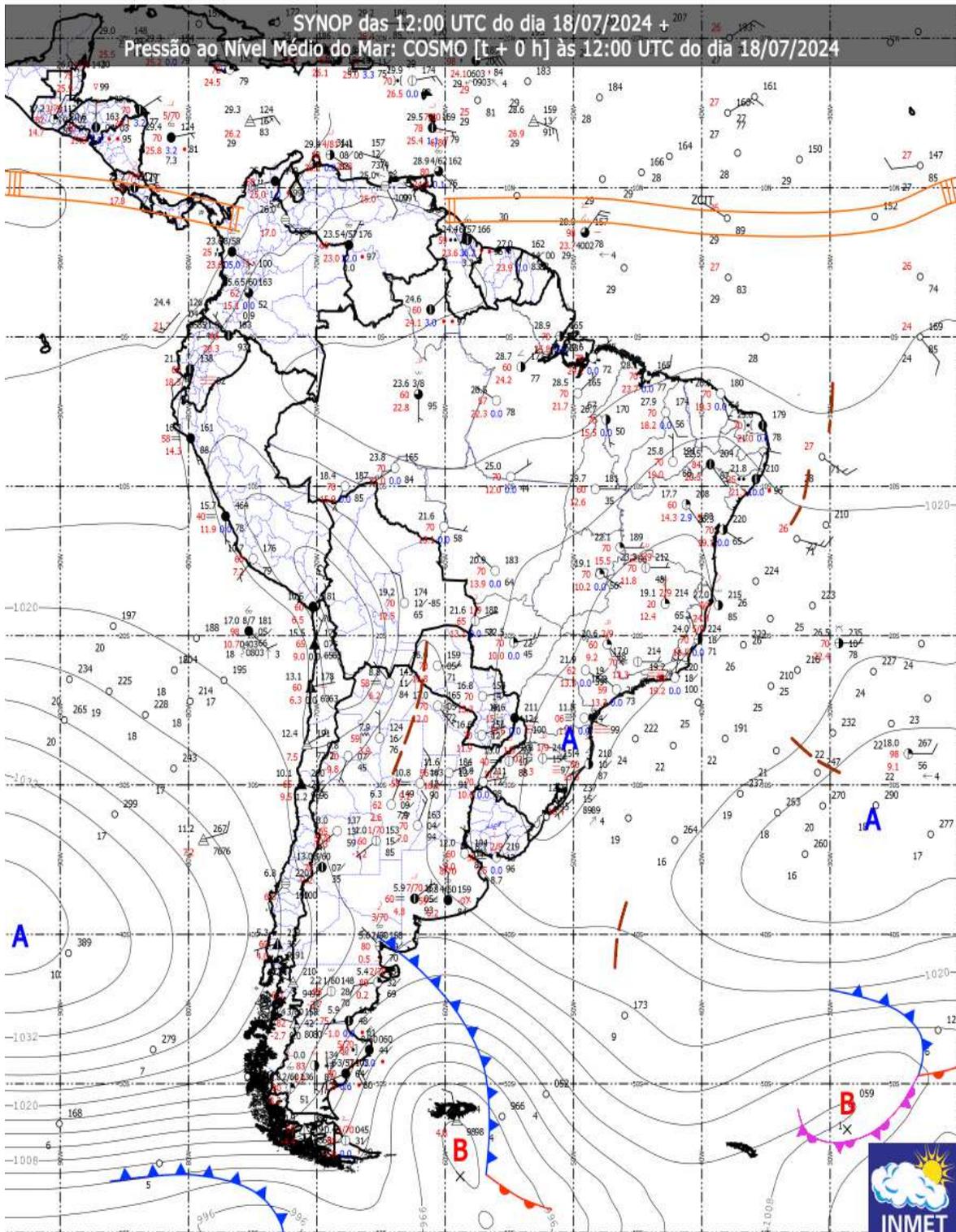
EPISÓDIO 1: 11 de julho de 2024 (inverno austral) – Umidade relativa (%) em 2m e vento (m/s) em 10m



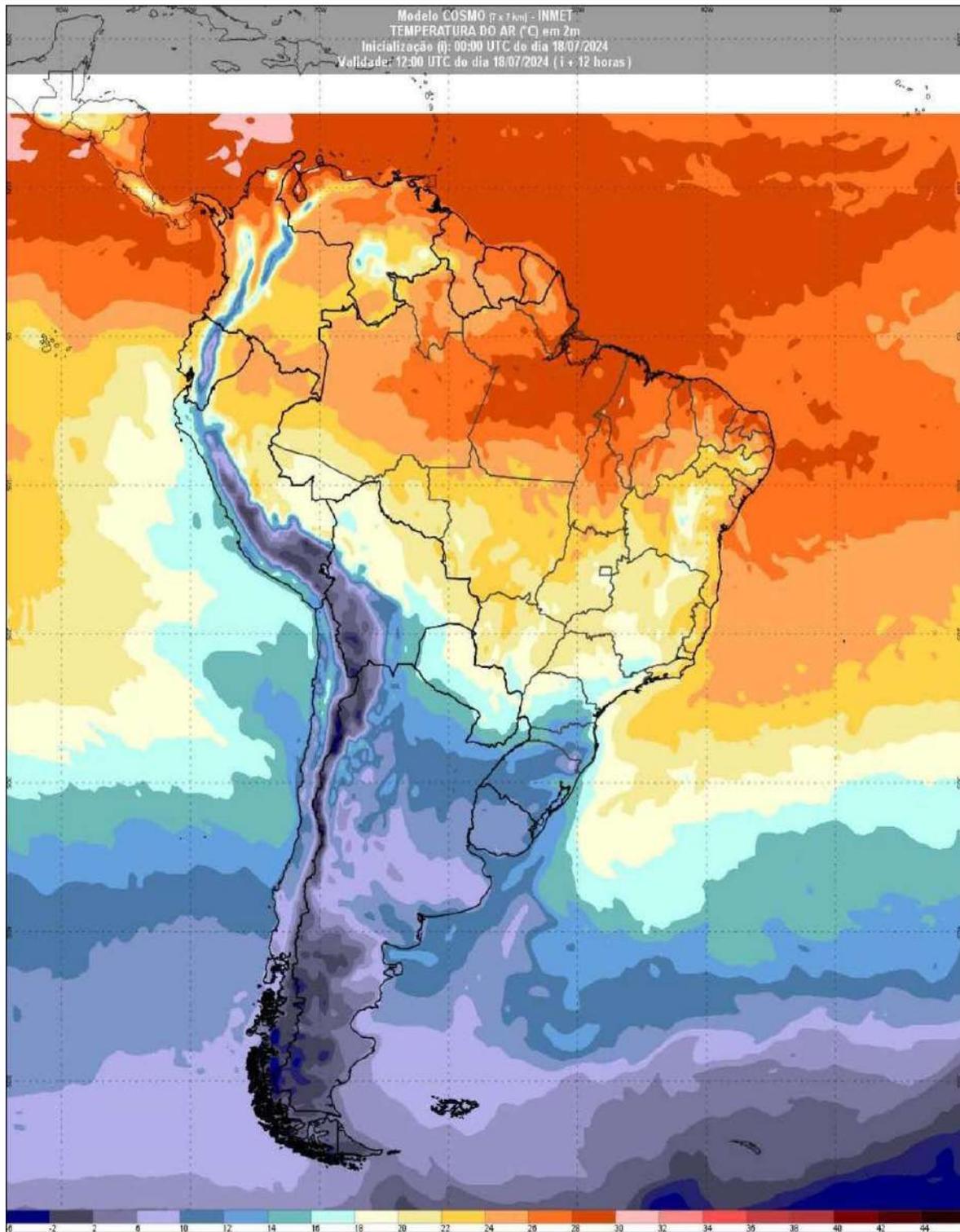
EPISÓDIO 2: 18 de julho de 2024 (inverno austral) – Carta sinótica às 0h UTC



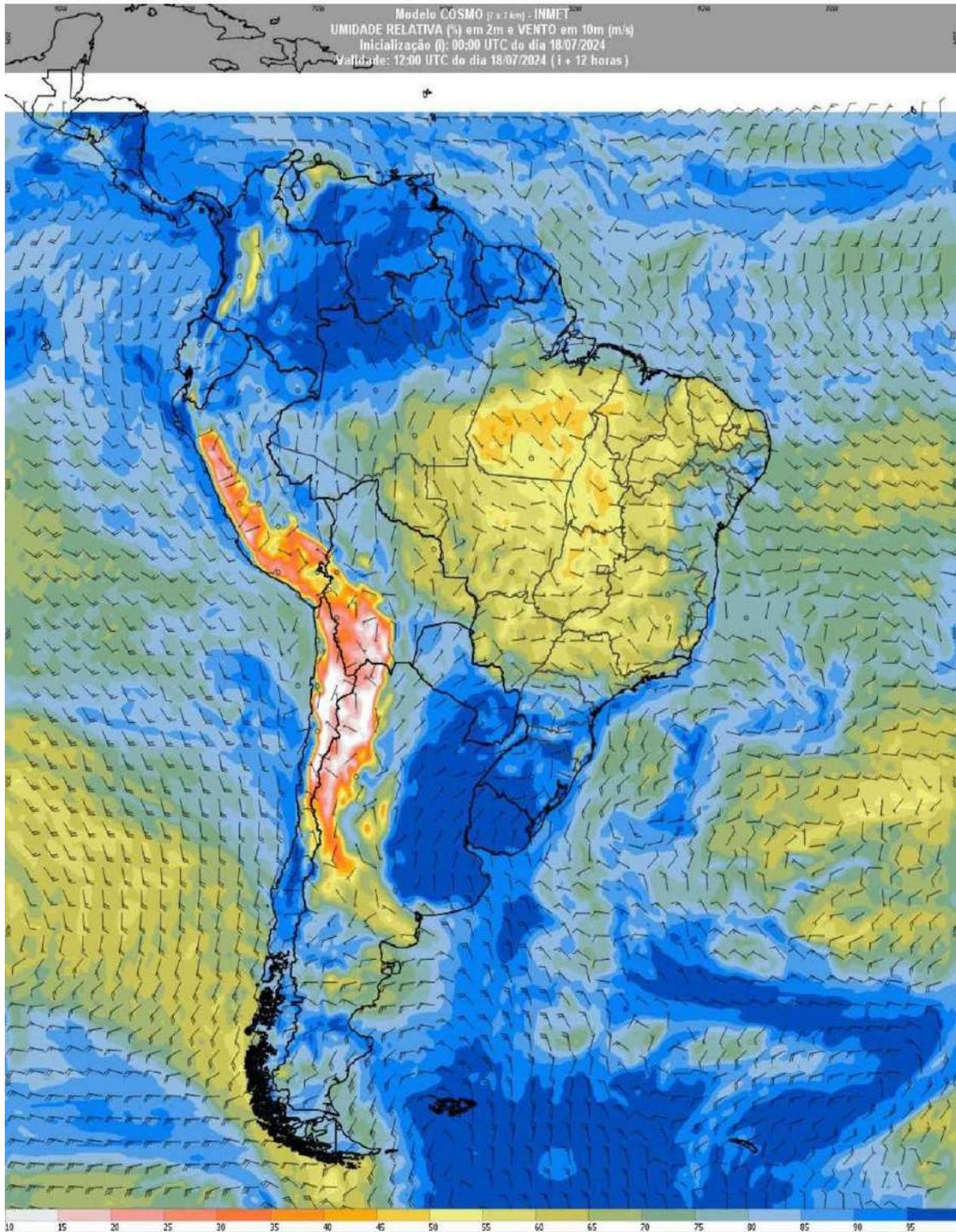
EPISÓDIO 2: 18 de julho de 2024 (inverno austral) – Carta sinótica às 12h UTC



