



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – CCEN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGG  
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**PABLO WESLEY ALVES DE OLIVEIRA**

**CLIMA URBANO DO BAIRRO SANTO AMARO, RECIFE-PE SOB A  
PERSPECTIVA DO CAMPO TÉRMICO**

**João Pessoa-PB**

**2024**

PABLO WESLEY ALVES DE OLIVEIRA

**CLIMA URBANO DO BAIRRO SANTO AMARO, RECIFE – PE SOB A  
PERSPECTIVA DO CAMPO TÉRMICO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Território, Trabalho e Ambiente.

Linha de Pesquisa: Gestão do Território e Análise Geoambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura

João Pessoa - PB

2024

**Catalogação na publicação  
Seção de Catalogação e Classificação**

O48c Oliveira, Pablo Wesley Alves de.

Clima urbano do bairro Santo Amaro, Recife-PE sob a perspectiva do campo térmico / Pablo Wesley Alves de Oliveira. - João Pessoa, 2024.

114 f. : il.

Orientação: Marcelo de Oliveira Moura.  
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Microclima urbano. 2. Conforto térmico - Santo Amaro (PE). 3. Transecto móvel. I. Moura, Marcelo de Oliveira. II. Título.

UFPB/BC

CDU 551.584.5(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – CCEN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGG  
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA

PABLO WESLEY ALVES DE OLIVEIRA

CLIMA URBANO DO BAIRRO SANTO AMARO, RECIFE-PE SOB, A  
PERSPECTIVA DO CAMPO TÉRMICO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovado em: 26/08/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MARCELO DE OLIVEIRA MOURA  
Data: 26/08/2024 20:35:58-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura  
Universidade Federal da Paraíba (Orientador)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ALEXANDRE SABINO DO NASCIMENTO  
Data: 26/08/2024 13:34:04-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof. Dr. Alexandre Sabino do Nascimento  
Universidade Federal da Paraíba (Examinador interno)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** CRISTIANA COUTINHO DUARTE  
Data: 26/08/2024 14:04:55-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof.\* Dr.\* Cristiana Coutinho Duarte  
Universidade Federal de Pernambuco (Examinadora externa)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** JULIANA MARIA OLIVEIRA SILVA  
Data: 27/08/2024 21:51:10-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof.\* Dr.\* Juliana Maria Oliveira Silva  
Universidade Regional do Cariri (Examinadora externa)

Com amor e gratidão, dedico a:  
Mainha e toda a minha família.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, meus orixás e toda a espiritualidade que me ergueu e fortaleceu durante todo esse processo de crescimento acadêmico. Sem o axé, eu nada seria.

Gostaria de agradecer de todo o coração a minha mãe, por todo o apoio incondicional, amor, carinho e compreensão que me dedicou ao longo da minha jornada acadêmica. Sem a sua presença constante e encorajadora, não seria possível alcançar este marco tão significativo na minha carreira. Obrigado por ser a minha luz nos momentos mais difíceis e por ser o meu porto seguro em todas as tempestades. Você é a minha inspiração e a minha maior fonte de força. Agradeço por tudo, mainha, a quem devo tanto. Te amo.

Desejo expressar a minha profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura, pela sua orientação, apoio e dedicação ao longo deste percurso acadêmico rumo à conclusão desta dissertação de mestrado. A sua expertise, disponibilidade e incentivo foram fundamentais para a realização deste trabalho de pesquisa. Agradeço por partilhar os seus conhecimentos, experiência e *insights*, que contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento deste trabalho. O seu profissionalismo e orientação foram imprescindíveis para o meu crescimento acadêmico e profissional. Muito obrigado, Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura, por acreditar no meu potencial e me auxiliar na concretização deste projeto.

Ao Grupo de estudo e pesquisa em Geografia Física e Dinâmica socioambiental (Geofisa) pelas capacitações e suporte na evolução acadêmica.

Ao Laboratório de Climatologia Geográfica da UFPB (Cimageo-UFPB) pela estrutura física do laboratório, disponibilização do material para pesquisa (anemômetro e termo-higrômetros), acesso à biblioteca do laboratório e suporte para o bom desenvolvimento da pesquisa.

Minha mais profunda gratidão ao meu amigo acadêmico da graduação, mestrado e vida, Anderson Vitor Lopes Dias, por todo o apoio, direcionamento e incentivo que me proporcionou ao longo da realização desta dissertação de mestrado. A sua amizade e colaboração foram fundamentais para o sucesso deste trabalho, e por isso sou imensamente grato. Obrigado por estar sempre presente, por compartilhar conhecimentos, amizade e “empreitadas acadêmicas”. Que a nossa

parceria continue a florescer e trazer frutos em nossas trajetórias acadêmicas. Muito obrigado, meu amigo!

Aos amigos/presentes da UFPB, em especial: Wérica Souza, Michel Monteiro, Lucas Soares e Maressa Lopes, pelo apoio e auxílio prestados durante o desenvolvimento da pesquisa e percurso acadêmico. A colaboração, amizade e risadas foram de extrema importância para tornar esse processo mais leve e agradável.

Gostaria de expressar o meu mais sincero agradecimento a todos os meus amigos e familiares, que estiveram ao meu lado durante todo o período de elaboração desta dissertação de mestrado. O apoio, incentivo e compreensão que recebi de cada um de vocês foram fundamentais para conseguir enfrentar os desafios e superar os obstáculos ao longo deste caminho.

Agradeço pela paciência, pelo apoio emocional, pela compreensão nos momentos de ausência e pela confiança depositada em mim. Sei que sem o suporte e encorajamento de vocês, eu não teria alcançado este importante marco em minha vida acadêmica.

À Franciele Dias, minha psicóloga, pelo suporte e apoio psicológico durante toda a trajetória... das tentativas ao desenvolvimento de todo o mestrado. Fran, você sabe de todos os percalços, conquistas e alegrias para chegar até a finalização desta dissertação. Agradeço imensamente pela escuta, conselhos e acalento.

Obrigado por estarem sempre presentes, por me motivarem a seguir em frente e por celebrarem comigo cada etapa vencida. O apoio de vocês foi fundamental para o meu sucesso e eu serei eternamente grato por todo amor, amizade e cuidado que demonstraram ao longo desta jornada.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (Fapesq), pela concessão da bolsa de apoio acadêmico, fundamental para a conclusão desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, pelo suporte e disponibilidade durante todo o período de mestrado.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta... Muito obrigado!!!

Nesse corredor  
Portas ao redor  
Querem escolher  
Olha só, uma porta só

Uma porta certa  
Uma porta só  
Tentam decidir  
A melhor  
Qual é a melhor?

Não importa qual  
Não é tudo igual  
Mas todas dão em algum lugar  
E não tem que ser uma única

Todas servem pra sair ou para entrar  
É melhor abrir para ventilar

Esse corredor [...] (Monte; Dadi; Antunes, 2021)

## **RESUMO**

O clima urbano apresenta características físico-naturais em conjunto com fatores sociais, propiciando climas próprios, de acordo com a abordagem geográfica do Sistema Clima Urbano (SCU), do pesquisador Carlos Augusto Figueiredo Monteiro. Sob o enfoque dessa abordagem, o presente trabalho visa analisar os microclimas do bairro de Santo Amaro, localizado na cidade do Recife-PE. Para tal, foi realizado o levantamento das variáveis meteorológicas: temperatura, umidade relativa do ar e velocidade e direção dos ventos. Esse levantamento foi feito com orientação do mapa de uso e ocupação do solo do bairro, construído para atender a um dos objetivos da pesquisa e nortear as rotas a serem percorridas por transectos móveis, com uso de bicicleta durante o período chuvoso e úmido (julho de 2023) e período quente e seco (fevereiro de 2024) da cidade. O bairro Santo Amaro recebe influência direta do centro urbano recifense, por sua proximidade, ocupação e diferentes tipos de uso. O bairro contempla centros comerciais, serve como moradia populacional, ponto de eventos turísticos e culturais, além de concentrar as principais avenidas da cidade do Recife. Tais características evidenciam a importância da dinâmica e da funcionalidade urbana do bairro e da necessidade de estudos climáticos e de seus efeitos para população residente, em especial, os efeitos referentes ao desconforto térmico relativo ao calor. Este estudo inédito sobre o clima urbano em Santo Amaro, Recife, investigou os efeitos do calor intenso na população local. Os dados coletados indicaram que a população periférica do bairro sofre mais com o desconforto térmico (calor) em relação à população economicamente privilegiada, devido às diferenças no uso do solo que impactam na circulação de vento e na presença de áreas arborizadas.

Palavras-chave: microclima urbano; bairro; conforto térmico; transecto móvel.

## **ABSTRACT**

Urban climate exhibits both physical-natural characteristics and social factors, creating distinct localized climates according to the geographic approach of the Urban Climate System (SCU) developed by researcher Carlos Augusto Figueiredo Monteiro. From this perspective, the present study aims to analyze the microclimates of the Santo Amaro neighborhood, located in Recife, Pernambuco. To this end, meteorological variables were surveyed, including temperature, relative humidity, and wind speed and direction. This data collection was guided by a land use and occupation map of the neighborhood, which was constructed to achieve one of the research objectives and to guide routes for mobile transects using bicycles during the city's rainy and humid season (July 2023) and hot and dry season (February 2024). The Santo Amaro neighborhood is directly influenced by the urban center of Recife due to its proximity, occupation, and diverse land use. The neighborhood includes commercial centers, residential areas, tourist and cultural event locations, and some of Recife's main avenues. These characteristics highlight the importance of the neighborhood's urban dynamics and functionality, as well as the need for climatic studies and their implications for the resident population, especially regarding thermal discomfort caused by heat. This pioneering study on urban climate in Santo Amaro, Recife, investigated the effects of intense heat on the local population. The collected data revealed that the peripheral population of the neighborhood suffers more from thermal discomfort (heat) compared to the economically privileged population due to differences in land use, which impact wind circulation and the presence of green areas.

**Keywords:** Urban microclimate; neighborhood; thermal comfort; mobile transect.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Fluxograma metodológico.....	30
Figura 2 - Termo-higrômetro AKSO, modelo AK172 mini.....	33
Figura 3 - Material utilizado para construção dos abrigos .....	34
Figura 4 - Abrigo para o termo-higrômetro .....	35
Figura 5 - Abrigo acoplado à bicicleta .....	36
Figura 6 - Anemômetro (Modelo Kr825).....	38
Figura 7 - Mocambos em Santo Amaro .....	42
Figura 8 - Bairro de Santo Amaro em formação.....	43
Figura 9 - Condomínios de alto padrão no bairro de Santo Amaro .....	45
Figura 10 - Normais climatológicas do Recife - PE, 1991 a 2020.....	48
Figura 11 - Corpo d'água – Rio Capibaribe.....	54
Figura 12 - Uso residencial e contrastes habitacionais de Santo Amaro.....	55
Figura 13 - Uso residencial: área econômica intermediária de ocupação populacional – “Vila de Santo Amaro”.....	56
Figura 14 - Uso não residencial do bairro de Santo Amaro.....	57
Figura 15 - Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac) .....	57
Figura 16 - Uso misto do bairro de Santo Amaro .....	58
Figura 17 - Áreas verdes .....	59
Figura 18 - Descrição ilustrativa do transectos, com os pontos amostrais da coleta dos ventos.....	61
Figura 19 - Características regionais da atmosfera – Período chuvoso e úmido (21 de julho de 2023) .....	62
Figura 20 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 21 de julho de 2023 .....	63
Figura 21 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 1 (21/07/2023) .....	64
Figura 22 - Características regionais da atmosfera – Período chuvoso e úmido (22 de julho de 2023) .....	68
Figura 23 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 22 de julho de 2023 .....	69
Figura 24 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 2 (22/07/2023) .....	70
Figura 25 - Características regionais da atmosfera – Período chuvoso e úmido (23 de julho de 2023) .....	73

Figura 26 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 23 de julho de 2023 .....	74
Figura 27 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 3 (23/07/2023) .....	75
Figura 28 - Características regionais da atmosfera – Período chuvoso e úmido (24 de julho de 2023) .....	78
Figura 29 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 24 de julho de 2023 .....	79
Figura 30 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 4 (24/07/2023) .....	80
Figura 31 - Características regionais da atmosfera – Período quente e seco (09 de fevereiro de 2024) .....	83
Figura 32 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 09 de fevereiro de 2024 .....	84
Figura 33 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 5 (09/02/2024) .....	85
Figura 34 - Características regionais da atmosfera – Período quente e seco (10 de fevereiro de 2024) .....	88
Figura 35 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 10 de fevereiro de 2024 .....	89
Figura 36 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 6 (10/02/2024) .....	90
Figura 37 - Características regionais da atmosfera – Período quente e seco (11 de fevereiro de 2024) .....	93
Figura 38 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 11 de fevereiro de 2024 .....	94
Figura 39 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 7 (11/02/2024) .....	95
Figura 40 - Características regionais da atmosfera – Período quente e seco (12 de fevereiro de 2024) .....	98
Figura 41 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 12 de fevereiro de 2024 .....	99
Figura 42 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 8 (12/02/2024) .....	100

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Percentual de ocupação do solo.....	55
---	----

## **LISTA DE MAPAS**

Mapa 1 - Localização das estações automáticas da Apac e da EMA/Inmet.....	37
Mapa 2 - Configuração atual do bairro Santo Amaro e seus limites.....	44
Mapa 3 - Uso e ocupação do solo de Santo Amaro.....	53

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Limiares do Índice de desconforto (ID) térmico humano .....	40
Tabela 2 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 21 de julho de 2023 .....	65
Tabela 3 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 22 de julho de 2023 .....	72
Tabela 4 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 23 de julho de 2023 .....	76
Tabela 5 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 24 de julho de 2023 .....	81
Tabela 6 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 09 de fevereiro de 2024.....	86
Tabela 7 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 10 de fevereiro de 2024.....	91
Tabela 8 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 11 de fevereiro de 2024.....	96
Tabela 9 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 12 de fevereiro de 2024.....	101

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Enunciados básicos para o Sistema Clima Urbano.....	23
Quadro 2 - Sistema Clima Urbano (SCU) – articulação dos sistemas.....	25
Quadro 3 - Categorias observadas durante o levantamento de dados para confecção do mapa de uso e ocupação.....	31