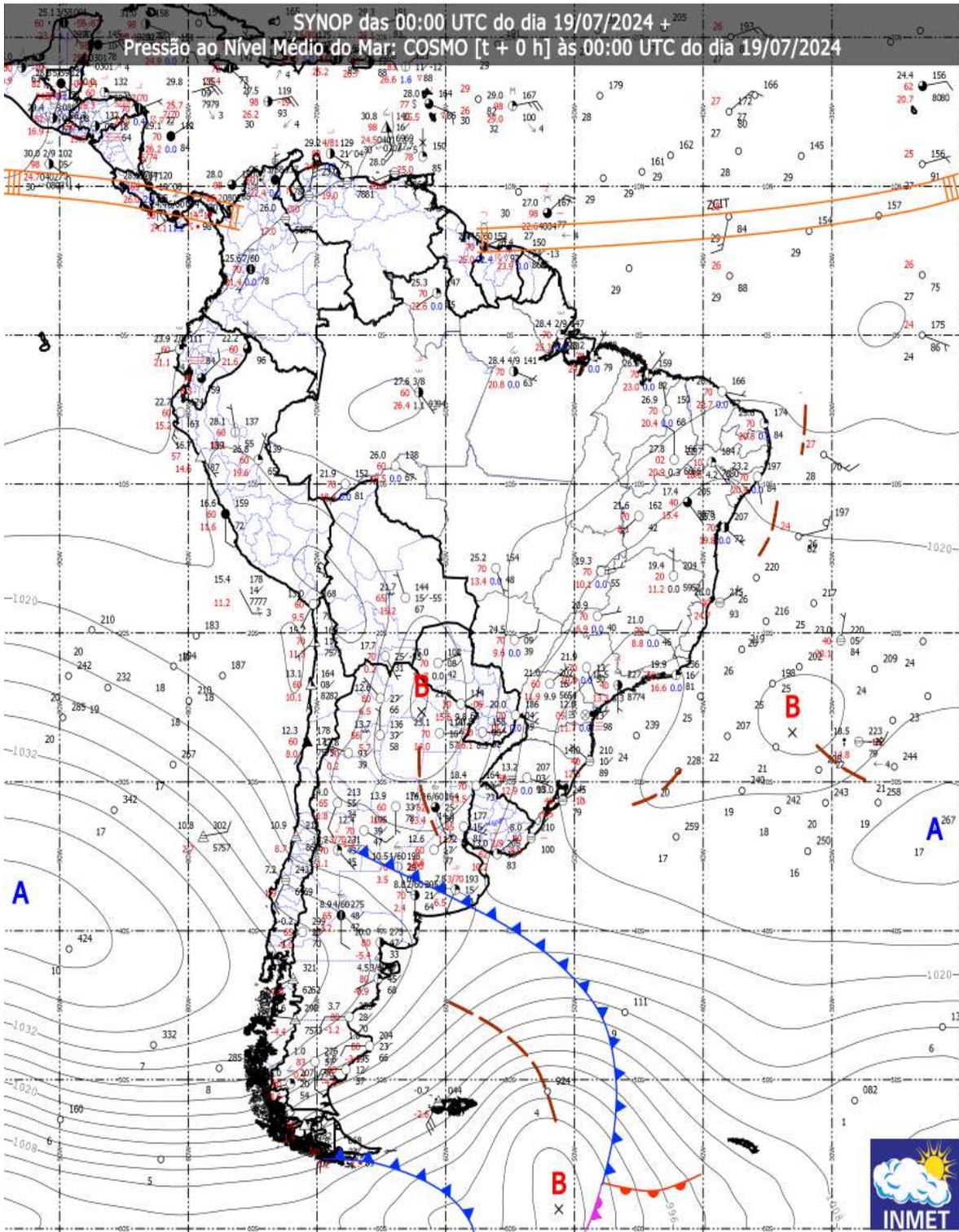
EPISÓDIO 2: 18 de julho de 2024 (inverno austral) – Temperatura do ar (°C) em 2m



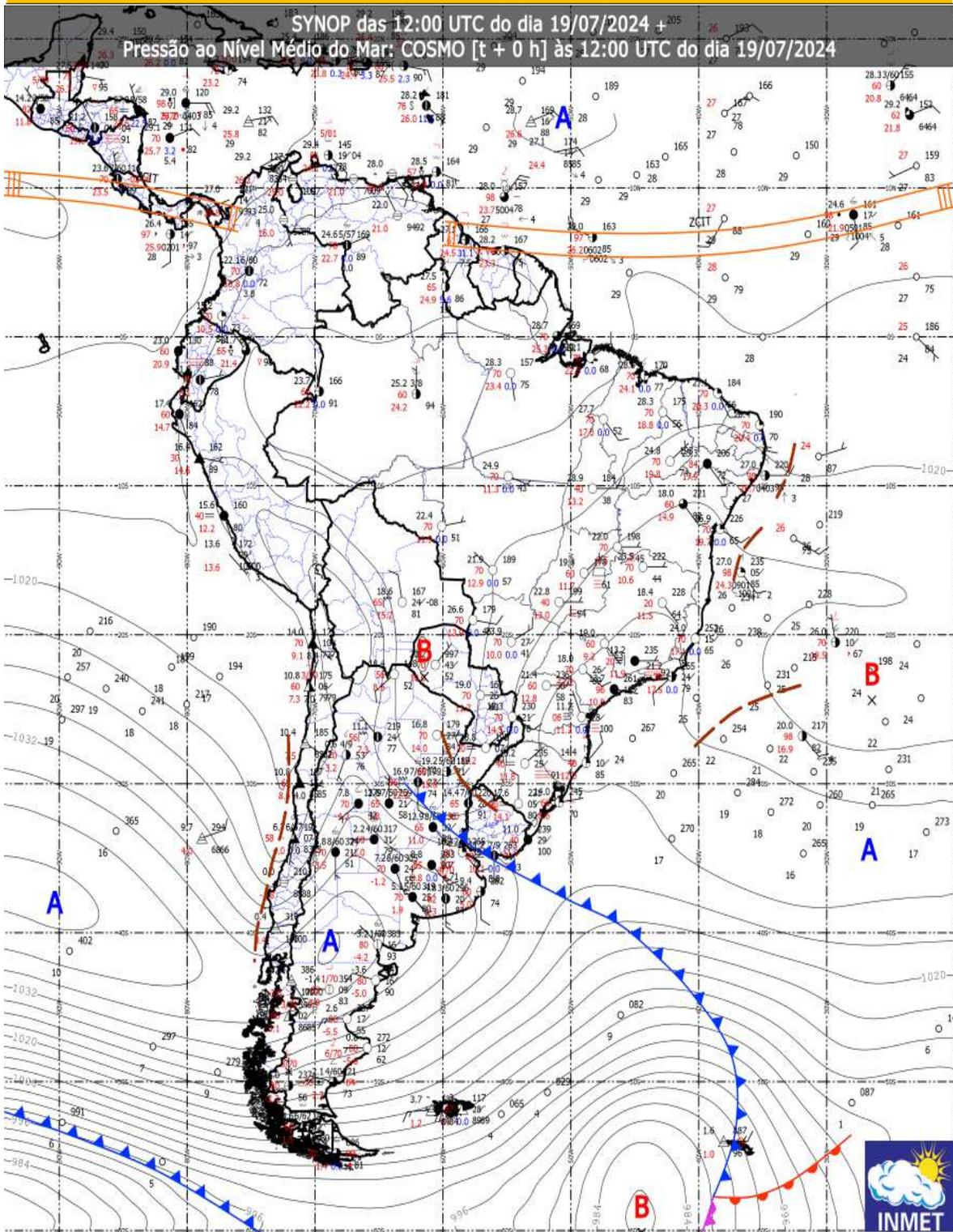
EPISÓDIO 2: 18 de julho de 2024 (inverno austral) – Umidade relativa (%) em 2m e vento (m/s) em 10m



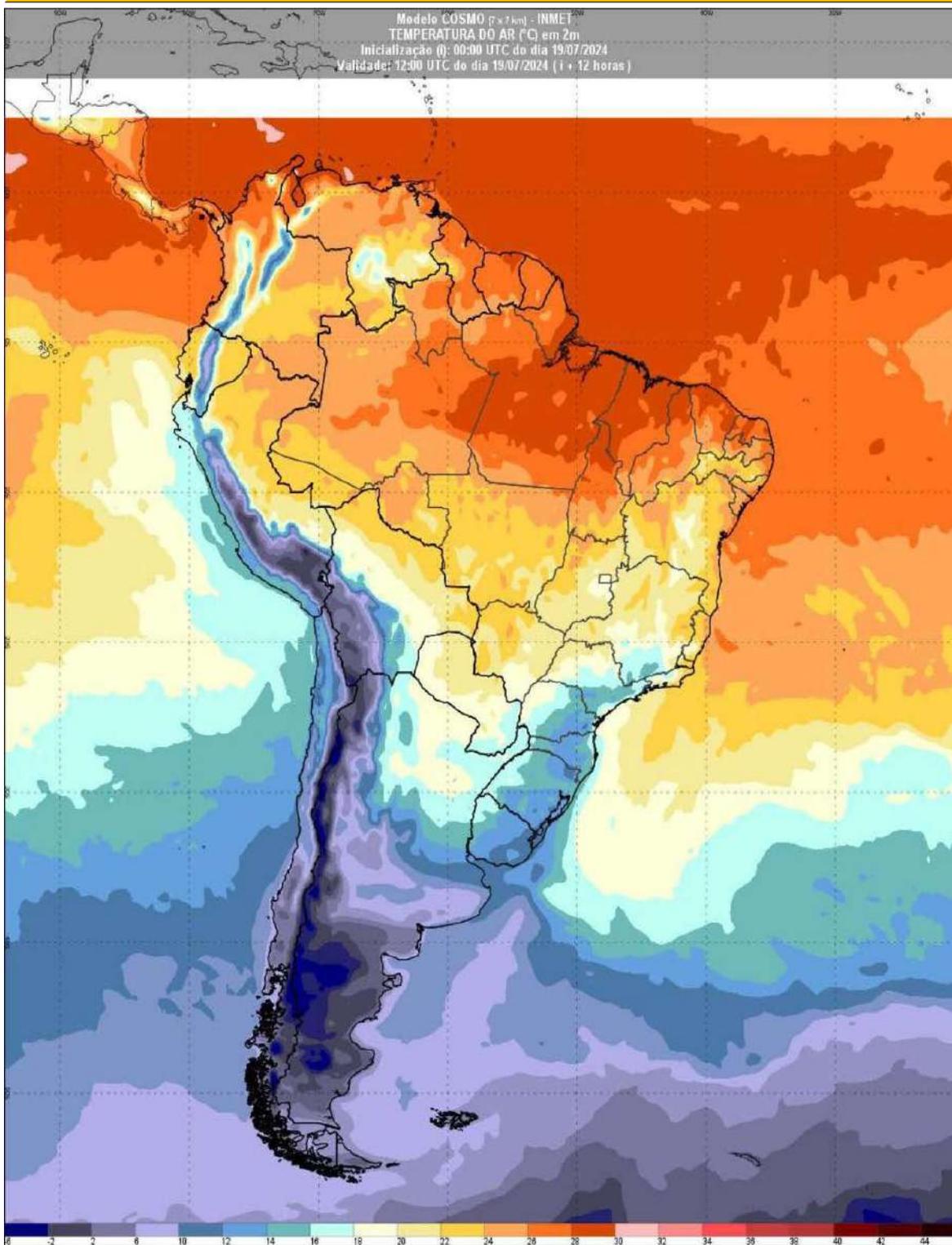
EPISÓDIO 3: 19 de julho de 2024 (inverno austral) – Carta sinótica às 0h UTC



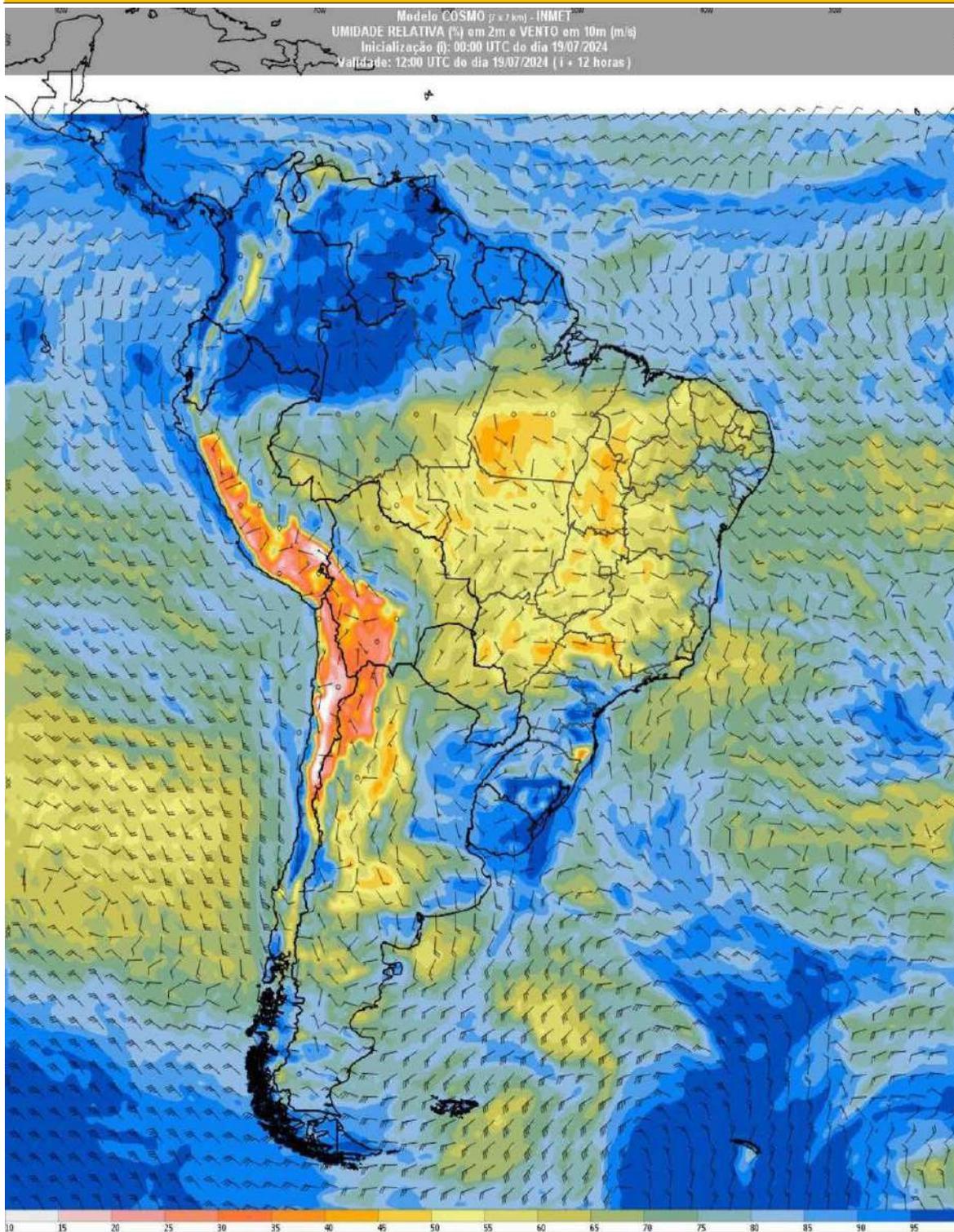
EPISÓDIO 3: 19 de julho de 2024 (inverno austral) – Carta sinótica às 12h UTC



EPISÓDIO 3: 19 de julho de 2024 (inverno austral) – Temperatura do ar (°C) em 2m



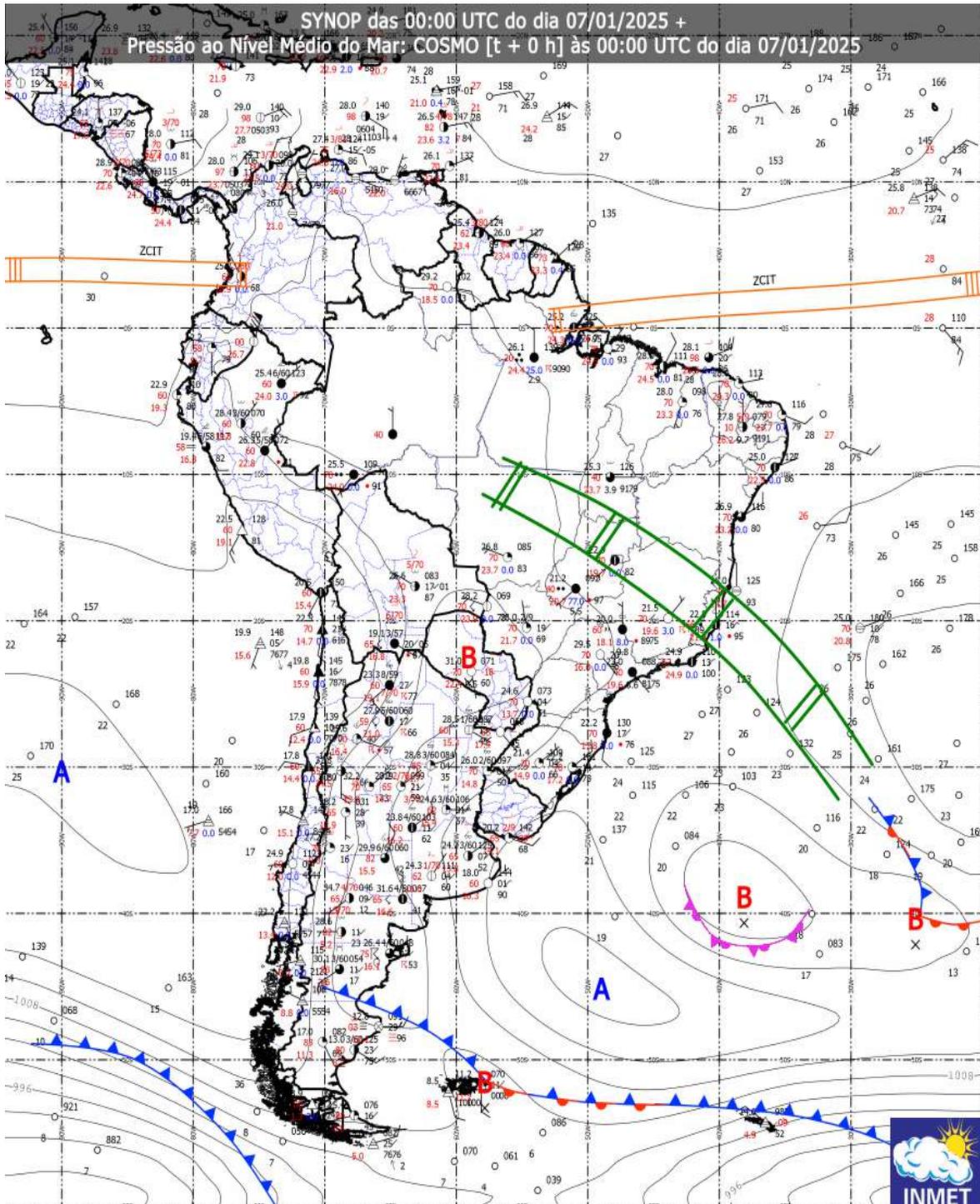
EPISÓDIO 3: 19 de julho de 2024 (inverno austral) – Umidade relativa (%) em 2m e vento (m/s) em 10m



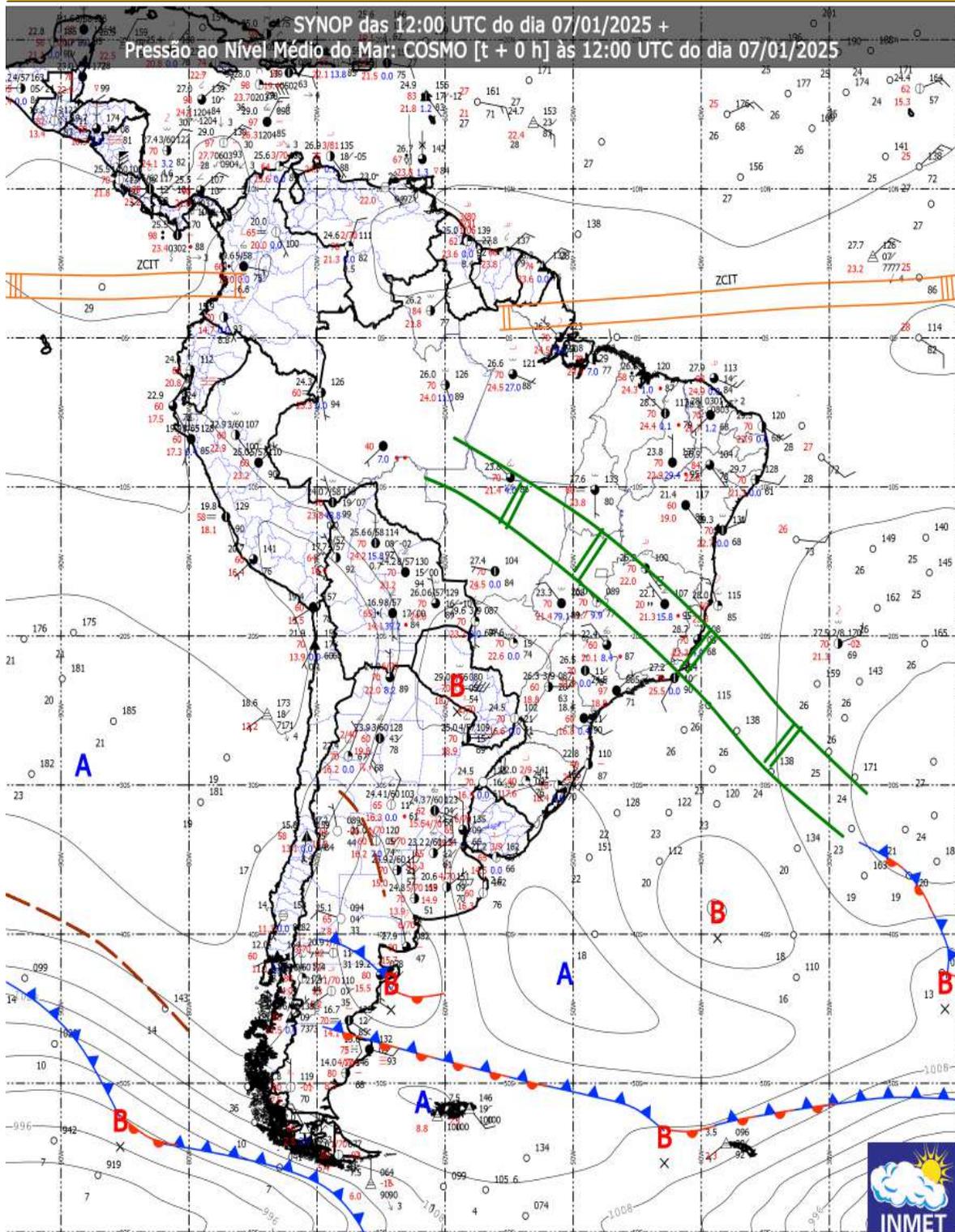
Fonte: INMET (2025). Org.: O autor (2025).