## **LISTA DE SIGLAS**

Apac	Agência Pernambucana de Águas e Clima
Climageo-UFPB	Laboratório de Climatologia Geográfica da UFPB
EMA	Estação Meteorológica Automática
ESIG	Sistema de Informação Geográfica do Recife
FAPESQ	Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba
Geofisa	Geografia Física e Dinâmica socioambiental
ID	Índice de Desconforto
Inmet	Instituto Nacional de Meteorologia
mEas	Massa Equatorial do Atlântico Sul
SCU	Sistema Clima Urbano
Zeis	Zona Especial de Interesse Social

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	16
1.1	JUSTIFICATIVA.....	18
1.2	OBJETIVOS.....	20
1.2.1	<b>Objetivo geral.....</b>	20
1.2.2	<b>Objetivos específicos .....</b>	20
<b>2</b>	<b>ABORDAGEM TEÓRICO-CONCEITUAL .....</b>	21
2.1	SISTEMA CLIMA URBANO: subsistema termodinâmico e seu canal de percepção .....	22
2.2	CONTEXTO MICROCLIMÁTICO EM NÍVEL DE BAIRRO .....	26
<b>3</b>	<b>ROTAS METODOLÓGICAS .....</b>	29
3.1	CONFECÇÃO DO MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	30
3.2	MENSURAÇÃO DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS: procedimentos, instrumental e calibração.....	33
3.3	RECURSOS DE ANÁLISE E APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE DESCONFORTO TÉRMICO .....	38
<b>4</b>	<b>BAIRRO DE SANTO AMARO: aspectos geo-históricos e climáticos .....</b>	41
4.1	CONTEXTO HISTÓRICO E OCUPAÇÃO TERRITORIAL DO BAIRRO .....	42
4.2	SÍNTESE CLIMÁTICA DA CIDADE DO RECIFE .....	46
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	51
5.1	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO: bairro Santo Amaro.....	52
5.2	ANALISE DAS VARIÁVEIS: período chuvoso e úmido .....	59
5.2.1	<b>Análise do episódio de campo 1: 21/07/2023 .....</b>	62
5.2.1.1	Transecto da manhã.....	63
5.2.1.2	Transecto da tarde .....	66
5.2.1.3	Transecto da noite.....	66
5.2.2	<b>Análise do episódio de campo 2: 22/07/2023 .....</b>	67
5.2.2.1	Transecto da manhã.....	69
5.2.2.2	Transecto da tarde .....	71
5.2.2.3	Transecto da noite.....	72

<b>5.2.3 Análise do episódio de campo 3: 23/07/2023 .....</b>	73
5.2.3.1 Transecto da manhã.....	74
5.2.3.2 Transecto da tarde .....	76
5.2.3.3 Transecto da noite.....	77
<b>5.2.4 Análise do episódio de campo 4: 24/07/2023 .....</b>	77
5.2.4.1 Transecto da manhã.....	79
5.2.4.2 Transecto da tarde .....	81
5.2.4.3 Transecto da noite.....	82
5.3 ANALISE DAS VARIÁVEIS: período quente e seco .....	82
<b>5.3.1 Análise do episódio de campo 5: 09/02/2024 .....</b>	83
5.3.1.1 Transecto da manhã.....	84
5.3.1.2 Transecto da tarde .....	86
5.3.1.3 Transecto da noite.....	87
<b>5.3.2 Análise do episódio de campo 6: 10/02/2024 .....</b>	88
5.3.2.1 Transecto da manhã.....	89
5.3.2.2 Transecto da tarde .....	91
5.3.2.3 Transecto da noite.....	91
<b>5.3.3 Análise do episódio de campo 7: 11/02/2024 .....</b>	92
5.3.3.1 Transecto da manhã.....	94
5.3.3.2 Transecto da tarde .....	96
5.3.3.3 Transecto da noite.....	97
<b>5.3.4 Análise do episódio de campo 8: 12/02/2024 .....</b>	97
5.3.4.1 Transecto da manhã.....	99
5.3.4.2 Transecto da tarde .....	101
5.3.4.3 Transecto da noite.....	102
5.4 SÚMULA DOS EPISÓDIOS DE CAMPO .....	102
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	104
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	107

# **1 INTRODUÇÃO**



O clima urbano é influenciado por fatores naturais e atividades humanas nas áreas urbanas. Essa definição é baseada na obra de Carlos Augusto Figueiredo Monteiro (1976). Este pesquisador desenvolveu um quadro teórico e metodológico que divide o clima urbano em três subsistemas relacionados à percepção humana: Termodinâmico (canal I – Conforto térmico), Físico-químico (Canal II – Qualidade do ar) e Hidrometeórico (canal III – Impacto Meteórico). Moura (2008) destaca o aumento do uso do subsistema I no Nordeste do Brasil, contribuindo com pesquisas nacionais.

A cidade do Recife, assim como o bairro de Santo Amaro, apresentou aumento na temperatura do ar entre 1991 e 2020, de acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). Esse aumento está relacionado ao crescimento urbano, emissões de gases, maior densidade populacional, aliados às temperaturas médias elevadas (29,9°C) (Inmet, 2023), impactando diretamente no conforto térmico populacional.

O conforto térmico humano apresenta-se quando a população dispensa ajuste ao ambiente inserido (Oke *et al*, 2017). Esse conforto em áreas externas é um aspecto essencial para garantir o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas que frequentam espaços ao ar livre, como ciclovias, parques, praças, jardins e áreas de lazer. A sensação de conforto térmico nessas áreas está diretamente relacionada a diversos fatores, como a radiação solar, a velocidade do vento, a umidade do ar, a temperatura ambiente e a vestimenta utilizada.

A busca por ambientes externos termicamente confortáveis é algo natural dos seres humanos, pois impacta no contexto e adequação social, uma vez que é necessário considerar não apenas a estética e a funcionalidade dos espaços, mas também a qualidade ambiental e o conforto dos usuários e moradores desses espaços, uma vez que as consequências da inadequação do corpo humano às variáveis ambientais podem levar a inúmeros danos físicos e emocionais, inclusive à morte (Parsons, 2007).

Dessa forma, a avaliação e o planejamento do conforto térmico em áreas externas tornam-se aspectos fundamentais para o desenvolvimento de espaços públicos agradáveis e acolhedores, assim como, locais de moradias confortáveis, visto que os impactos climáticos externos alteram o microclima nesses espaços.

A compreensão dos princípios do conforto térmico humano em áreas externas, como os índices de conforto térmico utilizados, os métodos de avaliação e as estratégias de *design* e paisagismo, é essencial para proporcionar ambientes

externos saudáveis e agradáveis. “sabe-se que os elementos construtivos determinam as condições de conforto de um ambiente; dessa forma, proporcionar ambientes termicamente confortáveis significa permitir melhores condições de vida” (Gobo, 2018, p. 36).

A partir disso, é possível adotar medidas específicas, como o uso de plantas para sombreamento, a criação de áreas com ventilação natural e o planejamento de espaços com materiais térmicos adequados, visando promover condições de conforto e bem-estar para os usuários e moradores.

Impactos dessa organização e reorganização urbana são sentidos por todos os habitantes das cidades, em especial os moradores de bairros centrais, pois recebem toda a influência e segregação advinda do centro urbanístico. Bairros centro/periferias apresentam disparidades habitacionais dentro do mesmo território, desse modo, podem apresentar percepção ao desconforto térmico de forma diferenciada.

Ampliação e edificações centrais beneficiam uma pequena parcela populacional, a qual se beneficia com as regalias dessa verticalização, enquanto grande parcela dessa sociedade, localizada nesse mesmo bairro periférico, como Santo Amaro, recebe as consequências negativas dessa expansão urbana.

Atualmente, existem poucos estudos sobre clima urbano e conforto térmico em bairros. Redes de monitoramento de qualidade do ar são comuns em áreas desenvolvidas, criando disparidades, como observado em pesquisas anteriores (Tarifa; Armani, 2001). Levantamentos sistemáticos, como os realizados por Oliveira (2023) para a cidade do Recife, reafirmam essa lacuna na literatura brasileira. Trabalhos sobre a malha urbana se faz necessário, adentrando na área urbana para estudar o microclima urbano, em especial Santo Amaro, que apresenta densa massa edificada.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Para o entendimento dos fatores atuantes no clima urbano, são necessários maiores estudos sobre a temática. Poucos estudos são encontrados sobre climatologia urbana ou conforto térmico em nível de bairro. Tarifa e Armani (2001) afirmam que isso ocorre como consequência da exclusão e segregação social. Evidencia-se essa exclusão quando não existem redes de monitoramento da

qualidade atmosférica local em áreas de favela, mas apresentam-se em áreas desenvolvidas ou centros comerciais urbanos, como os trabalhos de Nobrega e Vital (2010), Guedes e Silva (2020), Anjos *et al.* (2020), Soares *et al.* (2022) e Moreira (2024).

Trabalhos com foco microclimáticos em nível de bairro são pouco encontrados no cenário brasileiro, em especial no estado de Pernambuco. Encontram-se inúmeras pesquisas relacionadas às grandes cidades, como Recife-PE (capital do estado), mas pouco ou nada sobre as alterações microclimáticas em bairros, periferia desse centro urbano.

Desse modo, como exemplo para o estado de Pernambuco e caracterizando-se com inúmeras peculiaridades climáticas, Nóbrega e Vital (2010, p. 152) citam:

No caso de Recife, uma Metrópole de nível regional, os bairros centrais possuem um pesado tráfego de veículos, altos índice de pavimentação do solo e de construções verticais, além pouca arborização sendo um caso específico para o estudo de clima urbano. É importante ressaltar que, a cidade do Recife por ser litorânea e estar situada em uma região de atuação direta dos ventos alísios ao longo de todo o ano, não consente um alto teor de poluição nas camadas superiores de sua atmosfera como São Paulo.

Características similares em nível nacional, estadual e citadino devem influenciar diretamente o microclima dos bairros situados nessa malha urbana, que igualmente reproduzirão as ações antrópicas e prováveis alterações climáticas.

O bairro de Santo Amaro é um exemplo disso, bairro centro territorial e periférico socialmente com uso misto, marcado pela presença da favela historicamente conhecida da cidade do Recife. Esse bairro apresenta, em grande parte do seu território, características favelares, como especificam Tarifa e Armani (2001, p. 40).

As favelas apresentam microclimas(internos) e topoclimas (externos) muito áridos, em sua maioria insalubre, no qual existem extremos de aquecimento e resfriamento consequências da baixa ventilação. Algumas áreas recebem sol o dia todo, deixando o local extremamente quente, outras recebem pouco ou nenhuma quantidade de sol, deixando o local úmido e frio. Desse modo as favelas são locais críticos em relação aos pontos climáticos por possuírem péssimo conforto térmico em relação ao ambiente interno das habitações, principalmente em dias quentes de verão ou frios e com chuvas geladas durante o outono-inverno.

É necessário interpretar a dimensão microclimática de ambientes de favela numa perspectiva social e crítica, em conformidade com a abordagem da Geografia do Clima proposta por Sant'anna Neto (2012). Sobre essa abordagem o autor revela:

Se o espaço geográfico é produzido de forma altamente complexa e fortemente desigual. Se o clima é o produto da interação entre os processos dinâmicos da atmosfera e das ações dos agentes sociais, que ao produzirem novas territorialidades modificam as características fundamentais dos elementos climáticos. Então os diversos grupos sociais não experimentam nem percebem o tempo e o clima da mesma forma. Espaços desiguais potencializam efeitos do clima, igualmente desiguais. Nesta perspectiva temos que admitir que o clima é uma construção social (Sant'anna Neto, 2012, p. 35-36).

O estudo do microclima urbano é de extrema importância para a gestão urbana e o planejamento urbano sustentável. Por meio do conhecimento detalhado dessas características climáticas locais, é possível desenvolver estratégias e políticas que visem mitigar os efeitos negativos do microclima urbano, como a implantação de áreas verdes, a promoção da ventilação natural e a redução das fontes de emissão de poluentes.

Em suma, o microclima urbano é um componente fundamental a ser considerado na busca por cidades mais saudáveis, confortáveis e sustentáveis. O aprofundamento dos estudos nessa área contribui para o desenvolvimento de intervenções mais eficazes e capazes de melhorar a qualidade de vida dos habitantes urbanos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Analisar variáveis meteorológicas (temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento) em distintos setores do uso e ocupação do solo no bairro de Santo Amaro, Recife-PE.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Definir os padrões de uso e ocupação do solo urbano no bairro de Santo Amaro- PE;
- Verificar a variação dos elementos meteorológicos em dois períodos sazonais distintos do bairro de Santo Amaro;
- Aplicar o Índice de desconforto térmico em pontos amostrais do bairro.

## **2 ABORDAGEM TEÓRICO-CONCEITUAL**



## 2.1 SISTEMA CLIMA URBANO: subsistema termodinâmico e seu canal de percepção

O Brasil está inserido nos “países de desenvolvimento complexo”, cuja urbanização resultou em segregação social e espacial com exclusão de grande fatia da sua população (Santos, 1994). Essa ocupação desordenada causou autoconstruções em manguezais e locais inapropriados para o convívio humano, resultando em pavimentação e aterramentos que, por sua vez, causaram alagamentos e inundações, além da formação de ilhas de calor em diversas cidades brasileiras (Shams *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2013) e cidades em todo o mundo (Weng *et al.*, 2004; Chen *et al.*, 2006; Weng; Quattrochi, 2006; Klok *et al.*, 2012).

As cidades pernambucanas apresentam similaridades com outras cidades brasileiras, referindo-se à ocupação e cobertura do solo, possuindo marcas de segregação socioespacial e impactos climáticos, como relatado por Lacerda *et al.* (2016, p. 123): “a região Nordeste do Brasil, em geral, e o Estado de Pernambuco, em especial, estão vulneráveis aos processos de desertificação, à ocorrência de eventos extremos do clima tais como secas, enchentes e avanços do mar”.

Corroborando com o pensamento e elucidando sobre as modificações urbanas e suas consequências, Nóbrega e Vital (2010, p. 152) relata que:

[...] o processo de urbanização que pode resultar em uma cidade constitui a maneira mais visível da transformação da paisagem natural, e consequentemente ao modificar os fatores físicos do clima, ocorrerão modificações também nos elementos clima, sobretudo pelo fato dos fatores serem os agentes causais dos elementos.

Por apresentação constante de modificação e transformação antropogênica o clima urbano despertou o interesse de geógrafos, iniciando seus estudos no século XIX, no entanto, suas maiores contribuições e resultados foram apresentados nas últimas décadas, devido às dificuldades e contrastes entre as interações antrópicas urbanas e atmosfera (OKE *et al.*, 2017).

Definições foram propostas e organizadas para definir essa categoria de análise, destacando trabalhos como o de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1976), elaborador do Sistema Clima Urbano (SCU), no qual levantou elementos para composição e caracterização do clima urbano. O autor alerta que o SCU é enunciado servindo como base a estudos climatológicos, não deve ser seguido como regra (Monteiro, 2003). Atualmente, os estudos de Monteiro (2003) servem não apenas

como ideias reguladoras, mas como propulsor de estudos climatológicos brasileiros, pesquisas mais aprofundadas sobre o SCU foram iniciadas, servindo como base metodológica até os dias atuais.

Destaca-se a importância do trabalho do prof. Monteiro, quanto ao aporte teórico e metodológico aos estudos dos climas das cidades brasileiras, a exemplo dos trabalhos realizados para as cidades de Manaus-AM (Benedetto, 2022), Fortaleza-CE (Moura, 2008), Dourado-MS e Rio Verde-GO (Santos, 2017), Ribeirão Preto-SP (Aleixo, 2014), Pelotas-RS (Borges, 2008).

Apesar de inúmeras definições e características propostas por autores, atualmente, a mais aceita ainda é a de Monteiro (1976), o qual elaborou dez enunciados para definir o Sistema Clima Urbano (Quadro 1). Levantando a ideia que “O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização (Monteiro, 2003, p. 19), o autor expõe que as cidades possuem um clima específico, mas passível de alterações pelas ações antrópicas.

**Quadro 1 - Enunciados básicos para o Sistema Clima Urbano (continua)**

1	O Clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização (Monteiro, 2003, p. 19).
2	O espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere (Monteiro, 2003, p. 20).
3	O SCU importa energia através do seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria dos sistemas abertos (Monteiro, 2003, p. 20).
4	As entradas de energia no SCU são de natureza térmica (oriundas da fonte primária de energia de toda a Terra – o Sol), implicando componentes dinâmicas inequívocas determinadas pela circulação atmosférica, e decisivas para a componente hídrica englobada nesse conjunto (Monteiro, 2003, p. 21).
5	A avaliação dessa entrada de energia no SCU deve ser observada tanto em termos quantitativos como, especialmente, em relação ao seu modo de transmissão (Monteiro, 2003, p. 22).
6	A estrutura interna do SCU não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas (Monteiro, 2003, p. 23).

Quadro 1 - Enunciados básicos para o Sistema Clima Urbano (conclusão)

7	O conjunto produto do SCU pressupõe vários elementos que caracterizam a participação urbana no desempenho do sistema. Sendo variada e heterogênea essa produção, faz-se mister uma simplificação, classificatória, que deve ser constituída através de canais de percepção humana (Monteiro, 2003, p. 24).
8	A natureza urbana do SCU implica em condições especiais de dinamismo interno, consoante o processo evolutivo do crescimento e desenvolvimento urbano, uma vez que várias tendências ou expressões formais de estrutura se sucedem ao longo do processo de urbanização. (Monteiro, 2003, p. 24)
9	O SCU é admitido como passível de auto-regulação, função essa conferida ao homem urbano que, na medida em que o conhece e é capaz de detectar suas disfunções, pode, através do seu poder de decisão, intervir e adaptar o funcionamento do mesmo, recorrendo a dispositivos de reciclagem e/ou circuitos de retroalimentação capazes de conduzir o seu desenvolvimento e crescimento seguindo metas preestabelecidas (Monteiro, 2003, p. 25).
10	Pela possibilidade de interferência auto-reguladora, acrescentam-se ao SCU, como sistema aberto, aquelas propriedades de entropias negativas, pela sua própria capacidade de especialização dentro do crescimento através de processos adaptativos, podendo ser qualificado, assim, como um sistema morfogenético (Monteiro, 2003, p. 25).

Fonte: Elaborado pelo autor (2024), adaptado de Monteiro (2003)

O ambiente urbano influencia diretamente nos aspectos climáticos locais, trazendo características próprias. Em decorrência disso, se faz necessário identificar os controles e atributos do clima, entendendo suas inter-relações no espaço geográfico (Paiva, 2018).

O Sistema Clima Urbano não funciona de forma heterogênea, é formado de diversos elementos que trabalham de forma complexa e integrada, desse modo, não se pode analisar o clima das cidades com foco em apenas um elemento e descartar as influências mútuas e constantes que acontecem, pois, se assim for feito, não será possível aproximar-se da realidade climática presente naquele local.

Reafirmando essa preocupação, Gobo (2013) relata que conforme a urbanização cresce em torno da população e torna-se complexa, acontecem alterações nos aspectos meteorológicos (temperatura radiante média, umidade relativa do ar, temperatura ambiente e velocidade do ar).

Ações como as citadas por Gobo (2013) trarão a formação de climas específicos dentro das cidades, como relata Dumke (2007):

O efeito da atuação humana ocorre simultaneamente por meio das modificações introduzidas por ela direta e conscientemente no espaço e mediante aquelas derivadas deste mesmo espaço transformado e

das atividades urbanas, das quais decorrem a contaminação e o surgimento de um clima específico (p. 110).

Buscando facilitar os estudos e pesquisas sobre SCU, Monteiro (1976) elaborou um quadro teórico e metodológico para a análise do clima urbano (Quadro 2).

Quadro 2 - Sistema Clima Urbano (SCU) – articulação dos sistemas

Caracterização	SUBSISTEMAS		
	Termodinâmico	Físico-químico	Hidrometeorológico
	CANAIS DE PERCEPÇÃO		
	I Conforto Térmico	II Qualidade do Ar	III Impacto Meteorológico
Fonte	Atmosfera Radiação Circulação horizontal	Atividade urbana Veículos automotores Indústrias Obras-limpeza	Atmosfera Estados especiais (desvio rítmicos)
Trânsito no sistema	Intercâmbio de operador e operando	De operando ao operador	Do operador ao operando
Mecanismo de ação	Transformação no sistema	Difusão através do sistema	Concentração no sistema
Projeção	Interação ambiente núcleo	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
Desenvolvimento	Contínuo (permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódico (eventual)
Observação	Meteorológica especial (trabalho de campo)	Sanitária e meteorológica especial	Meteorológica Hidrológica (trabalho de campo)
Correlações disciplinares e tecnológica	Bioclimatologia Arquitetura Urbanismo	Engenharia sanitária	Engenharia sanitária e infraestrutura urbana
Produtos	“Ilha de calor” Ventilação Aumento de precipitação	Poluição do ar	Ataques à integridade urbana
Efeitos diretos	Desconforto e redução no desempenho urbano	Problemas sanitários Doenças respiratórias, oftalmológicas, etc.	Problemas de circulação e comunicação urbana
Reciclagem adaptativa	Controle de uso do solo Tecnologia de conforto habitacional	Vigilância e controle dos agentes de poluição	Aperfeiçoamento de infraestrutura urbana e da regularização fluvial Uso do solo
Responsabilidade	Natureza e homem	Homem	Natureza

Fonte: Monteiro (2003)

A presente dissertação tem como foco o subsistema Termodinâmico e o seu Canal de Percepção Humana: conforto térmico, com observações por transectos móveis e como metodologia para análises episódicas de elementos meteorológicos em nível microclimático, seguindo as recomendações teóricas e metodológicas de Monteiro (1976, 2003): “[...] pesquisa do clima da cidade implica obrigatoriamente em observação complementar fixa permanente, bem como trabalho de campo com observações móveis e episódicas” (Monteiro, 2003, p. 48).

Segundo Nascimento (1995):

A urbanização provoca transformação da cobertura natural do solo pela construção de edifícios, ruas, praças, mobiliário urbano etc., modificando os ecossistemas ambientais existentes. As principais transformações desse processo são inegavelmente as climáticas, pela alteração dos elementos que o compõem. A expressão mais contundente dessa alteração climática são as temperaturas elevadas e a concentração de poluentes (p. 25-26).

Sistemas abertos são formados por transformações constantes, como encontrados no clima das cidades, a exemplo das ilhas de calor e poluição do ar, consequências das modificações climáticas locais, diferentes de climas fechados formados por condições iniciais. Sendo assim, o SCU pode ser considerado um sistema aberto (Monteiro, 2003).

Contribuindo com o pensamento de Monteiro (2003), Côrrea (2006) informa que, além da influência térmica do sol, é necessário observar as edificações, formas e obstáculos presentes nas cidades para canalização dos ventos:

As formas geométricas irregulares dos edifícios afetam os padrões de radiação solar e de ventos. Os prédios atuam como labirintos para a radiação solar que acaba por ser aprisionada, aumentando a eficácia do aquecimento. Os edifícios interrompem os fluxos de vento diminuindo assim a perda de calor por resfriamento advectivo. Em média os ventos perdem 25% de sua velocidade ao atravessar uma área urbana. No entanto as cortinas de edifícios geram o efeito de túnel de vento, especialmente, durante o dia, o que ameniza o calor (Côrrea, 2006, p. 90).

A canalização dos ventos atrelado à radiação solar, pavimentação e demais fatores urbanos podem influenciar mais estresse térmico populacional, como as ilhas de calor urbano e desconforto térmico.

Deve-se ressaltar, ainda, que a circulação atmosférica regional projetada do ambiente ao núcleo do SCU é de tal modo importante que se pode admitir que seu papel acaba se tornando mais diretamente eficiente do que o do próprio Sol (Monteiro, 2003, p. 22).

## 2.2 CONTEXTO MICROCLIMÁTICO EM NÍVEL DE BAIRRO

O microclima urbano refere-se às características climáticas particulares de uma área específica dentro de um ambiente urbano. Essas características são influenciadas por uma série de fatores, como a topografia, a densidade urbana, a cobertura do solo, as atividades humanas e as estruturas urbanas presentes.

Para entender os fenômenos climáticos em diferentes locais, é preciso compreender a complexa dinâmica na atmosfera, que envolve diferentes interações em diversos níveis de escala (Oliveira *et al.*, 2011). Desse modo, deve-se sempre considerar as escalas para o entendimento da dinâmica climática urbana (Oke *et al.*, 2017). No contexto dos estudos relacionados ao clima em ambientes urbanos, é relevante ressaltar, em primeiro lugar, as escalas zonal, regional e local (Monteiro, 2003).

O clima zonal refere-se a uma escala ampla, que abrange grandes áreas geográficas, como continentes, parte dele ou oceanos. Nesse contexto, são considerados padrões climáticos de longo prazo, como as zonas climáticas de latitudes mais elevadas ou equatoriais, que influenciam de forma geral o clima de uma região. Para compreender sua dinâmica, investiga-se em média 30 anos (Ribeiro, 1993). Suas observações são feitas por meio de satélites (Monteiro, 2003).

Já o clima regional foca em áreas geográficas específicas, como uma região metropolitana ou uma bacia hidrográfica. Seus fenômenos ocorrem abaixo da tropopausa, entre 150 e 2500 quilômetros horizontalmente, e seus principais produtos são exposição à forma e organização do relevo (Oliveira *et al.*, 2011; Monteiro, 2003). Nesse nível de análise, são levados em consideração aspectos mais locais, como a influência de acidentes geográficos, correntes de vento locais e urbanização na configuração do clima da região.

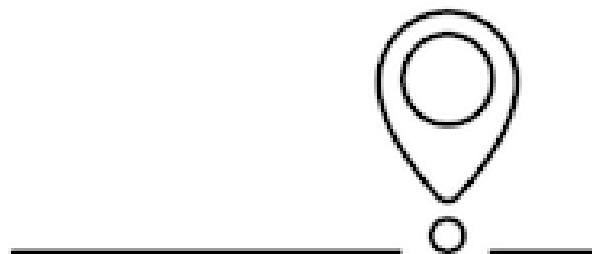
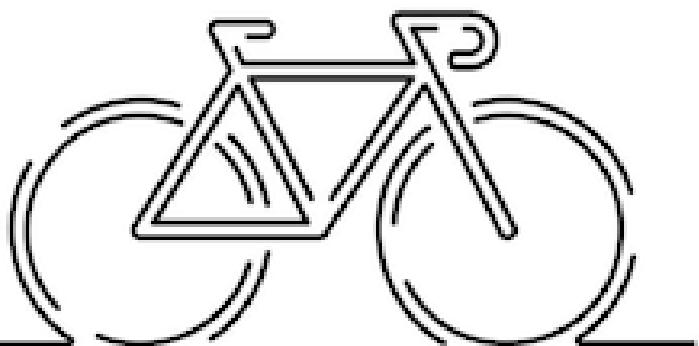
Enquanto o clima local engloba informações mais detalhadas e específicas de um local, como um bairro ou uma praça dentro de uma cidade, são considerados efeitos microclimáticos a presença de áreas verdes, edifícios e materiais de construção que podem influenciar diretamente na temperatura, umidade e ventilação do ambiente.

O microclima, denominado mesoclima ou local por Ribeiro (1993), recebe influencia antrópica direta como a emissão de poluentes e artificialização da cobertura do solo, desse modo, acontece a maior deterioração da qualidade do ar e do clima (Ribeiro, 1993).

O microclima urbano (local) pode apresentar diferenças significativas em relação ao clima regional devido à vasta extensão de superfícies impermeáveis, como edifícios, estradas e estacionamentos, que absorvem e reemitem o calor, resultando em uma elevação da temperatura em relação às áreas rurais circundantes. Esse fenômeno é conhecido como ilha de calor urbana.