ANEXO G: REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS DAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS ATUANTES EM CADA EPISÓDIO DE COLETA DE DADOS DURANTE O VERÃO 2024/2025

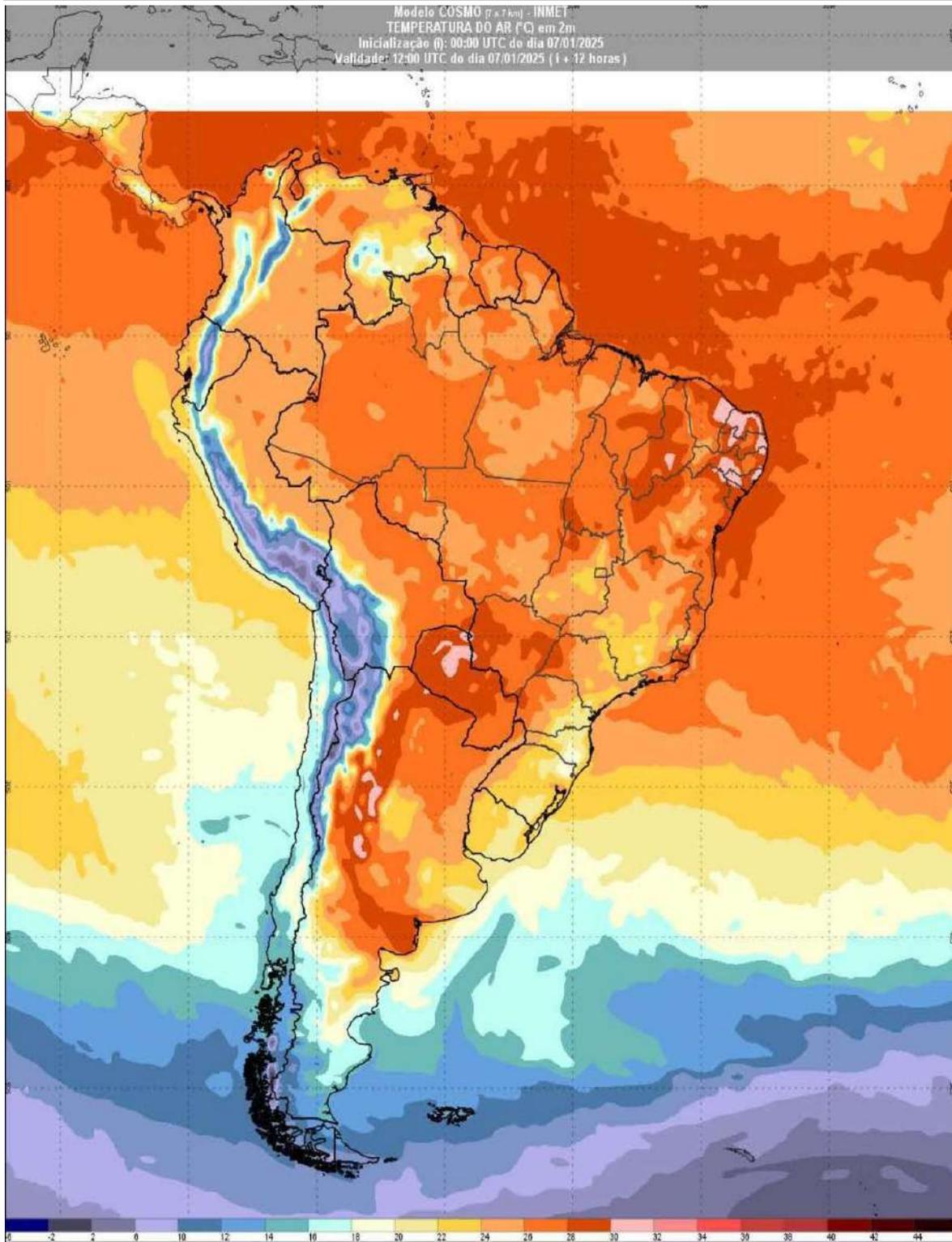
EPISÓDIO 4: 07 de janeiro de 2025 (verão austral) – Carta sinótica às 0h UTC



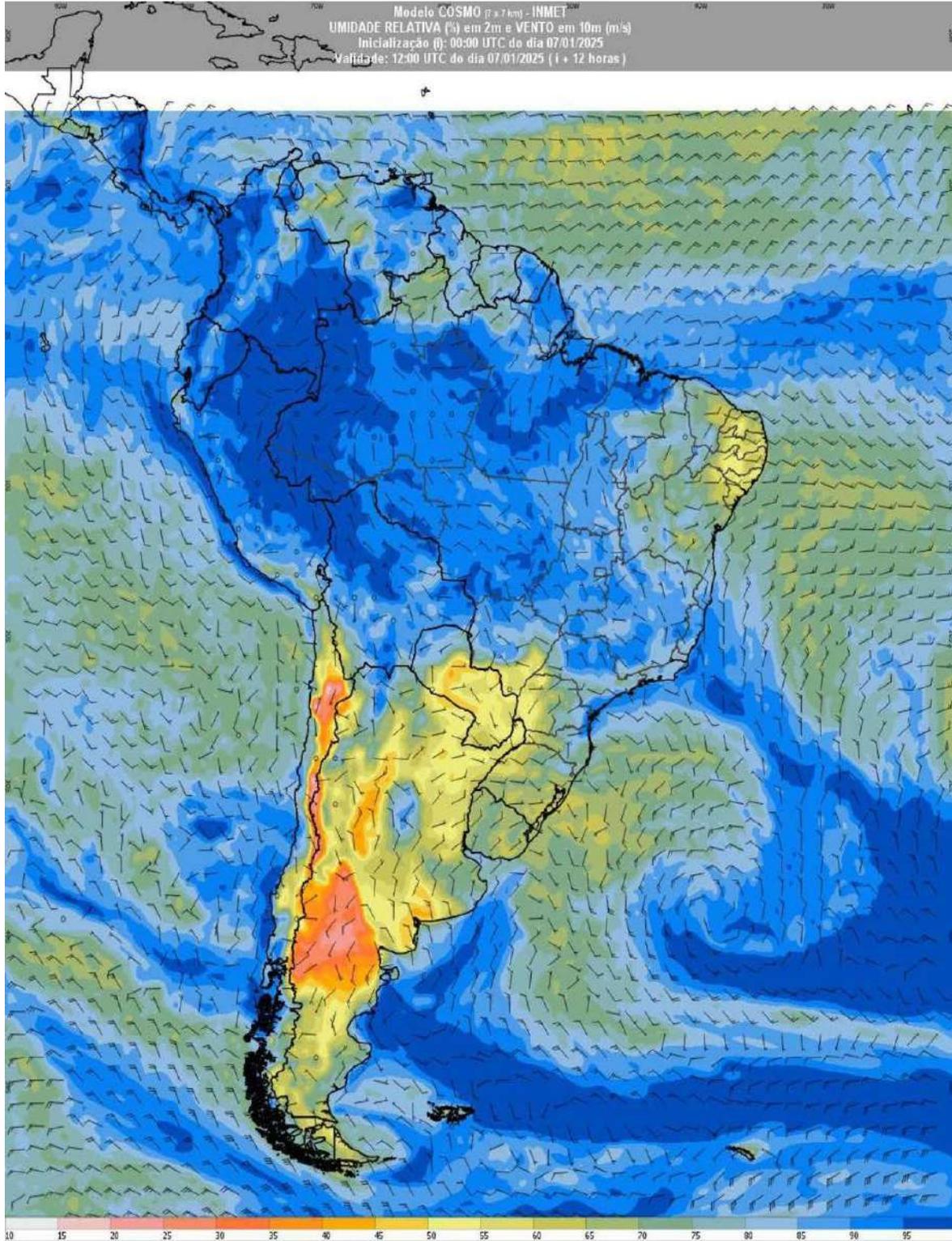
EPISÓDIO 4: 07 de janeiro de 2025 (verão austral) – Carta sinótica às 12h UTC



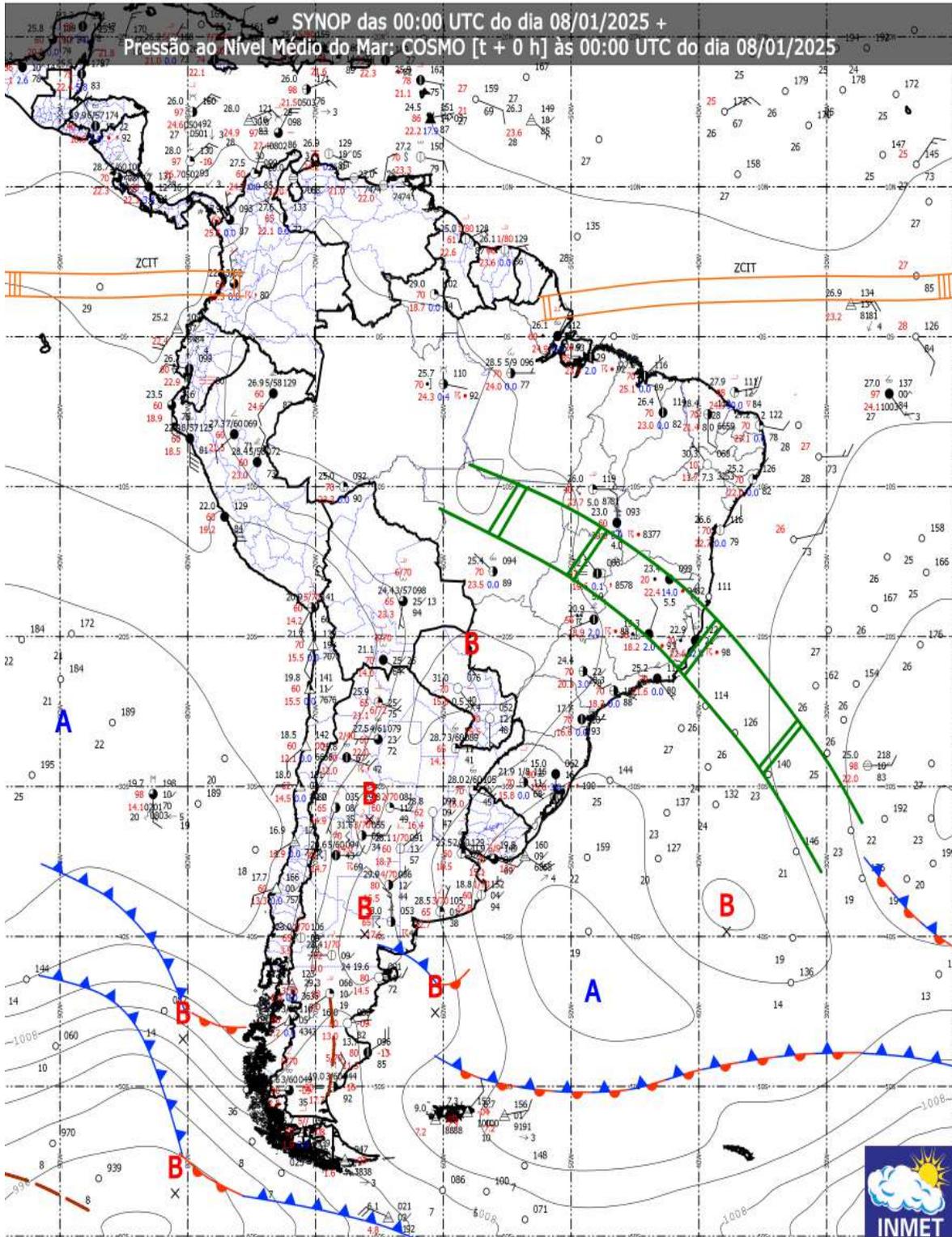
EPISÓDIO 4: 07 de janeiro de 2025 (verão austral) – Temperatura do ar (°C) em 2m



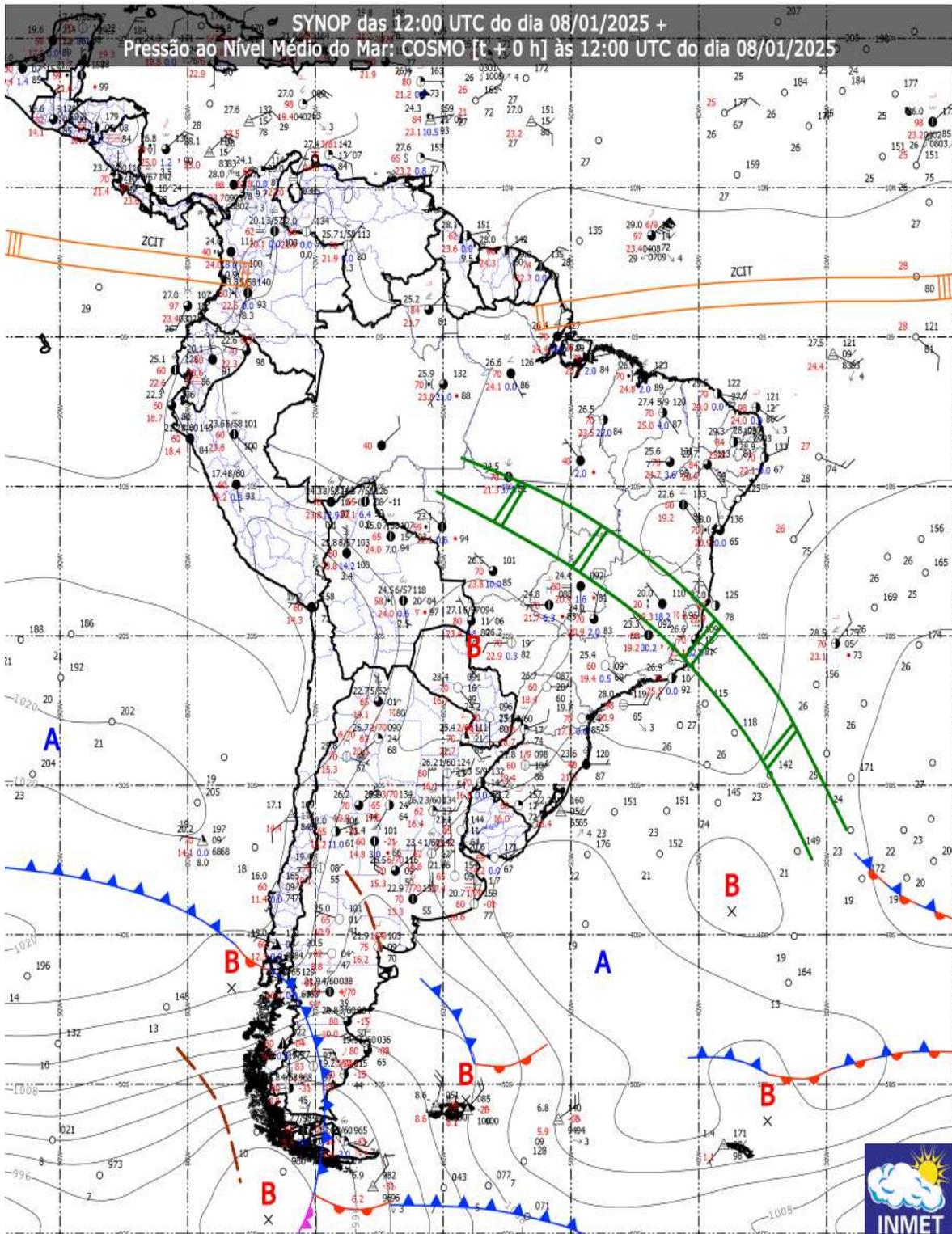
EPISÓDIO 4: 07 de janeiro de 2025 (verão austral) – Umidade relativa (%) em 2m e vento (m/s) em 10m