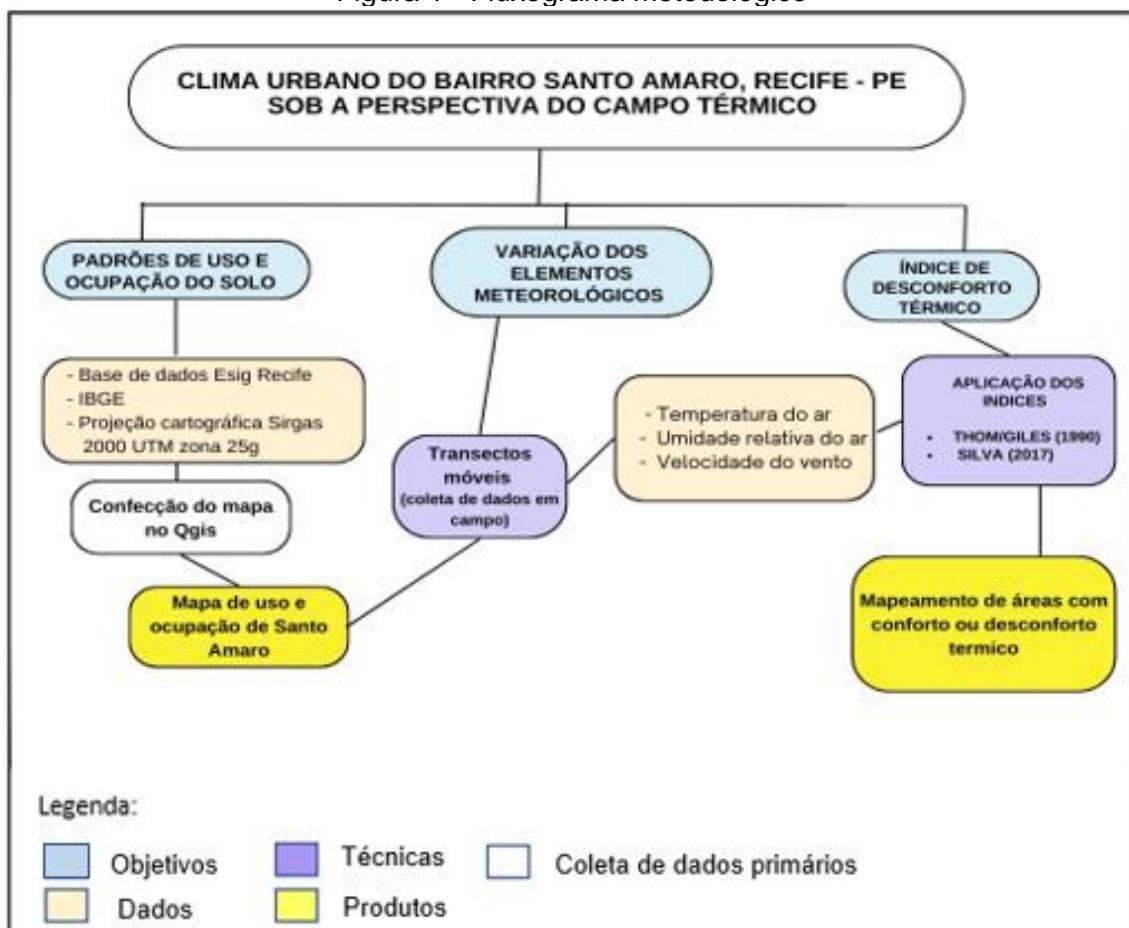
Além disso, a falta de áreas verdes e a presença de poluentes atmosféricos contribuem para a formação de um microclima urbano mais poluído e desconfortável para o calor, com impactos na qualidade do ar e na saúde das pessoas que habitam a região. Sendo assim, o bairro de Santo Amaro engloba-se na escala microclimática ou local, segundo a literatura.

## **3 ROTAS METODOLÓGICAS**



Com o intuito de contemplar todos os objetivos traçados para o desenvolvimento da pesquisa e procedimentos adotados foi confeccionado um fluxograma contendo as etapas e metodologias adotadas, como exposto na figura 1:

Figura 1 - Fluxograma metodológico



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

### 3.1 CONFECÇÃO DO MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Segundo Vaeza *et al.* (2010, p. 01), “Entende-se que pesquisas, análises e interpretações do uso e ocupação do solo e da dinâmica geoambiental colaboram, de maneira consistente, com o conhecimento aprofundado de uma região”. A confecção do mapa de uso e ocupação do solo foi de fundamental importância para a definição dos transectos móveis utilizados durante a pesquisa, pois fomentou a visualização das áreas com maiores peculiaridades em comparação ao total do bairro, pontos com maior presença de áreas verdes, maior quantitativo de lotes residenciais, com apenas um pavimento, lotes de três pavimentos ou mais, com maior presença de áreas asfaltadas, entre outros pontos verificados e ilustrados no mapa.

Com base na metodologia de Nucci (2008), para construção do mapa de uso e ocupação foram atendidos alguns critérios básicos durante a elaboração do material cartográfico, como a observação dos lotes em sua dimensão externa, visualizado a partir da calçada, pois “acredita-se que a cidade como um todo é também consequência da utilização que cada habitante faz de seu lote” (Nucci, 2008, p. 55).

A legenda do mapa foi organizada atendendo às indicações de Nucci (2008), Quadro 3, dados disponíveis no Sistema de Informação Geográfica do Recife (SIG) e adaptações necessárias para subsidiar as características do bairro.

Quadro 3 - Categorias observadas durante o levantamento de dados para confecção do mapa de uso e ocupação

Código	Categoria
01	Residências
02	Edificações com um pavimento
03	Edificações com dois pavimentos
04	Edificações com três pavimento
05	Comércio (borracharia, depósito de gás, oficina mecânica)
06	Comércio (panificadora, lanchonetes, restaurantes, supermercados e casa de festas)
07	Praça pública
08	Templos religiosos
09	Associação dos moradores
10	Serviços públicos (posto de saúde, guarda municipal e destacamento polícia militar)
11	Educação (escola, creche e centro de capacitação)
12	Lazer (campo de futebol e quadra poliesportiva)
13	Espaços vazios
14	Espaço com vegetação

Fonte: Elaborado pelo autor (2024), adaptado de Nucci (2008)

As informações obtidas para a confecção do mapa foram extraídas da base de dados Sistema de Informação Geográfica da Prefeitura da Cidade do Recife, denominado ESIG Recife, com dados atualizados para o ano de 2023. Como resultado, as informações foram organizadas com o objetivo de aplicar técnicas de geoprocessamento na elaboração do mapa temático. No entanto, ao analisar os dados disponibilizados, foi verificada a ausência de informações em alguns lotes situados nas porções mais periféricas do bairro, necessitando, assim, o levantamento de dados *in loco* para o preenchimento das informações inexistentes.

Os dados faltantes foram obtidos a partir da observação com imagens de satélite e confirmação de dados *in loco*, obedecendo às categorias a serem observadas, propostas por Nucci (2008), expostas no Quadro 3.

Verificou-se que nos dados da prefeitura não constavam os templos religiosos de todo o bairro, o *campus* da Universidade de Pernambuco, o Campo do Onze (campo de futebol histórico do bairro), algumas áreas verdes, grandes áreas periféricas não apresentavam dados e nem separação em lotes, também não estavam registrados os principais hospitais do bairro. Além dessa falta de informações, foram identificadas marcações incorretas, que foram corrigidas de imediato, com o auxílio dos trabalhos de campo realizados pelo autor da presente pesquisa (ex-morador da área de estudo), nos dias 21, 22 e 23/07/2023.

Após a confecção do mapa e posterior observação da área de estudo, foi possível traçar rotas para os transectos móveis com bicicleta. As mesmas foram definidas visando coletar dados do maior número de informações meteorológicas, levantando informações representativas traçadas a partir do mapa de uso e ocupação do solo.

A coleta das variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento) foram obtidas em dois episódios distintos, seguindo as normais climatológicas do Recife-PE, a fim de obter dados em período quente e seco, e chuvoso e úmido da cidade/bairro, presentes nos meses de fevereiro e julho respectivamente, conforme as médias mensais das normais climatológicas (Inmet, 2023)

Os horários definidos para cada rota seguiram os padrões estabelecidos pela *World Meteorological Organization* (WMO) (2014) (Organização Mundial de Meteorologia), sendo eles 09h, 15h e 21h, o que se justifica por serem horários de variações atmosféricas durante o dia. O início de maior aquecimento diurno inicia-se às 9h, atingindo o máximo de aquecimento às 15h e finalizando com o início do resfriamento noturno às 21h (Anjos, 2012).

A duração de cada transecto foi entre 40 a 60 minutos, para melhor obtenção de resultados e para não apresentar variação na coleta de dados. Quando se utilizam transectos móveis, “O tempo não deve ultrapassar duas horas dirimindo o efeito oscilativo das variáveis climáticas” (Anjos, 2012).

### 3.2 MENSURAÇÃO DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS: procedimentos, instrumental e calibração

Os episódios de campo para coleta das variáveis meteorológicas aconteceram durante o período chuvoso e úmido (21 a 24 de julho de 2023) e período quente e seco (09 a 12 de fevereiro de 2024).

Os dados das variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento) foram obtidos simultaneamente durante os transectos utilizando aparelhos digitais de verificação (termo-higrômetros AKSO, modelo AK172 mini), Figura 2, com memória de armazenamento, faixa de medição -30° a 70°C de temperatura, resolução 0,1°C e exatidão + ou - 0,8°C; em relação à umidade relativa, possui faixa de medição de 0 a 100% UR, resolução 0,1% UR e exatidão + ou - 3% UR. Os *datalogger* foram programados para registrar os dados a cada 30 segundos durante os transectos (Rajkovich et al., 2016).

Figura 2 - Termo-higrômetro AKSO, modelo AK172 mini



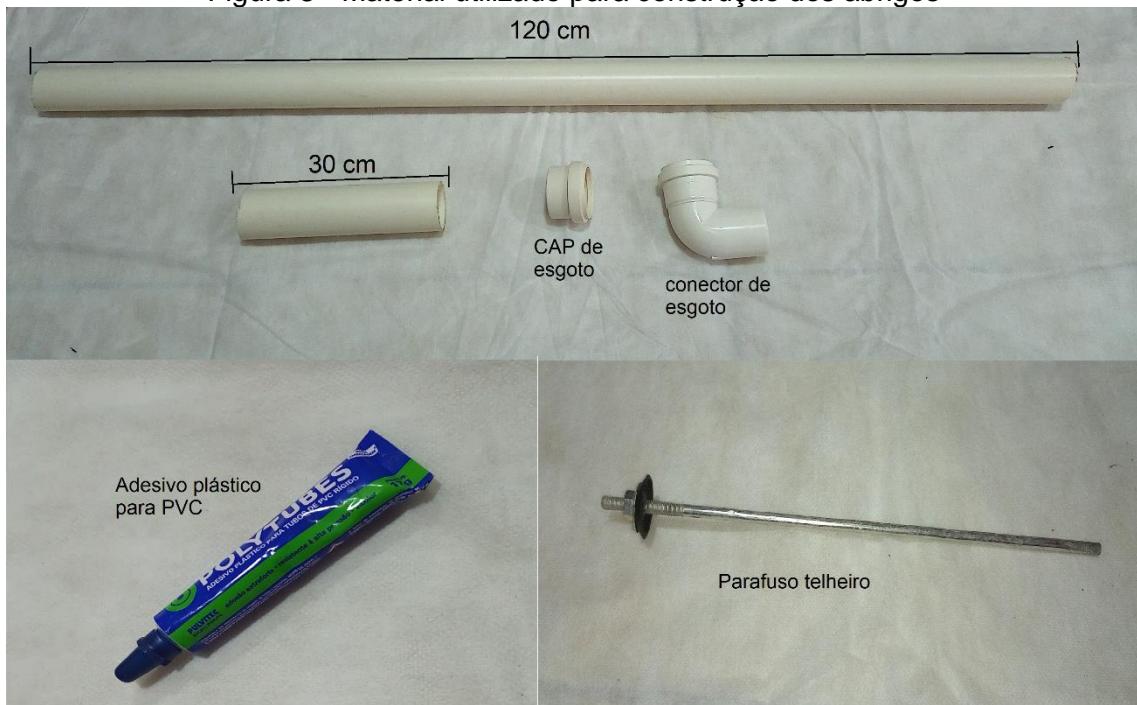
Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Os termo-higrômetros foram armazenados em abrigos para proteção da chuva e radiação solar, confeccionados com material de baixo custo. O material utilizado foi policloreto de vinila (PVC), anteriormente utilizado em pesquisas como as de Cox (2008), Franco (2010), Maciel (2011), Santos (2012), Franco (2013), Valin Jr. et al. (2016), Paula (2017), Valin Jr. (2019) e Writzl (2022), apresentando ótimos

resultados quanto à proteção contra intempéries e incidência de radiação solar, sem influência nas verificações do aparelho.

A construção dos abrigos seguiu as recomendações de Matos *et al.* (2021), replicadas por Writzl (2022), desse modo, o material utilizado foram dois cortes de tubo para encanamento de PVC, com espessura de 50cm, um de 120cm de comprimento e outro de 30cm, além de CAP para encanamento e conector para encanamento, com curvatura de 90°, ambos com espessura de 50cm fixados com adesivo plástico para tubos de PVC (Figura 3).

Figura 3 - Material utilizado para construção dos abrigos



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

O tubo para encanamento utilizado foi medido e serrado com o auxílio de serra adequada para corte em PVC. O tubo de 120cm foi posicionado na vertical, em sua parte inferior foi acoplado o CAP para encanamento, na área superior foi acoplado o conector para encanamento para interligar o tubo de 30 cm; todo esse material foi fixado com adesivo plástico de PVC. O CAP utilizado como acabamento não foi fixado ao tubo de 30cm permitindo a sua remoção para o encaixe do termo-higrômetro. Para a passagem da ventilação e evitar interferência na verificação das variáveis meteorológicas furos foram feitos na parte superior do tubo, espaço que abrigou o termo-higrômetro, com auxílio do parafuso telheiro aquecido (Figura 4).

Figura 4 - Abrigo para o termo-higrômetro



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Após a construção dos suportes, o termo-higrômetro foi acoplado à bicicleta para realização do campo. A verificação deve acontecer sempre 1,25 metros acima do solo, para evitar a interferência deste (OKE, 2006), desse modo, o suporte foi acoplado à bicicleta a 1,50 metros do solo, seguindo as normas (ISO 7726. 1998), visando evitar interferências no experimento, sendo 1,20 metros do suporte e 30cm suspenso referente ao aro da bicicleta (Figura 5).