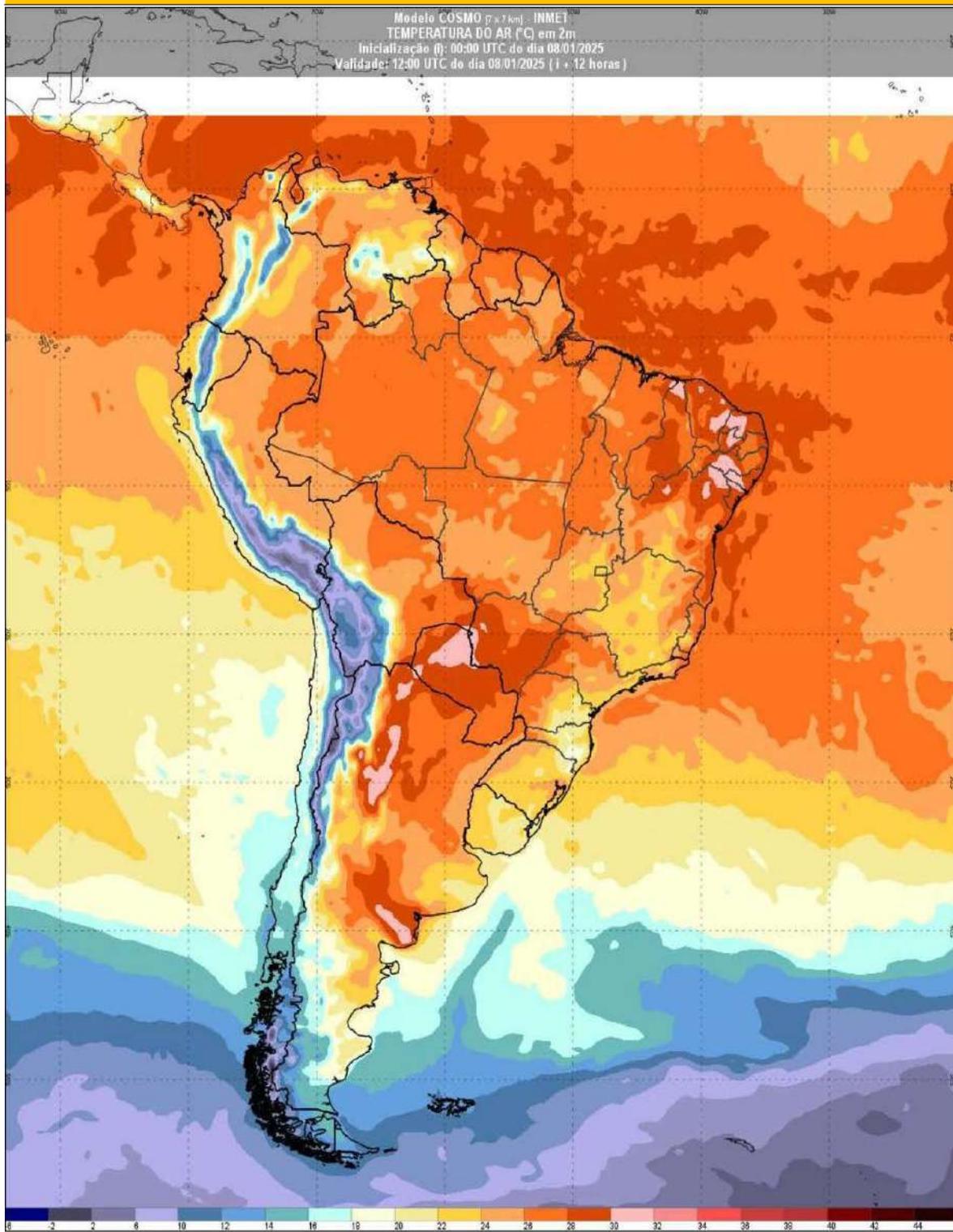
EPISÓDIO 5: 08 de janeiro de 2025 (verão austral) – Carta sinótica às 0h UTC



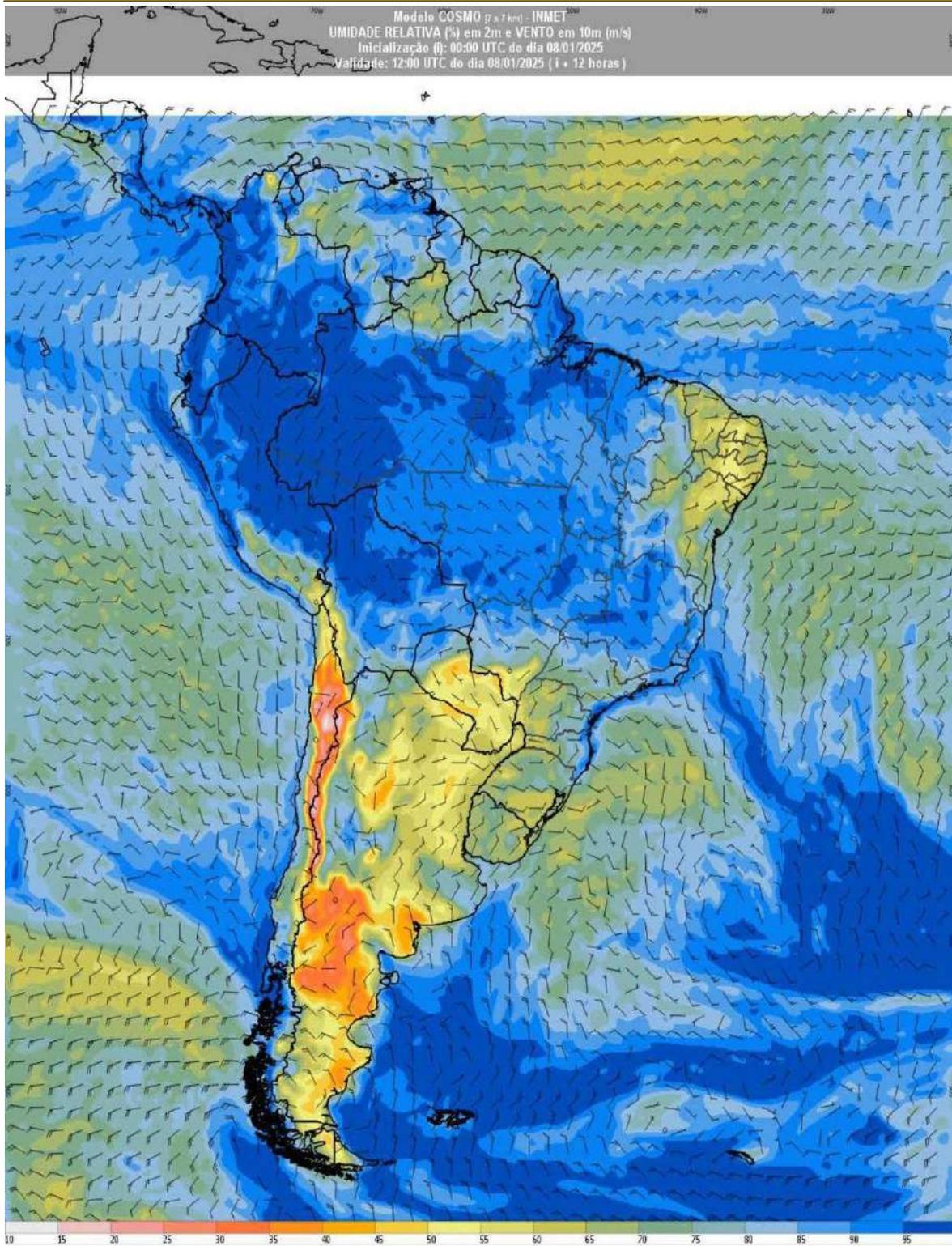
EPISÓDIO 5: 08 de janeiro de 2025 (verão austral) – Carta sinótica às 12h UTC



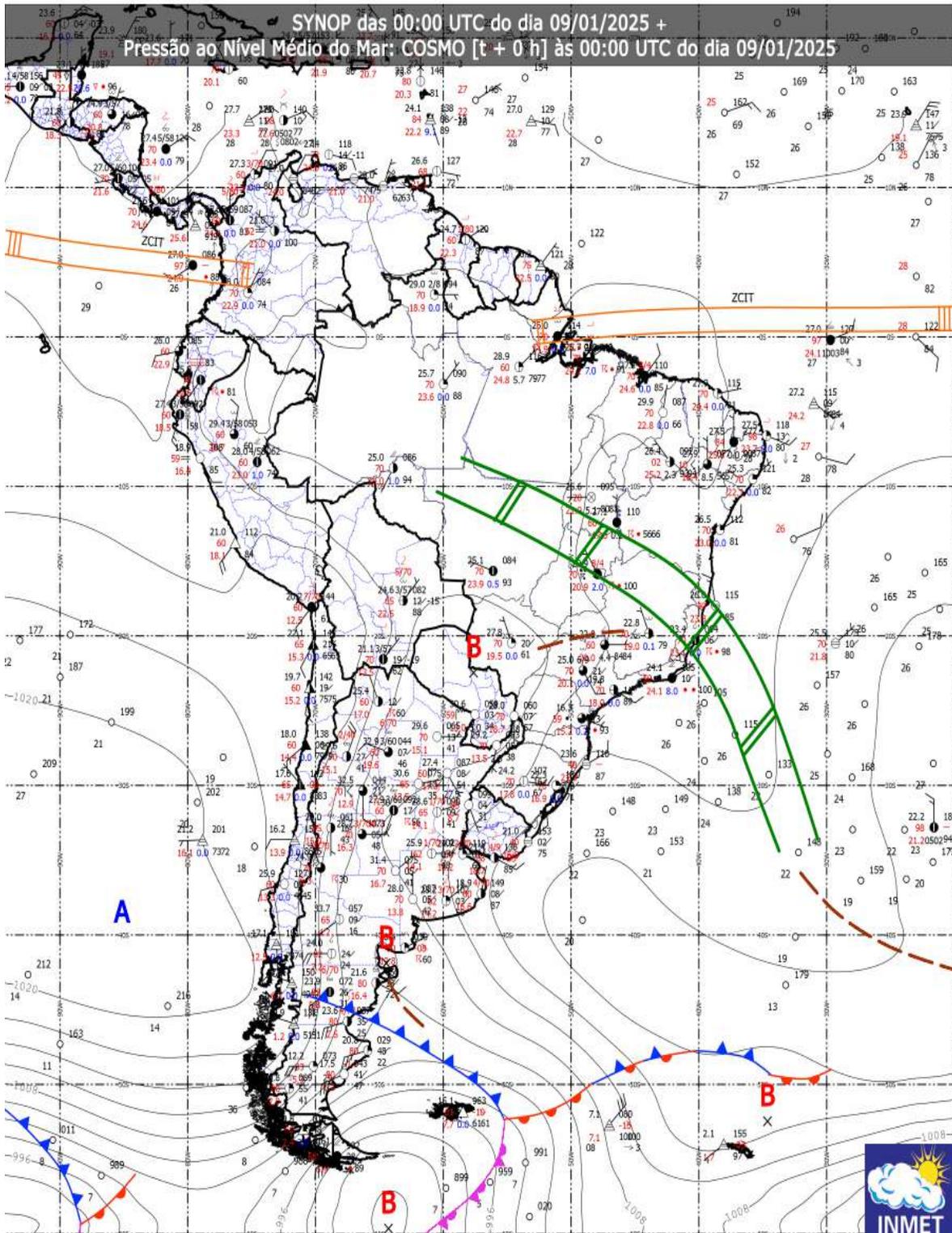
EPISÓDIO 5: 08 de janeiro de 2025 (verão austral) – Temperatura do ar (°C) em 2m