Figura 5 - Abrigo acoplado à bicicleta

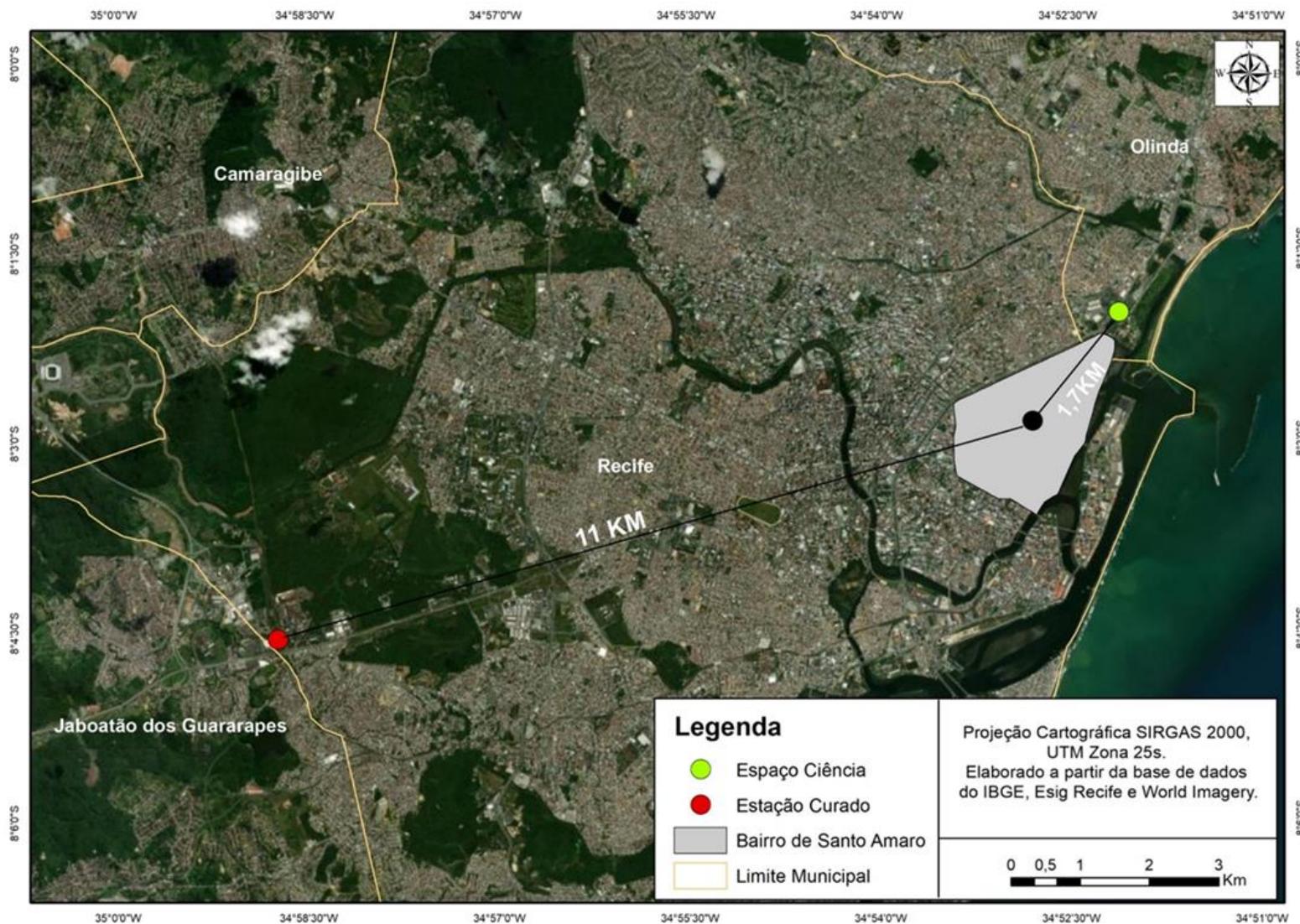


Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Anterior aos transectos, foi realizada a calibração dos aparelhos comparando a temperatura e umidade captada pelo termo-higrômetro com os resultados da estação meteorológica presente no Museu interativo Espaço Ciência, situado na cidade de Olinda-PE, administrada pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac). Esta estação foi escolhida por dois fatores primordiais: primeiro, por apresentar aproximação ao bairro de Santo Amaro (Mapa 1), diferente da estação 82900, localizada no bairro do Curado, cidade do Recife-PE (EMA/Inmet); segundo, por encontrar-se em pleno funcionamento e captação de dados horários, oposto a estação 82900, que atualmente encontra-se fora de funcionamento por problemas técnicos.

A calibração aconteceu em 20 de julho de 2023, durante o período de 4 horas, com medições a cada 30 segundos (Parson, 2007; Writzl, 2022), apresentando resultados adequados em comparação à estação automática (Mapa 1) e da Estação Meteorológica Automática (EMA)/ Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

Mapa 1 - Localização das estações automáticas da Apac e da EMA/Inmet



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Para a coleta da velocidade do vento, foi utilizado um anemômetro digital, modelo Kr825 (Figura 6). O mesmo registra velocidade do vento, temperatura do ar e umidade relativa do ar, no entanto, não possui memória de armazenamento, por esse motivo utilizou-se o aparelho apenas para o registro da velocidade do vento.

Buscando armazenar as medições realizadas, os registros foram fotografados da tela do anemômetro digital, para posterior verificação das velocidades e direção dos ventos utilizou-se a bússola presente no aplicativo do celular.

Figura 6 – Anemômetro (Modelo Kr825)



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

### 3.3 RECURSOS DE ANÁLISE E APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE DESCONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico, com base em Vecchia (1997), indica fatores subjetivos, as sensações termo fisiológicas manifestam um estado mental, no qual o indivíduo em situação de conforto (bem-estar) não expressa desejo em ser aquecido ou resfriado. Corroborando, Nascimento (1995, p. 15) relata que “o equilíbrio térmico do homem, portanto, é função da sua perfeita interação com o meio ambiente físico,

entretanto, a sensação de conforto térmico decorre das múltiplas variáveis climáticas e das próprias condições do homem”.

Ainda sobre a definição de conforto térmico, Gobo (2013) relata que:

O conforto térmico em um determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar experimentada por uma pessoa como resultado da combinação satisfatória, nesse ambiente, da temperatura radiante média (TRM), umidade relativa (UR), temperatura ambiente (TA) e velocidade relativa do ar (VR) com a atividade lá desenvolvida e com a vestimenta utilizada pelas pessoas (p.14).

Vecchia (1997), Nascimento (1995) e Gobo (2013) concordam que o conforto térmico será uma sensação compreendida pelos indivíduos que habitam determinada localidade e esse índice pode ser diferencialmente percebido a partir de fatores que afetam esse grupo social. Em consenso, afirmam que o conforto térmico será uma sensação positiva, no qual a população não sentirá incômodo ou desejo em aumentar ou diminuir as temperaturas locais.

No entanto, as alterações urbanas podem influenciar diretamente o conforto térmico da população citadina. Castelhano (2020) afirma que “as mudanças podem, por um lado, aumentar o conforto térmico como quando mencionamos os efeitos das ilhas de frescor, mas também agravá-las, resultando em consequências diretas para a saúde humana”. Alguns exemplos dessas consequências são cansaço, câimbras, problemas cutâneos, problemas circulatórios, insolação, problemas cardíacos ou até levar o sujeito à morte (Araujo, 2012; Gobo, 2013). Desse modo, buscou-se investigar se tal (des)conforto ao calor acontece no bairro de Santo Amaro, mediante a aplicação dos dados coletados ao Índice de desconforto (ID).

Para a análise do conforto térmico foi utilizado, o Índice de Desconforto (termo original inglês: *Discomfort Index - ID*), elaborado por Thom (1959) e adaptado por Giles et al. (1990). Esse índice é definido por duas variáveis meteorológicas e exprime-se pela Equação 1:

$$ID = Td - 0,55 \cdot (1 - 0,01 \cdot RH) \cdot (Td - 14,5) \quad (\text{Eq. 1})$$

Na qual: ID = *Discomfort Index*; Td = temperatura de bulbo seco ( $^{\circ}\text{C}$ ); RH = umidade relativa (%).

Esse Índice de desconforto proposto por Thom (1959) e adaptado por Giles et al. (1990) busca inferir condições de conforto, satisfação ou desconforto térmico percebido pela população.

Justifica-se a escolha do presente índice em razão de: i) ampla utilização nos trabalhos de Geografia, com base em Silva e Souza (2017); ii) ser aplicado em trabalhos como os de Medeiros *et al.* (2018), Nascimento *et al.* (2019) e Gomes (2019), que abordam o estudo de clima local da cidade do Recife-PE; e iii) fácil aplicação, suprindo os objetivos da pesquisa, que utiliza da análise de duas variáveis meteorológicas (temperatura e umidade do ar).

No entanto, algumas adaptações foram necessárias frente à realidade climática em que originalmente foi pautada (Ayoade, 1986), visto que o índice de desconforto (ID) elaborado por Giles *et al.* (1990) foi aplicado em características climáticas estadunidenses, que são diferentes da realidade do clima Tropical litorâneo do Nordeste oriental pernambucano (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007).

Desse modo, foram utilizados os limiares do índice de desconforto (ID) proposto por Silva e Souza (2017) para condições climáticas em regiões Tropicais, considerando apenas três classes (Desconforto para o frio, conforto e desconforto para o calor) dentre as seis propostas, visando atender aos dados levantados pela presente dissertação (Tabela 1).

Tabela 1 - Limiares do Índice de desconforto (ID) térmico humano

ID (°C)	Condição
$\leq 18,9^{\circ}\text{C}$ ID	Desconforto para o frio
$18,9^{\circ}\text{C} \text{ ID} < X \leq 25,6^{\circ}\text{C} \text{ ID}$	Conforto
$>25,6^{\circ}\text{C} \text{ ID}$	Desconforto para o calor

Fonte: Silva e Souza (2017), organizada pelo autor (2024)

Os limiares utilizados por Silva e Souza (2017) foram aplicados e comprovados em seu trabalho realizado em Palmas- TO, no qual deparou-se com uma realidade semelhante às do Recife-PE.

## **4 BAIRRO DE SANTO AMARO: ASPECTOS GEO-HISTÓRICOS E CLIMÁTICOS**



#### 4.1 CONTEXTO HISTÓRICO E OCUPAÇÃO TERRITORIAL DO BAIRRO

O bairro Santo Amaro, localizado na cidade do Recife-PE, nasce em meio a aterramentos de manguezais e construções de mocambos<sup>1</sup>. Por muitas décadas foi utilizado como periferia central da cidade, apresentando poucas ocupações devido à falta de aparato urbano. Seu principal uso foi a implantação de cemitérios e ocupação da população carente.

O perímetro urbano da cidade do Recife resumia-se aos bairros do Recife Antigo, São José e Santo Antônio. Até a última década do século XIX, bairros como Santo Amaro e Boa Vista apresentavam urbanização espaçada, enquanto outros possuíam povoamentos rurais advindos das plantações de cana-de-açúcar. Na orla da cidade localizavam-se vilas de pescadores e cultivos de coco (Pontual, 2001).

A origem/adensamento populacional do bairro provém do êxodo rural. As primeiras habitações do bairro denominavam-se mocambos, moradias da população menos favorecida economicamente, subsistindo em barracos de madeira equilibradas sob áreas alagadiças, sofrendo com as cheias dos rios, falta de saneamento básico e infraestrutura habitacional (Figura 7).

Figura 7 - Mocambos em Santo Amaro



Fonte: Santos (2014)

A subsistência da população de Santo Amaro se deu pela carência econômica. Os habitantes viviam como “caranguejos”, envoltos em lama por toda a

<sup>1</sup> Tapera; tipo de casa, ou habitação, miserável e sem conforto; o agrupamento dessas casas (Aurélio, 2024)

redondeza. A ausência de saneamento básico e banheiros particulares obrigavam a população a fazer “pombos”, termo popular dado aos dejetos depositados em sacolas plásticas ou jornais e lançados em direção ao rio ou esgoto a céu aberto.

Ao final do século XIX e início do século XX, o bairro passou por um intenso processo de urbanização, com a abertura de novas ruas, a instalação de redes de água e esgoto, e construção de praças e jardins. Em 1932, 20% do perímetro constituía-se de água (Figura 8). Em períodos de cheia, os rios invadiam as casas, obrigando os moradores a buscarem abrigo em cidades próximas ou permanecerem com móveis e eletrodomésticos suspensos em tijolos.

Figura 8 - Bairro de Santo Amaro em formação

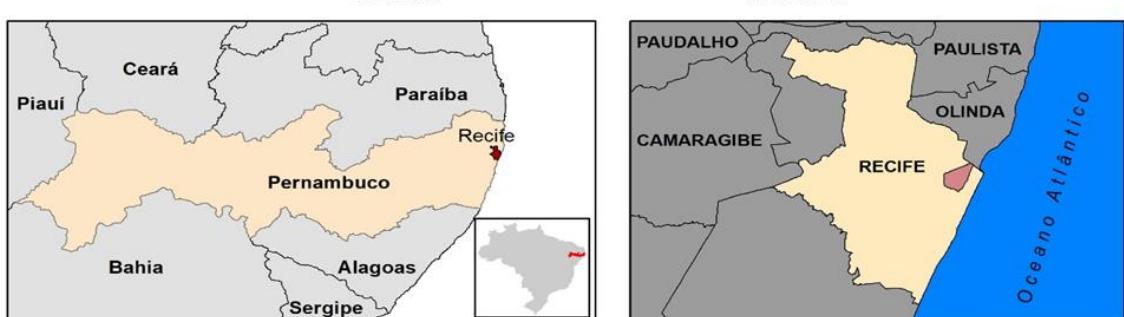


Fonte: Fundação Joaquim Nabuco (1932)

Entre os 93 bairros que compõem o Recife, Santo Amaro tinha a terceira maior área construída, com 1.018.061 m<sup>2</sup> em 1990, crescendo apenas 2,3% nos seis anos seguintes, ocupando a 23<sup>a</sup> posição, que seria ajustada entre 1997 e 2002, quando sua área construída cresceu 15,75%, tornando-se o 9º bairro com maior crescimento de área construída no período (Alves, 2009).

Atualmente, o bairro ocupa 380 hectares<sup>2</sup>, ou 3,8 km<sup>2</sup>, apresentando-se como o 13º maior bairro da cidade (Prefeitura do Recife, 2023), com população de 27.939 habitantes, divididos em 8.474 domicílios (IBGE-Censo, 2010). Faz limite com os bairros da Boa Vista, Soledade, Torreão, Campo Grande, Espinheiro, e com a cidade de Olinda, e liga-se bairro do Recife pela Ponte do Limoeiro (Mapa 2).

Mapa 2 - Configuração atual do bairro Santo Amaro e seus limites



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Do total da população, 35% está concentrada na Zona Especial de Interesse Social (Zeis) de Santo Amaro, que ocupa 11% desse território. O mesmo está entre

os 11 bairros que compõem a área político-administrativa 1 do Recife, e junto com o Bairro do Recife forma a microrregião político-administrativa 1.1.

Incluso na malha urbana da cidade do Recife, o bairro de Santo Amaro possui elementos citadinos como comércio, edifícios e vasta área de circulação veicular, a exemplo das avenidas Norte Miguel Arraes de Alencar, Cruz Cabugá e João de Barros, presentes desde a fundação do bairro, e a avenida Governador Agamenon Magalhães, implementada posteriormente.

Consequência de sua construção sobre manguezais, o bairro apresenta locais úmidos e presença de rios e afluentes, como exemplo o canal da Agamenon, afluente do rio Beberibe, e rio Capibaribe principal corpo d'água do bairro.

Os aglomerados e subaglomerados urbanos compõem o cenário do bairro e são demonstrados por Santana (2019) em sua dissertação de mestrado sobre o processo de formação do solo e estruturação espacial do bairro de Santo Amaro. Todas as instituições, equipamentos e centros de comunicações citados pela autora ainda se encontram com sede no bairro de Santo Amaro. Outras construções foram incorporadas, como edifícios de alto padrão construtivo financiados por construtoras como a Moura Dubeux e Pernambuco Construtor (Figura 9 A e B):

Figura 9 - Condomínios de alto padrão no bairro de Santo Amaro



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Desse modo, o bairro transformou-se, passando de ocupação apenas periférica, em grande maioria, para local de comércio, serviços e moradias de alto

padrão. A localização privilegiada do bairro, próxima ao Centro da cidade, favoreceu a transformação do uso e sua ocupação. Por apresentar o metro quadrado mais barato, em comparação a bairros como Boa Vista, Madalena e Recife Antigo, atraiu investimento das construtoras.

Na atualidade, o bairro apresenta alto valor agregado, com moradias ultrapassando 1 milhão de reais e áreas periféricas com habitações adensadas. No Mapa 2, ilustrado anteriormente, pode-se observar a nova configuração do bairro.

#### 4.2 SÍNTESE CLIMÁTICA DA CIDADE DO RECIFE

A cidade do Recife nasceu às margens de rios perenes, a exemplo do Capibaribe, Beberibe e Tejipió. A abundância pluviométrica presente na cidade é responsável pela manutenção hídrica desses rios, servindo como subsídio para o surgimento da área urbana (Andrade, 1986).

O aumento da população na cidade aconteceu quando os sertanejos, buscando escapar das graves secas presentes no Semiárido nordestino (NEB), migraram para a cidade do Recife durante o século XX, no entanto, por suas baixas condições financeiras, foram direcionados a ocupar os mocambos localizados em manguezais e áreas alagadas, soffrentes com as constantes cheias do Rio Capibaribe.

As secas são um fenômeno natural e recorrente no interior da NEB, assim como os eventos pluviométricos intensos/extremos também são recorrentes no litoral desta região, onde Recife se situa. A cidade do Recife, em particular, apresenta uma elevada frequência destes eventos. Enquanto a quantidade de mocambos aumentava exponencialmente no Recife, as enchentes registradas no Rio Capibaribe passaram a atingir um número cada vez maior de pessoas (Moreira, 2021, p. 37).

Desse modo, os impactos hidrometeorológicos foram de grande implicação durante o desenvolvimento da cidade, sendo perceptível de forma direta pela população e governantes, visto que causam mortes e alagamentos, diferente dos termodinâmicos, que impactam a população de forma mais lenta e gradativa. Registra-se, então, urbanização e adensamento populacional irregulares, sem planejamento, em conjunto com fatores climáticos não favoráveis a sua ocupação.

O crescente aglomerado urbano ficou registrado ao se comparar o ano de 1913, com 16.347 mocambos em Recife, com 1939, saltando para 45.581,

contabilizando 63,7% dos imóveis da cidade (Pontual, 2001). Atualmente a cidade é composta por 1.488.920 pessoas (IBGE-Censo, 2022).

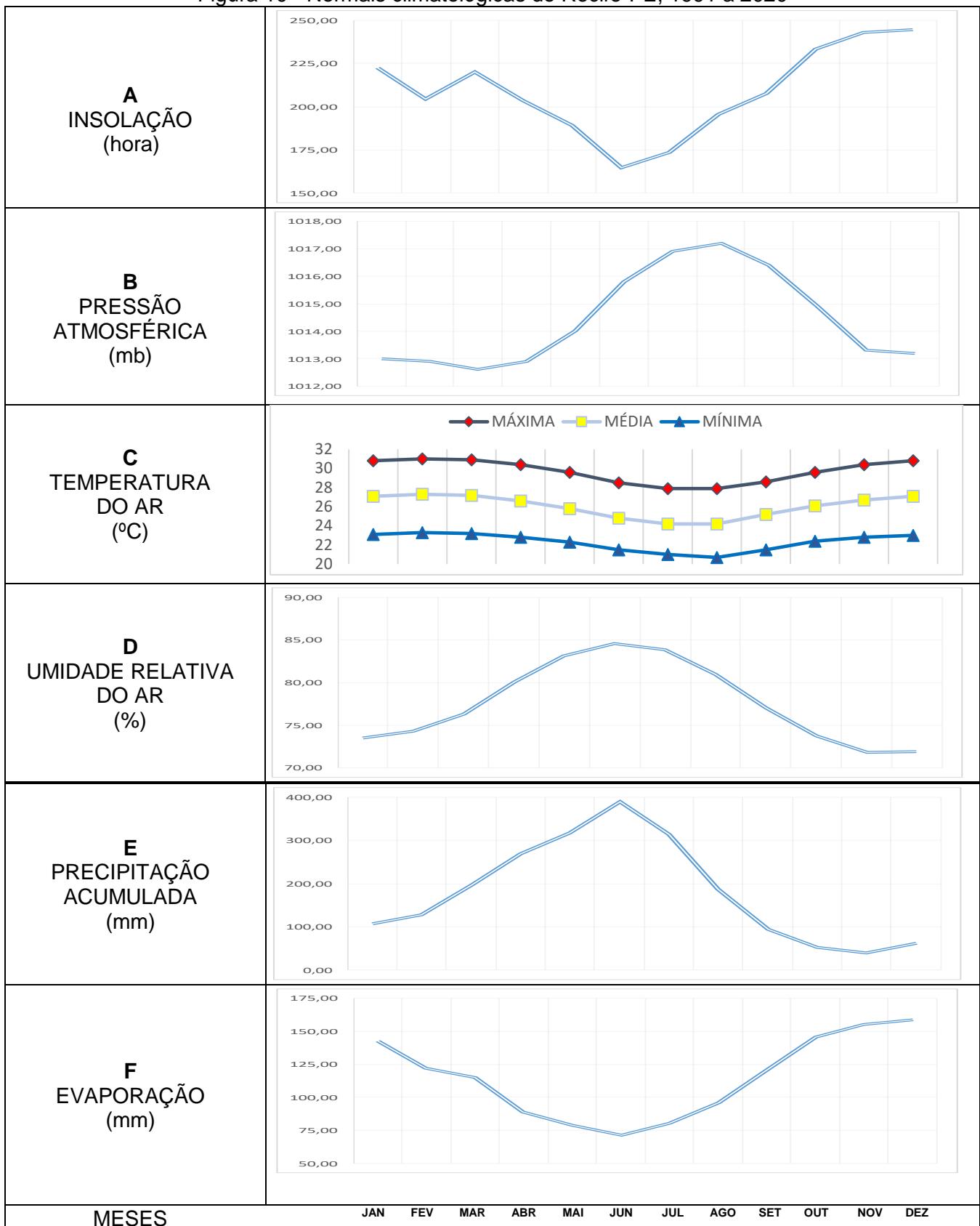
A cidade de Recife encontrando-se na faixa litorânea do estado de Pernambuco, no setor oriental da Região Nordeste do Brasil. Apresenta-se atualmente como a maior área urbana do estado, limítrofe das cidades de Olinda, Paulista, São Lourenço da Mata, Camaragibe, Cabo de Santo Agostinho e Jaboatão dos Guararapes e banhada a leste pelo oceano Atlântico, como ilustrado no Mapa 2, no item 4.1 deste capítulo.

Apresenta características climáticas sob influência de baixas altitudes e latitudes, atuação de sistemas atmosféricos advindos do oceano Atlântico, além de intensa urbanização, com presença de climas urbanos distintos em sua extensão territorial, com o macrotipo climático tropical litorâneo do Nordeste oriental e subtípico climático 3b (3 a 5 meses secos), com características de clima úmido e quente, diferenciando-se dos climas mais secos no interior da sua região (Mendonça; e Danni-Oliveira, 2007).

Registrado pelas altas temperaturas típicas dessa região, o Nordeste brasileiro apresenta cidades com temperaturas médias anuais, que variam entre 22,0°C e 30,0°C e com valores máximos que chegam aos 35,0°C. Recife apresenta temperaturas que variam entre mínima de 24,0°C e máxima de 32,9°C; com médias anuais de 29,9°C (Inmet, 2023).

A pluviosidade média é entre 600 mm/ano a 3.000 mm/ano e quadra chuvosa entre os meses de abril a julho, com picos de chuva durante o mês de maio (Molian; Bernardo, 2002). Os dados das normas climatológicas do Recife-PE dos anos 1991 - 2020 (Inmet, 2023) afirmam o quadrimestre chuvoso citado e informam sobre o quadrimestre seco entre os meses de outubro a janeiro, como ilustra a Figura 10.

Figura 10 - Normais climatológicas do Recife-PE, 1991 a 2020



Fonte: Estação Meteorológica Inmet Recife (Curado) - código 82900, 2023, organizada pelo autor (2024)

A cidade ainda recebe influência da massa de ar como: Massa Equatorial do Atlântico Sul (mEas) (Monteiro, 1968), caracterizada por:

Massa Equatorial do Atlântico Sul (mEas) apresentam-se como massa de ar quente e úmida formada no Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ASAS), atraída para o continente em virtude da diferença de pressão entre as superfícies continental e oceânica, atuando na porção extremo do Nordeste da América do Sul (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007, p. 85).

Em relação à temperatura e umidade relativa do ar, variáveis utilizadas na presente pesquisa, observa-se que os meses mais quentes são os de dezembro a março, com destaque para o mês de fevereiro, com máxima de 31°C, mês mais quente da cidade. Já os meses menos quentes são os de junho a setembro, com destaque para agosto, com 20,7°C, mês com menores temperaturas (Inmet, 2023).

Os meses de menor umidade relativa da cidade do Recife são os que compreendem o período de novembro a fevereiro, com o de novembro/dezembro com os menores valores de umidades relativas do ar. O quadrimestre mais úmido reserva-se aos meses de maio a agosto, destacando junho como o mais úmido, como já observado na Figura 10 (Inmet, 2023).

Desse modo, o mês de julho foi escolhido para realização do primeiro episódio para coleta de dados, por estar incluído entre os menos quentes e mais úmidos. O segundo episódio ocorreu durante o mês de fevereiro, mês mais quente e um dos menos úmidos da cidade do Recife.

Os dados de insolação da cidade demonstram que entre os meses de setembro a dezembro ocorre maior presença de radiação solar do Recife (Figura 10) e menor insolação durante os meses de maio a agosto, em alguns meses, concomitantemente aos meses mais chuvosos e menos quentes da cidade.

As maiores evaporações acontecem durante os meses de outubro e janeiro, enquanto as menores entre abril e julho, concomitantemente aos meses mais chuvosos da cidade (Figura 10).

Em relação à pressão atmosférica, seus maiores valores localizam-se entre os meses de junho a setembro, e seus menores entre janeiro e abril.

Além de todas essas características climáticas médias, o clima urbano do Recife sofre diversas interferências, como a sua localização geográfica, topografia e ação antrópica.

A urbanização acelerada e o intenso processo de verticalização da cidade contribuem para o fenômeno conhecido como "ilha de calor", onde as áreas urbanas apresentam temperaturas mais elevadas do que as áreas rurais circundantes. Isso se deve, em grande parte, à substituição de áreas verdes por construções de concreto e asfalto, que absorvem e retêm mais calor, conforme já apontaram as pesquisas realizadas por Moreira (2021) e Nóbrega *et al.* (2022).

Além disso, a falta de arborização e a presença de emissões de poluentes provenientes do intenso tráfego de veículos contribuem para a degradação da qualidade do ar na cidade. Esses fatores impactam diretamente na saúde da população, aumentando a incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares.

Diante desse cenário, tornam-se cada vez mais urgentes pesquisas, levantamentos climáticos e a implementação de políticas públicas que visem à mitigação dos efeitos do clima urbano na cidade do Recife. Medidas como ampliação de áreas verdes, incentivo ao uso de transportes públicos e sustentáveis, e a promoção de práticas de construção sustentável são essenciais para tornar a cidade mais resiliente aos impactos das mudanças climáticas.

Em suma, o clima urbano da cidade do Recife apresenta desafios significativos que demandam ações imediatas e efetivas por parte dos poderes públicos e da sociedade civil. A adoção de medidas sustentáveis é fundamental para promover a qualidade de vida da população e garantir um ambiente urbano mais saudável e equilibrado.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO



## 5.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO: bairro Santo Amaro

O bairro de Santo Amaro apresenta características de bairro central da cidade do Recife, inserido em contexto de expansão vertical e inserção de condomínios de alto padrão construtivo.

A chegada da verticalização transformou o espaço geográfico e modernizou a paisagem, aumentando o valor territorial. As ampliações e melhorias de serviços básicos valorizam o bairro, elevando o valor das habitações, em contrapartida, ampliando a segregação social.