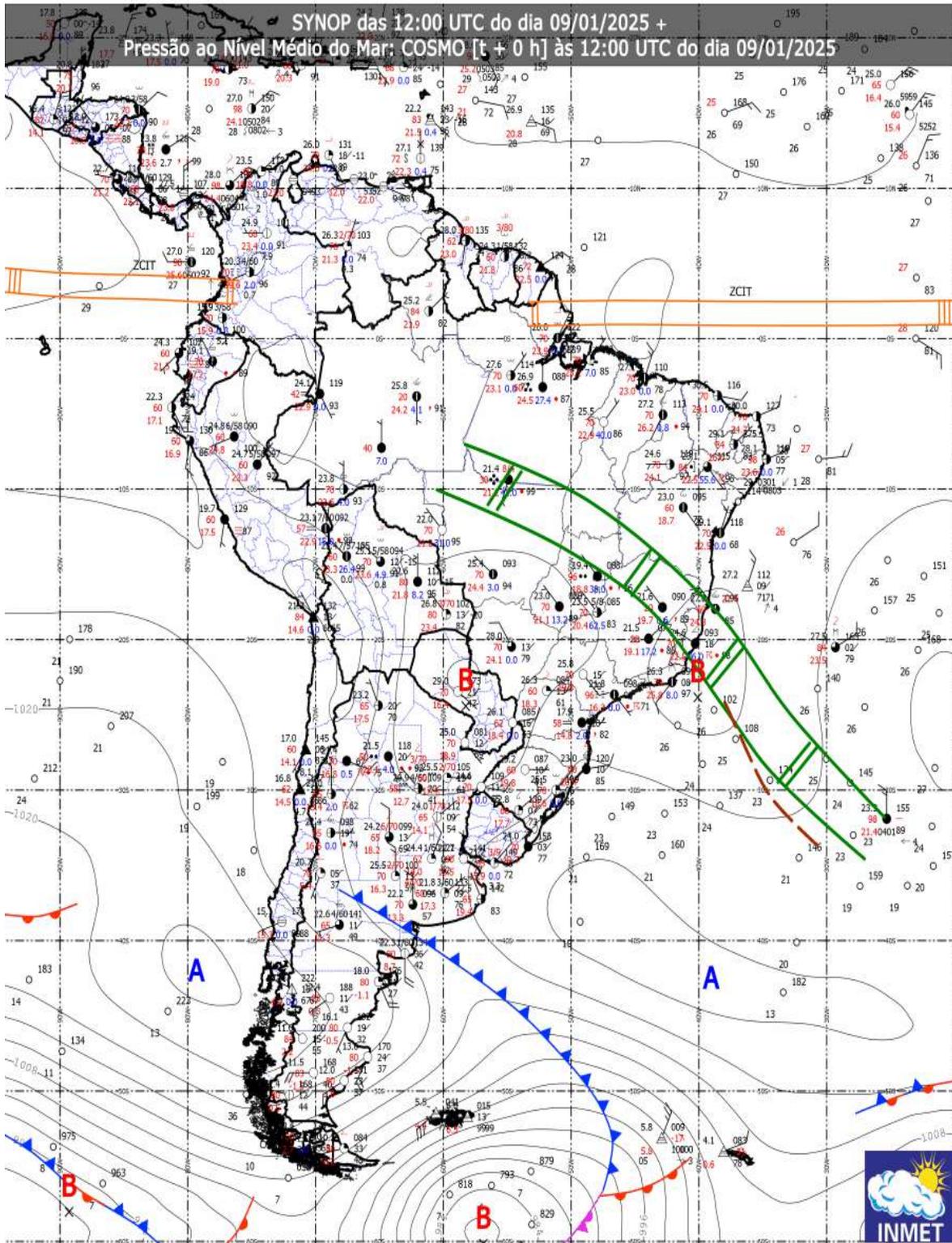
EPISÓDIO 5: 08 de janeiro de 2025 (verão austral) – Umidade relativa (%) em 2m e vento (m/s) em 10m



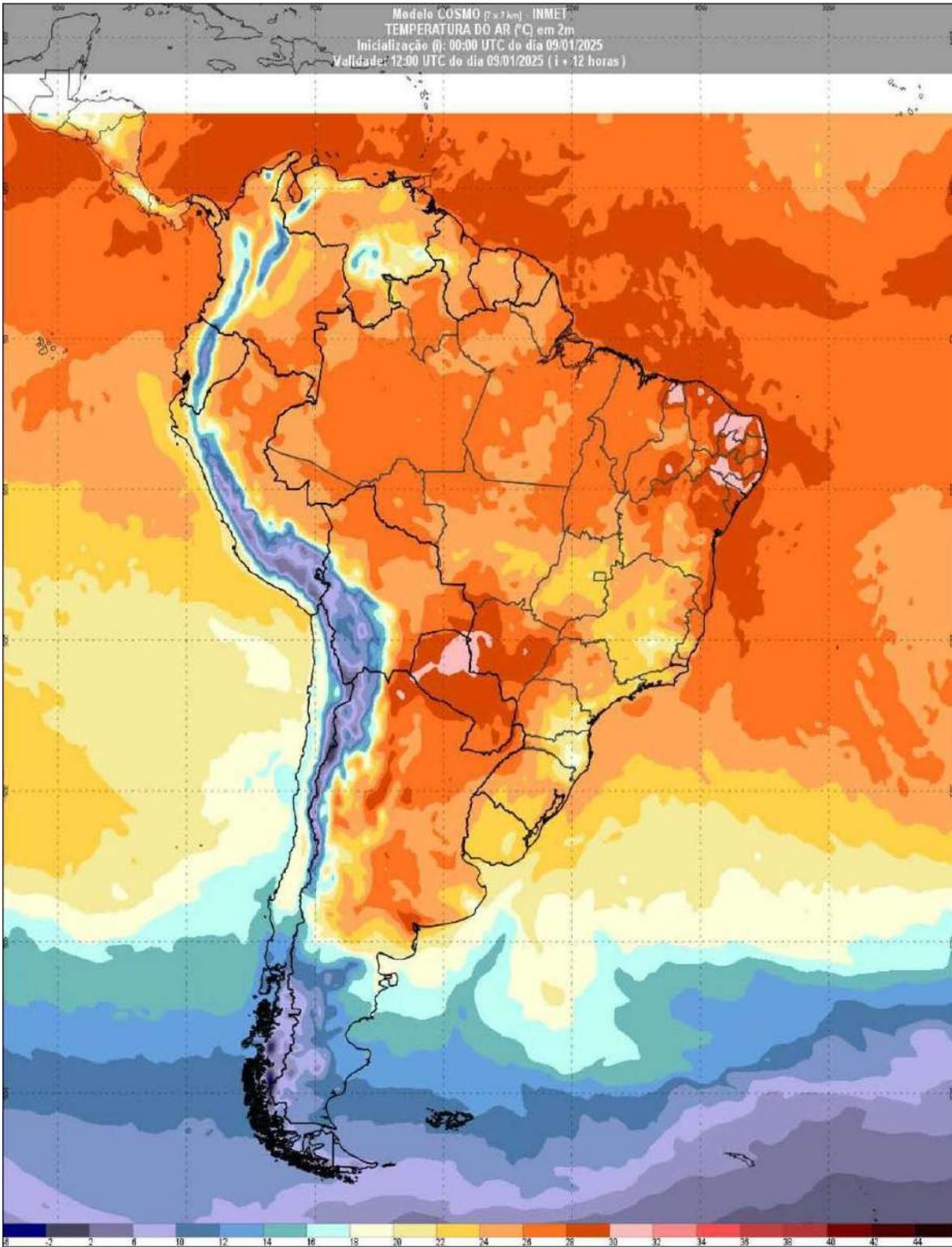
EPISÓDIO 6: 09 de janeiro de 2025 (verão austral) – Carta sinótica às 0h UTC



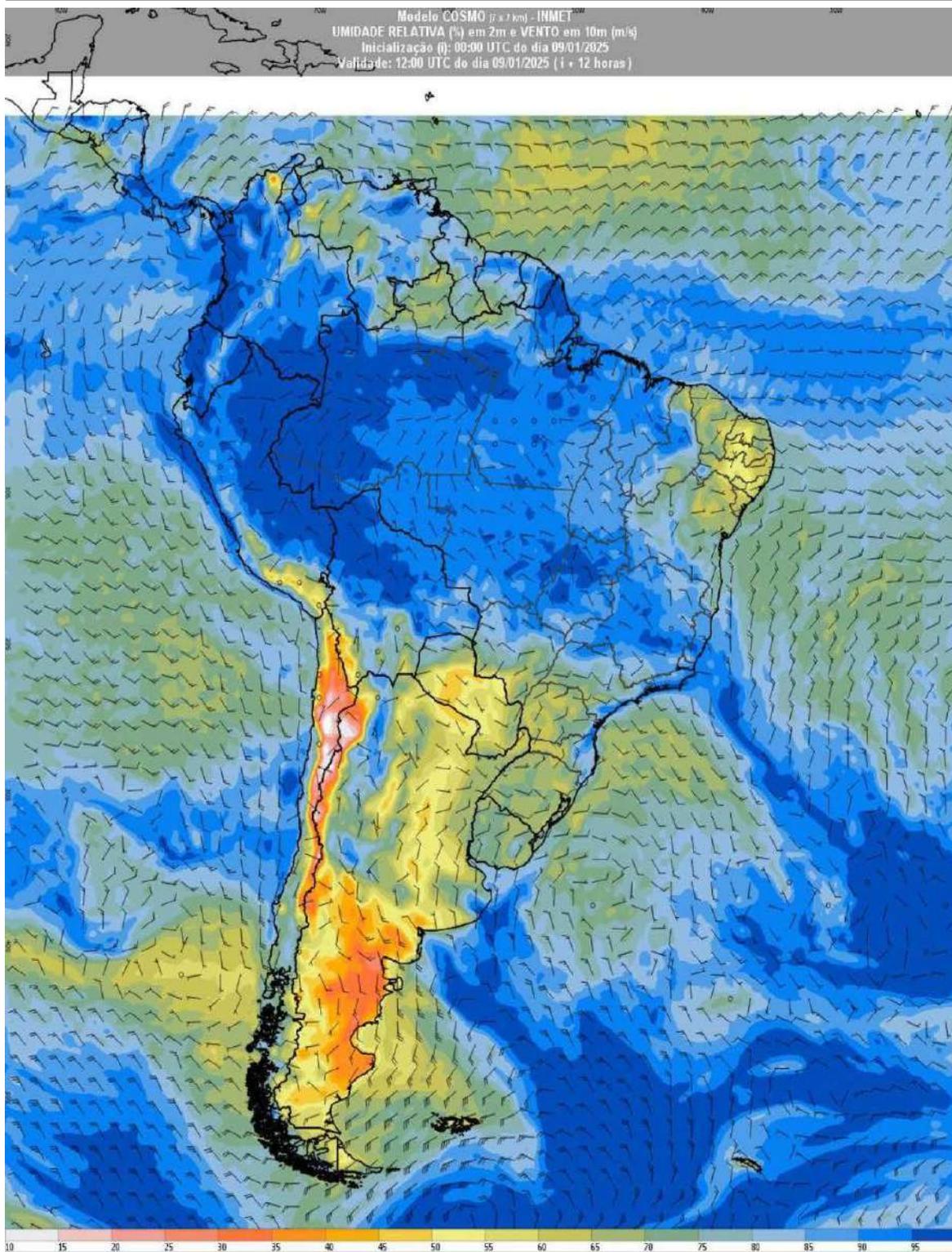
EPISÓDIO 6: 09 de janeiro de 2025 (verão austral) – Carta sinótica às 12h UTC