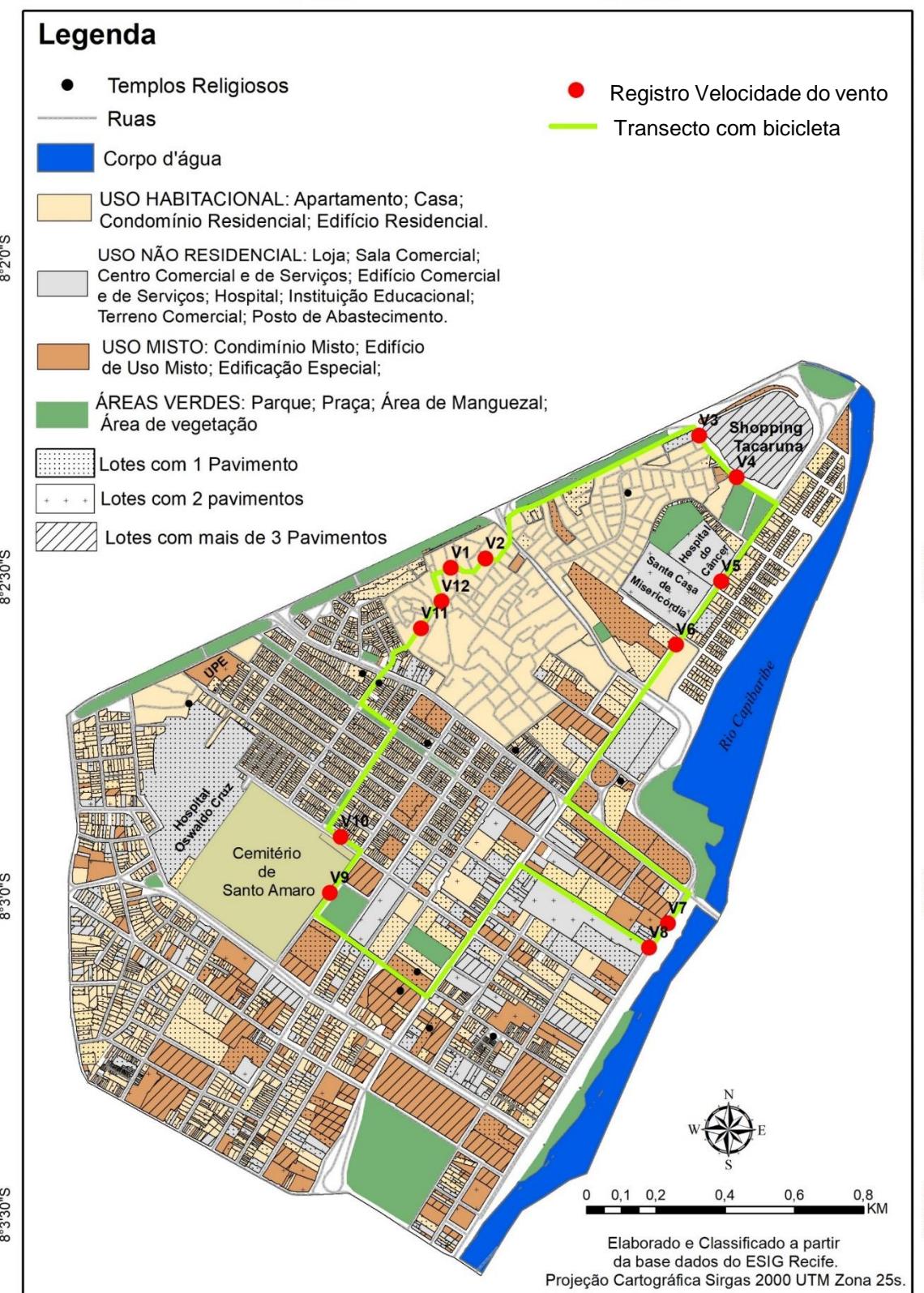
Atualmente, encontram-se diversos usos para o território de Santo Amaro: moradias simples e periféricas, prédios de alto valor aquisitivo, ultrapassando um milhão de reais, estabelecimentos comerciais, cemitérios, escolas, parques e praças.

Buscando ilustrar esse cenário diverso e conurbado, foi construído um mapa de uso e ocupação do solo (Mapa 3), ilustrado a seguir, registrando as centralidades e ocupações do bairro.

Mapa 3 - Uso e ocupação do solo de Santo Amaro

34°53'0"W

34°52'30"W



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os dados disponibilizados pela Prefeitura do Recife revelam informações, apenas, de áreas bem desenvolvidas do bairro, apresentando as localidades periféricas sem dados concretos (lotes, quarteirões, pavimentos e uso das habitações). Para obtenção dessas informações, se fez necessária a realização de trabalhos de campo, com a finalidade de atualizar as informações.

Após a confecção do mapa de uso e ocupação do solo do bairro, foi permitido comprovar a existência de dois **corpos d'água** presentes, sendo o Rio Capibaribe (Figura 11) o principal, atualmente com parte canalizada e assoreado pela ação citadina recifense; o segundo é o afluente do rio Beberibe – Canal da Agamenon. A presença do rio permite o florescer dos manguezais, uma das poucas áreas verdes resilientes do bairro.

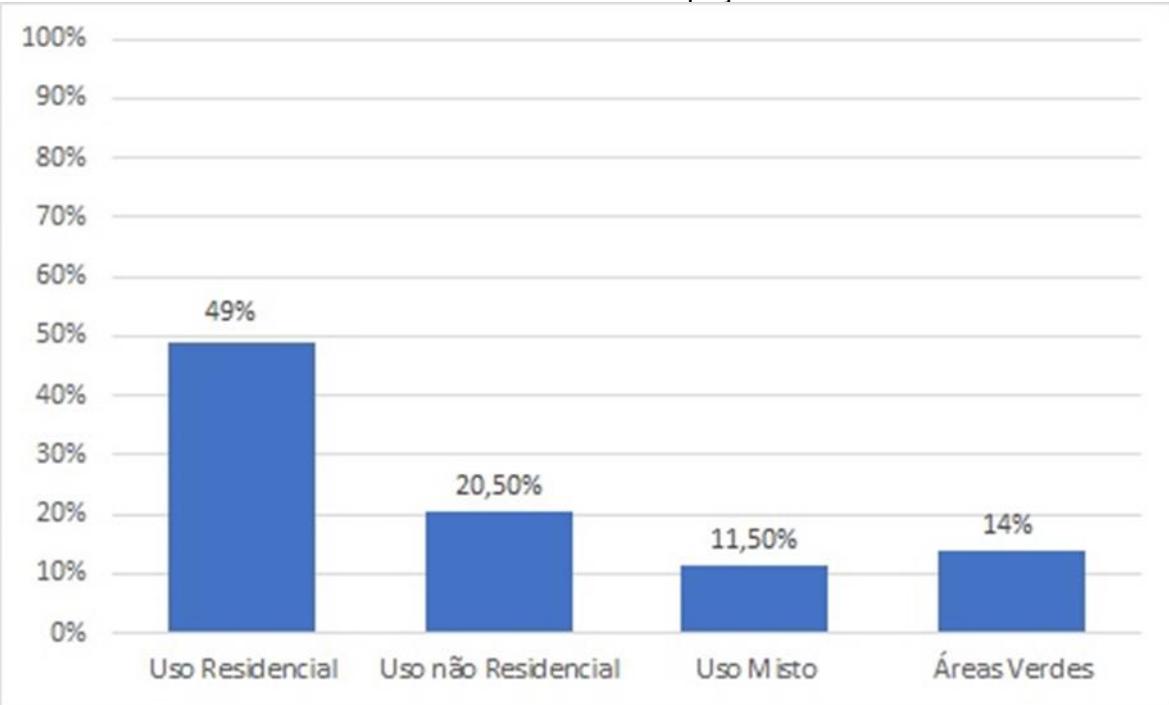
Figura 11 – Corpo d'água – Rio Capibaribe



Fonte: Google (2024)

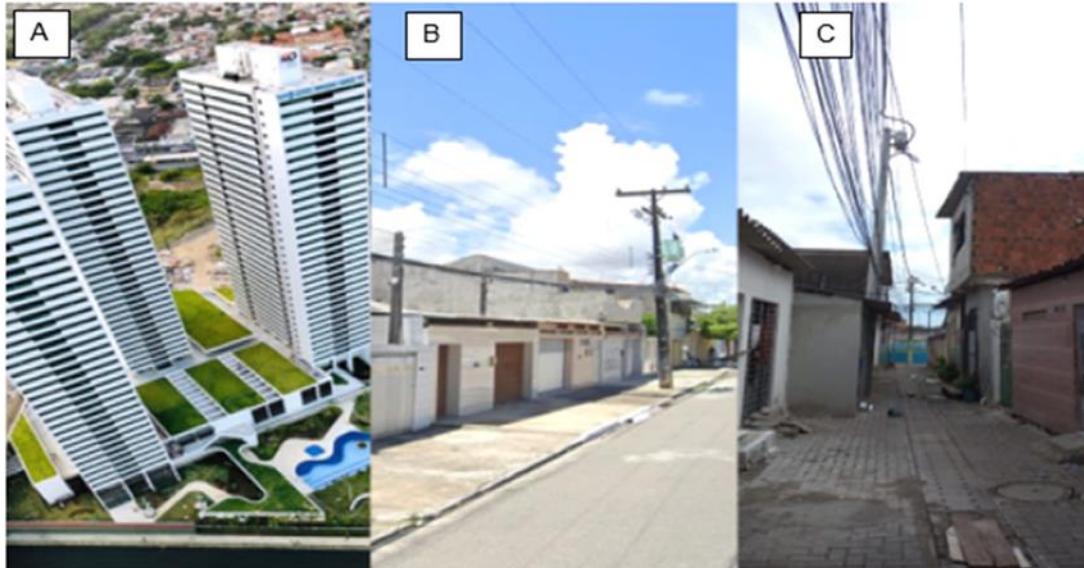
A ocupação do bairro, em grande parte, restringe-se ao **uso residencial** (49%), como ilustra o Gráfico 1 a seguir, partilhando dessas habitações os grandes empreendimentos condominiais (Figura 12A), áreas de economia intermediária, localizada próxima ao cemitério de Santo Amaro Figura 12B) e espaços periféricos (Figura 12C).

Gráfico 1 - Percentual de ocupação do solo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 12 - Uso residencial e contrastes habitacionais de Santo Amaro



Fonte: Elaborada pelo autor, com dados do Google (2004)

A localidade de economia intermediária é conhecida pelos moradores como “vila”, cuja ruas são espaçadas, com maior arborização, residências delimitadas por quarteirões, com presença de serviços como asfalto, canalização para encanamento, coleta de lixo e limpeza urbana prestada pela prefeitura do Recife. Nessa área acontecem os eventos festivos do bairro, como festa junina, carnaval e datas comemorativas promovidas por vereadores (Figura 13).

Figura 13 - Uso residencial: área econômica intermediária de ocupação populacional – “Vila de Santo Amaro”



Fonte: Google (2024)

Os espaços de **uso não residencial** ocupam 20,50 % do território (Gráfico 1, página 56), reservando-se ao comércio, serviços, hospitais e unidades educacionais (Mapa 3, página 54), com destaque para hospitais de suma importância para a população recifense, como: Hospital de Câncer de Pernambuco (Figura 14A), Hospital Universitário Oswaldo Cruz – UPE (Figura 14B) e a Santa Casa de Misericórdia (Figura 14C), que acolhem e tratam de centenas de pessoas da Região Metropolitana do Recife e interior do estado de Pernambuco. A Escola de Referência em Ensino Médio Ginásio Pernambucano – Rua da Aurora (Figura 14D) e a Universidade de Pernambuco – UPE (Figura 14E) também estão inseridas no bairro, servindo como propulsor de capacitação escolar e universitária para jovens e adultos. Relacionado ao comércio destaca-se o Shopping Tacaruna (Figura 14F), centro comercial atrativo para consumidores de diversas localidades.

Figura 14 – Uso não residencial do bairro de Santo Amaro



Fonte: Elaborada pelo autor, com dados do Google (202)

Com foco na ciência climática encontra-se a APAC – Agência Pernambucana de águas e clima (Figura 15).

Figura 15 - Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac)



Fonte: Google e Autor

O **uso misto** abrange 11,50% do bairro (Gráfico 1, página 56), acolhendo espaços como redes de telecomunicação: TV Universitária (Figura 16A), Sede da Rede Globo Nordeste (Figura 16B), Jornal do Comércio (Figura 16C), Opinião – Sistema de comunicação/TV Clube/ TV Guararapes (Figura 16D), e TV Jornal/SBT (Figura 16E), além de edifícios utilizados como moradias e comércio/serviços (Mapa 3, ilustrado na página 54).

Figura 16 – Uso misto do bairro de Santo Amaro



Fonte: Elaborada pelo autor, com dados do Google (202)

As **áreas verdes** sofreram processo de desmatamento acelerado após o século XX, com a reorganização urbana do bairro, retirada dos mocambos e inserção das moradias de alvenaria, aumentando essa alteração com as pavimentações, inclusão de edifícios com mais de três pavimentos e elevação do valor agregado ao solo, ocupando 14% do bairro atualmente (Gráfico 1, página 56). Os espaços que remontam essas áreas restringem-se às praças, parques, cemitérios e terrenos abandonados (Mapa 3/Figura 17).

No mapa de uso e ocupação do solo de Santo Amaro (Mapa 3, página 54), foram registrados os transectos realizados com auxílio de uma bicicleta para coleta de temperatura, umidade relativa do ar e os pontos de coleta da velocidade do vento em todo o percurso, identificados por V1 ao V12.

Figura 17 - Áreas verdes



Fonte: Elaborada pelo autor, com dados do Google (2024)

## 5.2 ANALISE DAS VARIÁVEIS: período chuvoso e úmido

Durante os dias 21/07/23 a 24/07/23 foram realizados os primeiros episódios de campo para coleta da temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no bairro Santo Amaro, utilizando transectos móveis em bicicleta.

Os transectos foram definidos baseando-se no mapa de uso e ocupação do solo, com o intuito de analisar as variáveis climáticas em distintas localidades do bairro.