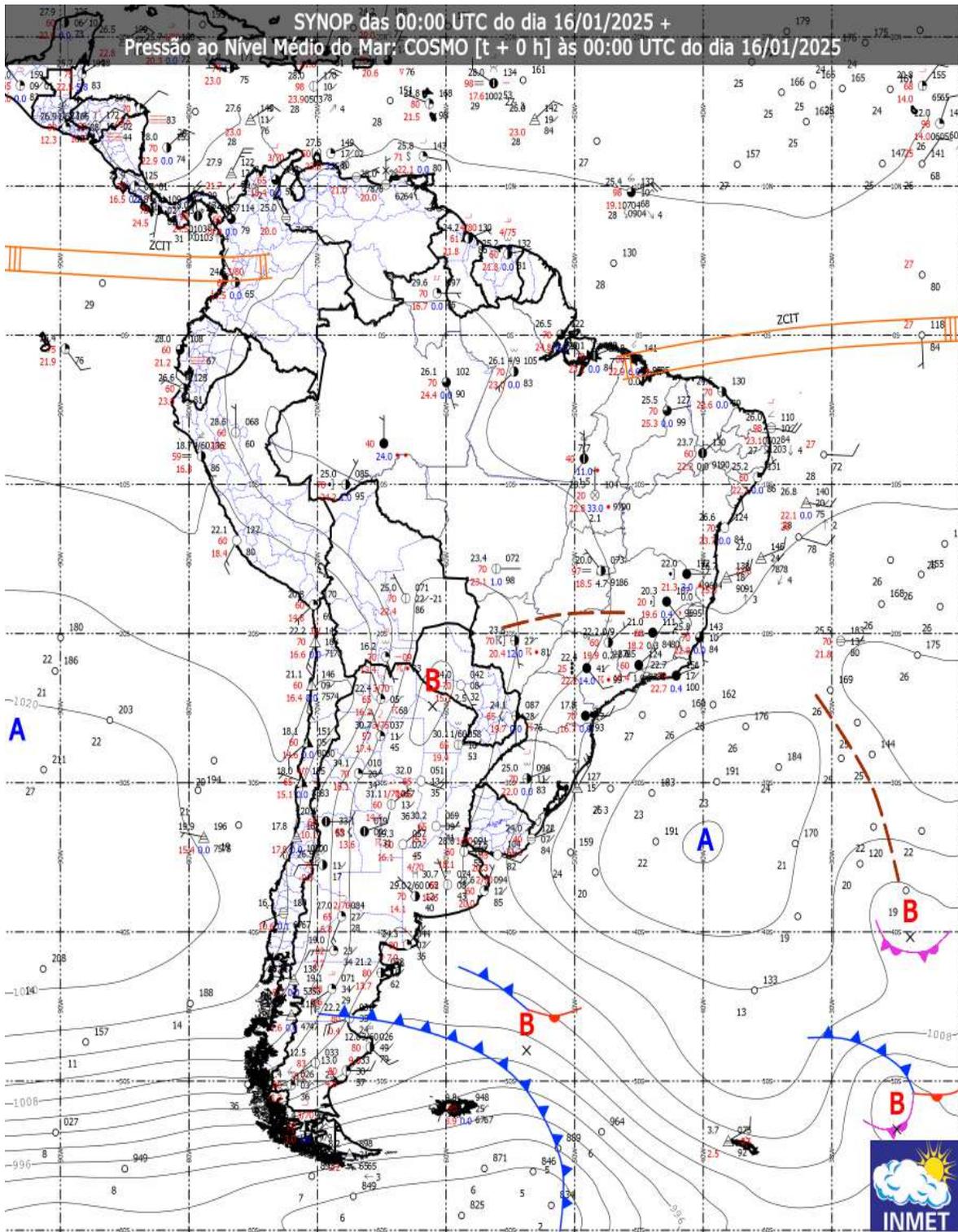
EPISÓDIO 6: 09 de janeiro de 2025 (verão austral) – Temperatura do ar (°C) em 2m



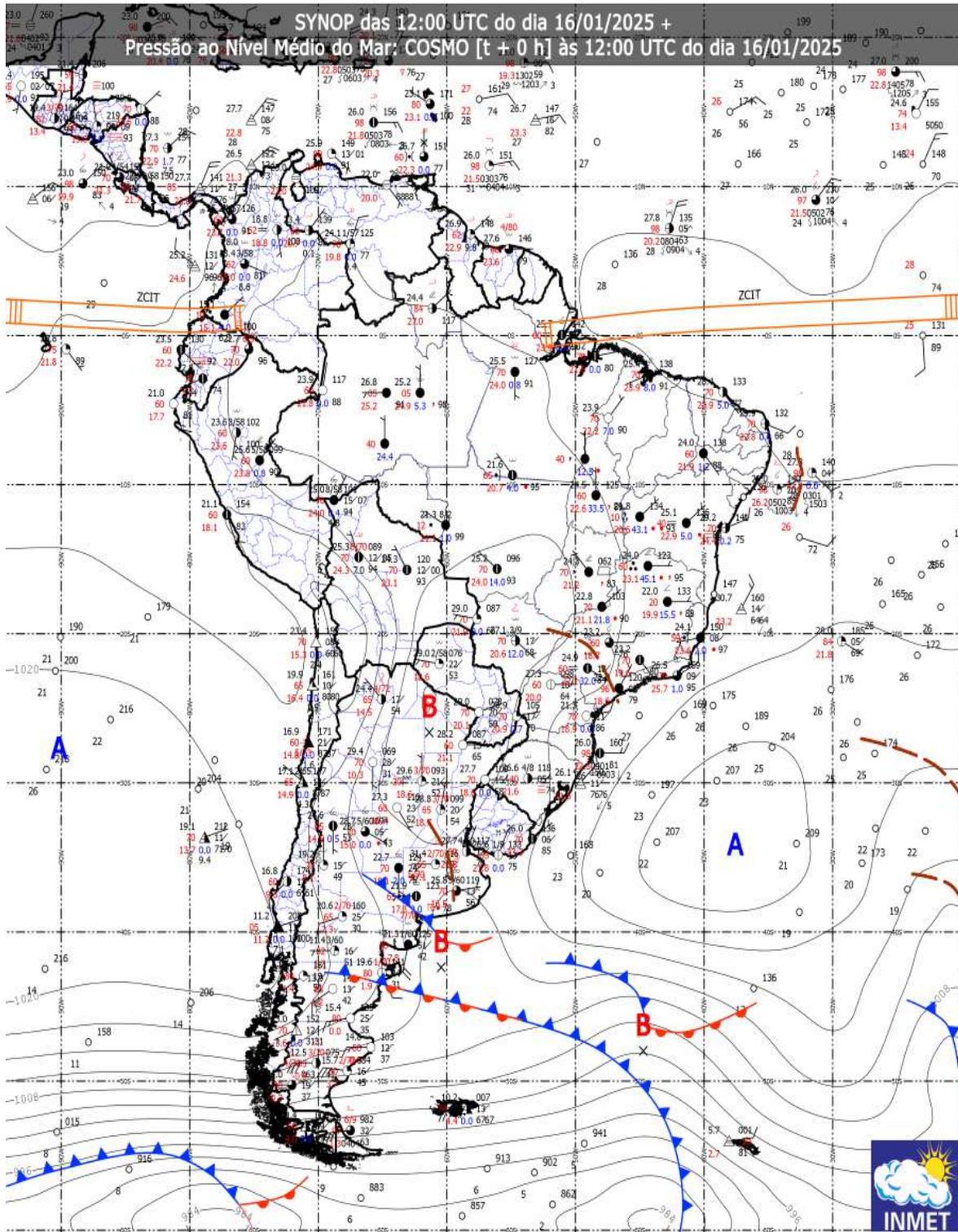
EPISÓDIO 6: 09 de janeiro de 2025 (verão austral) – Temperatura do ar (°C) em 2m



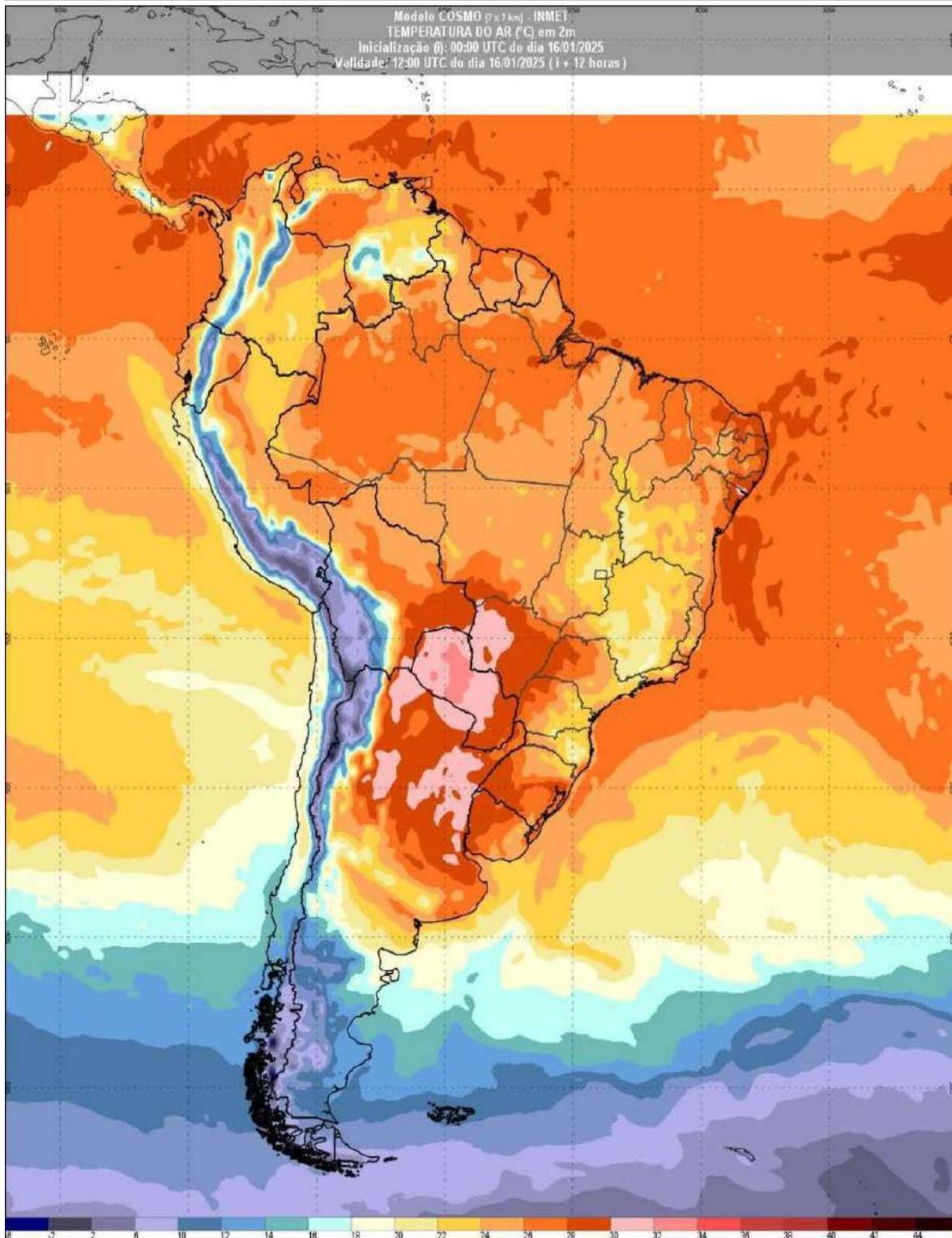
EPISÓDIO 7: 16 de janeiro de 2025 (verão austral) – Carta sinótica às 0h UTC



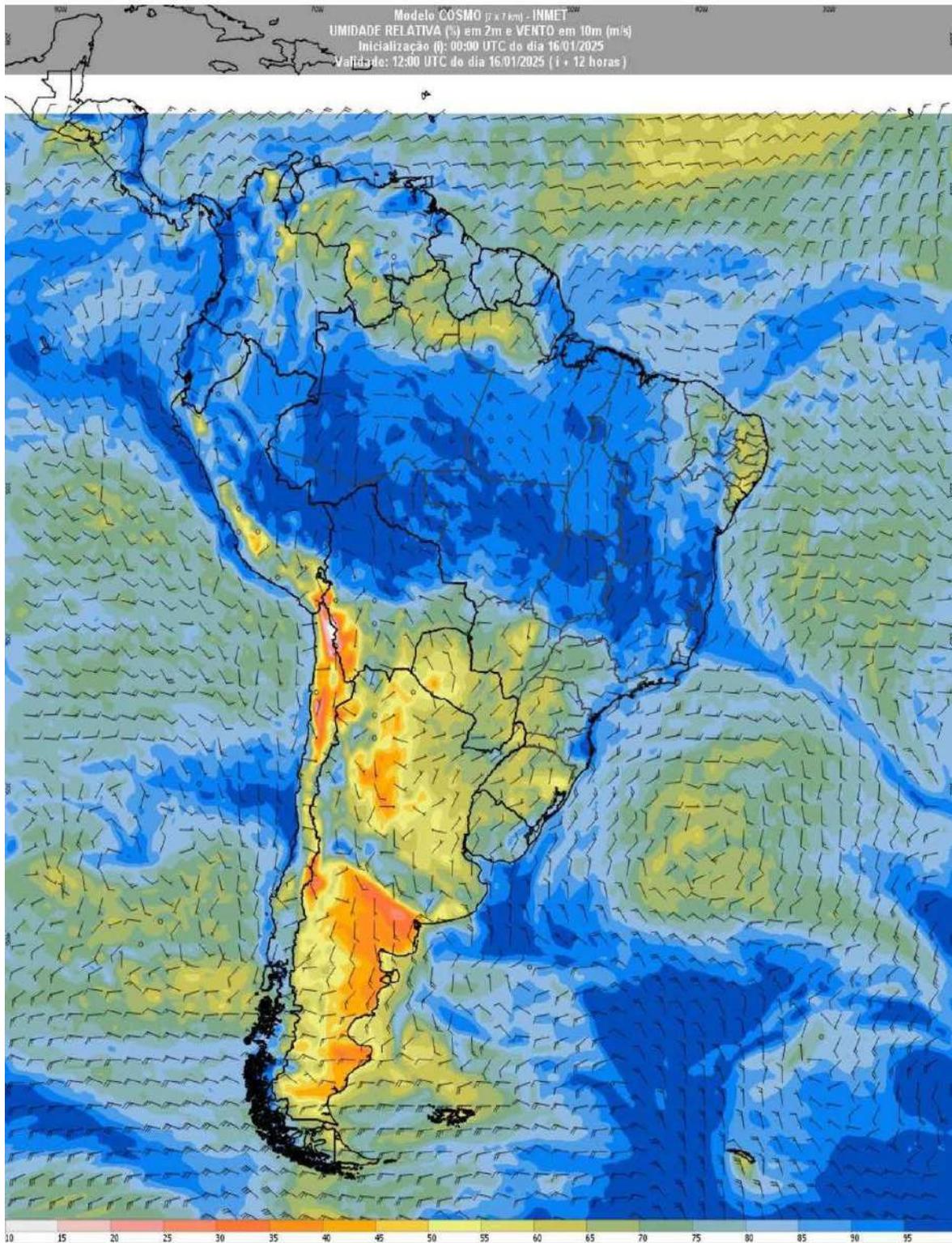
EPISÓDIO 7: 16 de janeiro de 2025 (verão austral) – Carta sinótica às 12h UTC



EPISÓDIO 7: 16 de janeiro de 2025 (verão austral) – Temperatura do ar (°C) em 2m



EPISÓDIO 7: 16 de janeiro de 2025 (verão austral) – Umidade relativa (%) em 2m e vento (m/s) em 10m



Fonte: INMET (2025). Org.: O autor (2025).

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MORADORES DA CIDADE DE BARRA DOS COQUEIROS/SE

Este questionário foi elaborado com o intuito de adquirir dados qualitativos acerca das percepções dos moradores da Barra dos Coqueiros. Com base em calculadora amostral, foram selecionados, de maneira aleatória, 16 habitantes em cada um dos bairros da cidade, totalizando 384 questionários respondidos, o que corresponde, aproximadamente, à amostra de 1% da população absoluta de 41,5 mil habitantes (IBGE, 2022/2023).

Aplicado nos espaços públicos da cidade, durante os dias 11/09/2023 a 13/10/2023, o questionário foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Sergipe, tendo sido aprovado e autorizado sob o parecer de número 6.288.398/CAAE: 68315623.3.0000.5546 em 08/09/2023.

I - CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DOS MORADORES

1) Qual é o seu gênero sexual?

() Feminino () Masculino () Outro: _____

2) Qual é a sua idade?

() Tenho até 20 anos de idade () Tenho entre 20 e 40 anos de idade
() Tenho entre 40 e 60 anos de idade () Tenho mais de 60 anos de idade

3) Você nasceu em: () Barra dos Coqueiros

() Outra cidade de Sergipe. Qual? _____

() Outro estado do Brasil. Qual? _____

() Outro país. Qual? _____

4) Você mora em Barra dos Coqueiros desde:

() antes da construção da Ponte Aracaju-Barra

() após a construção da Ponte Aracaju-Barra

5) Por que você escolheu morar em Barra dos Coqueiros?

6) Em qual bairro da Barra dos Coqueiros você mora, atualmente?

- Atalaia Nova
- Alphaville
- Antônio Pedro
- Brisas de Atalaia
- Beira Rio
- Bairro Baixo
- Centro
- Capuã
- Caminho da Praia
- Costa Paradiso
- Espaço Tropical
- Luar da Barra
- Marcelo Déda
- Marivan
- Moisés Gomes
- Jatobá
- Olimar
- Olhos d'água
- Paraíso da Barra
- Prisco Viana
- Quintas da Barra
- Recanto dos Coqueiros
- Rio das Canas
- Serigy

7) Você estudou até qual série?

- Sou analfabeto ou semialfabetizado
- Estudei o ensino fundamental (completei ou não a 8ª série/9º ano)
- Estudei o ensino médio (completei ou não o 3º ano)
- Cursei o ensino superior (completei ou não a graduação)
- Cursei o ensino superior e a especialização lato sensu
- Cursei o ensino superior, bem como o mestrado ou o doutorado

8) Qual é a sua profissão, atualmente?

- No momento, estou desempregado e não tenho nenhuma renda financeira.
- Estou desempregado e faço atividades informais para obter alguma renda.
- Não trabalho. Sou estudante.
- Não tenho renda financeira. Cuido apenas das atividades domésticas.
- Sou aposentado/pensionista.
- Outra. Qual? _____

9) Qual a sua faixa de renda mensal, atualmente?

- Não tenho renda. Estou desempregado.
- Recebo auxílio financeiro por meio de benefícios sociais criados pelo Governo Federal e não passa de um salário-mínimo.
- Apenas um salário-mínimo (R\$ 1.320,00, salário-mínimo em 2023).
- Tenho renda de até dois salários-mínimos (até R\$ 2.640,00)
- Entre dois e quatro salários-mínimos (de R\$ 2.640,00 a R\$ 5.280,00).
- Entre quatro e dez salários-mínimos (de R\$ 5.280,00 a R\$ 13.200,00).
- Entre dez e vinte salários-mínimos (de R\$ 13.200,00 a R\$ 26.400,00).
- Acima de vinte salários-mínimos (R\$ 26.400,00 ou mais).

II) PERCEPÇÃO CLIMÁTICA DA POPULAÇÃO

1) Barra dos Coqueiros é uma cidade em que predomina, ao longo do ano, a sensação de:

- desconforto para o calor
- desconforto para o frio
- conforto térmico

Por quê? _____

2) Em qual período do dia o calor lhe deixa mais desconfortável, em Barra dos Coqueiros? (Neste quesito, você poderá marcar mais de uma opção.)

- início da manhã
- final da tarde
- final da manhã
- início da noite
- início da tarde
- durante a madrugada

3) Quais os meses do ano você considera em que há predomínio da sensação de calor em Barra dos Coqueiros? (Nesta questão, você poderá marcar mais de uma opção abaixo.)

- janeiro
- fevereiro
- março
- abril
- maio
- junho
- julho
- agosto
- setembro
- outubro
- novembro
- dezembro

11) Em quais circunstâncias você sente desconforto térmico em Barra dos Coqueiros? (Para esta pergunta, você poderá escolher mais de uma alternativa para responder.)

- em quase todos os ambientes da cidade, desde que não haja climatização artificial
- quando vou ao centro da cidade, devido ao maior fluxo de pessoas e de automóveis
- principalmente nos bairros em que quase não há árvores ao longo das ruas e avenidas
- nos bairros que fazem limite com as praias, devido à maior insolação
- na zona de expansão da cidade, onde há maior vegetação e menor área construída
- nos bairros Atalaia Nova e ao longo da rodovia José de Campos, próximo à praia da Costa, por conta da grande quantidade de condomínios residenciais e casas de veraneio
- quando não há constante circulação de ventos e, conseqüentemente, surge o mormaço

12) Em qual bairro da Barra dos Coqueiros você percebe que há maior sensação de calor ou desconforto térmico? (Você poderá, se quiser, escolher mais de uma opção abaixo.)

- Atalaia Nova
- Alphaville
- Antônio Pedro
- Brisas de Atalaia
- Beira Rio
- Bairro Baixo
- Centro
- Capuã
- Caminho da Praia
- Costa Paradiso
- Espaço Tropical
- Luar da Barra
- Marcelo Déda
- Marivan
- Moisés Gomes
- Jatobá
- Olimar
- Olhos d'água
- Paraíso da Barra
- Prisco Viana
- Quintas da Barra
- Recanto dos Coqueiros
- Rio das Canas
- Serigy

Por quê? _____

13) Quais consequências oriundas do desconforto térmico são sentidas pela população da Barra dos Coqueiros? (Quanto a esta pergunta, você poderá escolher mais de uma alternativa como resposta.)

oferece riscos de mal-estar físico: desidratação, fraqueza muscular, dores de cabeça, câibras, choques térmicos, desmaio, exaustão física

afeta a produtividade no trabalho e nos afazeres domésticos

dificulta a concentração para estudar

pode provocar doenças de pele, irritação nos olhos, problemas no aparelho respiratório, problemas de pressão arterial

insolação

Outras: _____

14) Quais cuidados as pessoas precisam tomar para evitar as doenças ocasionadas em decorrência do mal-estar provocado pelo desconforto térmico? (Você pode escolher mais de uma opção de resposta, se preferir.)

ingerir líquidos para repor sais minerais

evitar exposição prolongada ao sol, entre às 10h e às 16h

usar protetor solar com fator de proteção adequado

utilizar bonés, chapéus, óculos de sol, roupas com filtro ultravioleta ou de tecidos orgânicos e leves

consumir frutas com muita água, como melão e melancia, por exemplo

fazer exercícios durante as horas mais frescas do dia

Outros: _____

15) Em sua opinião, se você considera que há a sensação de desconforto térmico em Barra dos Coqueiros, o que deveria ser feito para minimizar essa situação? (Para este quesito, você pode fazer a escolha por mais de uma alternativa abaixo.)

ampliar as áreas verdes da cidade, a exemplo das áreas de preservação permanente

plantar mais árvores ao longo de canteiros, calçadas e praças públicas

criar aberturas de passagem dos ventos em ambientes fechados, que sigam a direção das correntes de ar

fazer a escolha adequada de materiais e cores que não retenham calor durante a construção ou decoração das casas e dos demais prédios distribuídos pela cidade

desenvolver atividades de educação ambiental em que a população esteja sensível à manutenção das árvores já existentes na cidade, evitando a derrubada ou a destruição

a busca por coberturas verdes para telhados e topos de prédios, além de jardins verticais para paredes

utilizar asfaltos feitos com materiais e cor que reduzam a retenção de calor

projetos de climatização em escolas, hospitais e demais órgãos públicos

Outros: _____