As imagens presentes na Figura 18, apresentada adiante, ilustram as principais características do bairro. Vale salientar que os pontos identificados em V1 a V12 são locais de coleta da velocidade do vento, mas descrevem bem todo o percurso do transecto, sendo então, utilizados como pontos de referência durante as descrições. São eles: maior adensamento populacional e residencial com um pavimento (Figura 18 – V1, V2, V11 e V12); área com solo asfaltado, densa construção com mais de 3 pavimentos – Shopping Tacaruna, e pouca arborização (Figura 18 – V3 e V4 ); área com circulação veicular constante e solo asfaltado - Avenida Cruz

Cabugá (Figura 18 – V5 e V6); influência fluvial do Rio Capibaribe (Figura 18 V7 e V8); influência arbórea – Cemitério de Santo Amaro (Figura 18 V9 e V10).

As coletas aconteceram nos horários das 09h, 15h e 21h, buscando levantar dados em períodos de elevação da temperatura, maior aquecimento e resfriamento do ar respectivamente (WMO, 2014), de todo um dia no bairro.

Os dias escolhidos foram sexta-feira, sábado, domingo e segunda-feira, com o intuito de verificar as ocorrências ou alterações nas temperaturas, umidade relativa do ar e velocidade do vento presentes no bairro, entre os dias da semana e final de semana, para posterior aplicação e verificação do conforto térmico ao calor.

Figura 18 – Descrição ilustrativa do transectos, com os pontos amostrais da coleta dos ventos

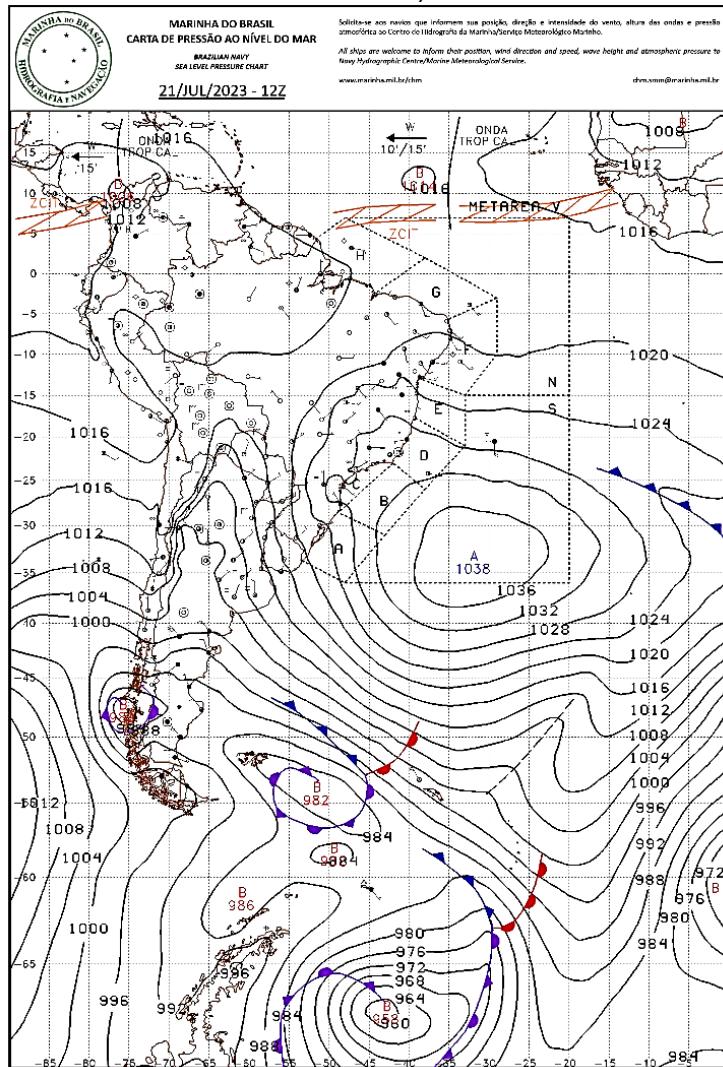


Fonte: Elaborada pelo autor, com dados do Google (2024)

### **5.2.1 Análise do episódio de campo 1: 21/07/2023**

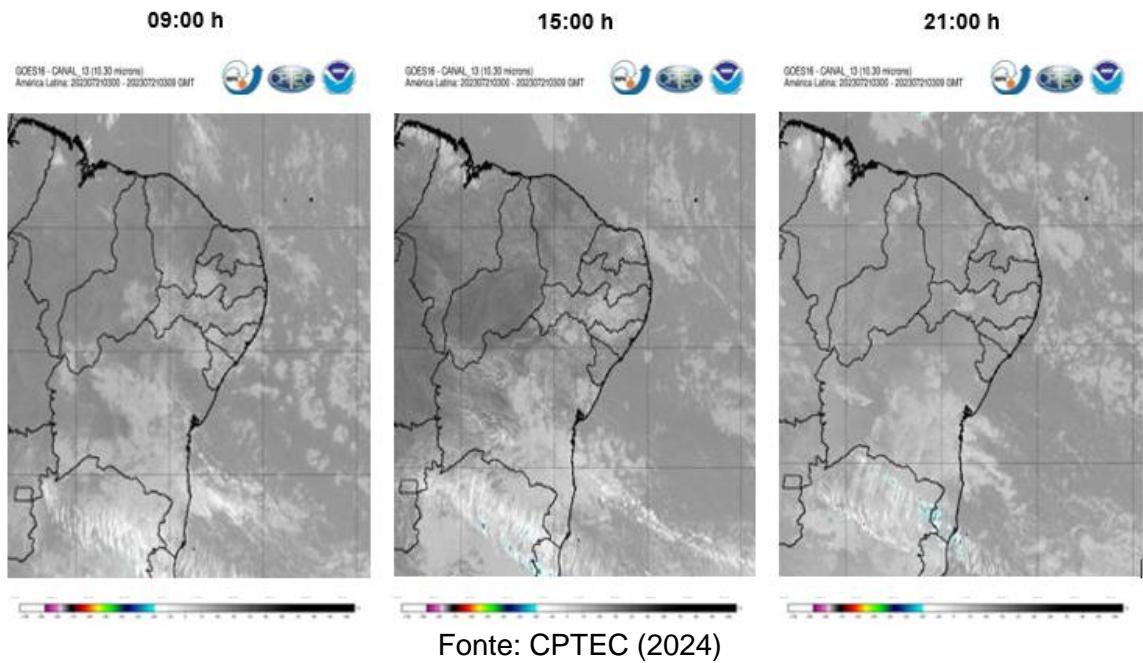
No episódio 1, as condições da atmosfera apresentavam-se favoráveis para a aplicação dos transectos. Massas de ar de forte relevância para o Nordeste brasileiro, em especial para a cidade do Recife-PE e bairro de Santo Amaro estavam atuando, a exemplo da Massa Equatorial Atlântica (mEa) presente na inflexão da isóbara. Assim como as Ondas de leste (Figura 19), as condições da atmosfera apresentaram ausência de nuvens e boas condições, consequência da mEa, que, apesar de trazer umidade oceânica, não formou nuvens carregadas, e, como observado nas imagens de satélite, apenas nuvens baixas estavam presentes durante o experimento (Figura 20).

Figura 19 - Características regionais da atmosfera – Período chuvoso e úmido (21 de julho de 2023)



Fonte: Marinha do Brasil (2024)

Figura 20 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 21 de julho de 2023



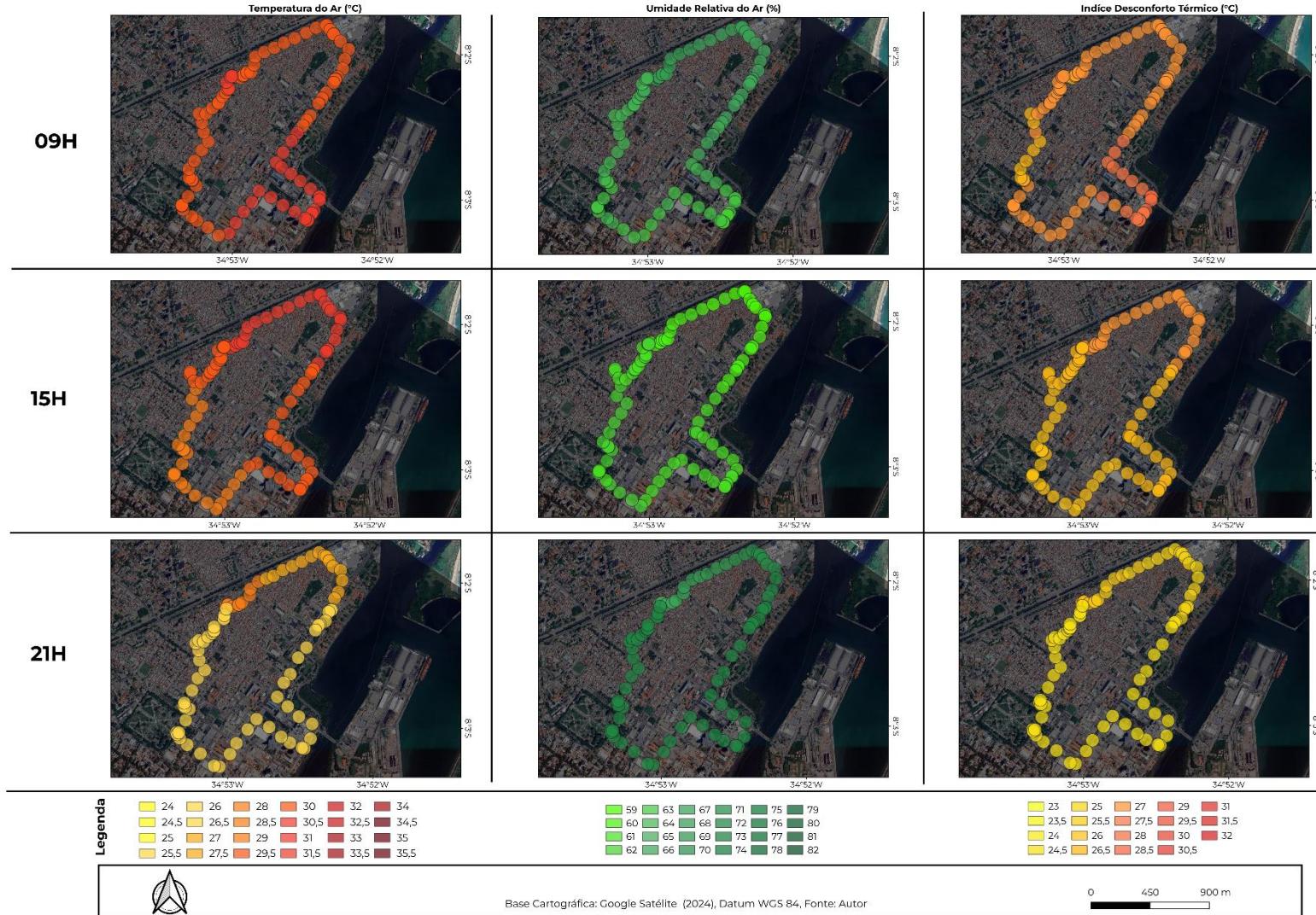
Fonte: CPTEC (2024)

#### 5.2.1.1 Transecto da manhã

A coleta de dados iniciou às 9h, com duração de 50 minutos. Verificaram-se as maiores temperaturas nas localidades próximas à Avenida Norte, com máxima de 31,5°C (Figura 21, ilustrada mais adiante, na página 65). Essa área é característica de vasto asfalto, pouca vegetação e fluxo constante de veículos, entre os pontos V6 e V7 (Figura 18, página 62). Já a mínima foi registrada em área periférica do bairro, registrando 29°C (Figura 21, página 65), localidade que marca o início do transecto e caracteriza-se por aglomerado residencial, solo asfaltado e sem vegetação, ilustrado no V1 (Figura 18, página 62).

A umidade relativa do ar registrou máxima de 70,7% (Figura 21, página 65), em área periférica do bairro, Ponto V1 (Figura 18, página 62), mínima de 63% (Figura 21, página 65), na rua da Aurora (V7 e V8 – Figura 18, página 62), área de forte influência fluvial advinda do Rio Capibaribe e ampla verticalização.

Figura 21 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 1 (21/07/2023)



Fonte: Autor (2024)

Em relação ao ID, todos os valores coletados no transecto foram classificados na categoria de desconforto térmico ao calor durante as 09h (Figura 21, página 65), registrando máxima de 28,1°C na Av. Norte e adjacências. Nesse setor, foram registradas as maiores temperaturas do episódio.

Os pontos V6 e V7 (Figura 18/Tabela 2), os quais apresentaram maiores temperaturas, marcaram velocidade do vento de 6.4 km e 10 km (Tabela 2), respectivamente, podendo minimizar os valores do ID ao calor. No entanto, com a alta umidade relativa, esse desconforto é agravado, enquanto no V1 (Figura 18, página 62), no qual, foi registrado a mínima de temperatura o ID pode ser percebido com maior intensidade em razão da ausência de brisas (Tabela 2).

Tabela 2 - Velocidade do vento (km/h) no dia 21 de julho de 2023

Identificação dos Pontos	Data		
	21/jul		
	9h	15h	21h
V1	0.0 C	0.0 C	5.0 ↗
V2	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V3	3.6 ↙	5.4 ↙	5.4 ↙
V4	7.2 ↙	11.8 ↙	7.2 ↙
V5	2.1 ↘	7.9 ↘	0.0 C
V6	6.4 ↗	4.6 ↗	0.0 C
V7	10.0 ↗	3.6 ↗	4.3 ↗
V8	6.1 ↗	7.2 ↗	9.3 ↗
V9	9.7 ↗	0.0 C	1.0 ↗
V10	7.5 ↙	3.6 ↙	0.7 ↙
V11	0.0 C	1.4 ↗	0.0 C
V12	0.0 C	0.0 C	0.0 C
Direção:	↗ Sudoeste ↙ Nordeste		
	↖ Sudeste ↘ Noroeste		
C = Calmaria			

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

### 5.2.1.2 Transecto da tarde

Os dados foram coletados das 15h às 16h, obtendo as maiores temperaturas no início do transecto, registrando 31,4°C (Figura 21, página 65) em área periférica e aglomerado residencial, sem presença de vegetação (V1-Figura 18, página 62). A mínima registrada foi de 29,3°C (Figura 21, página 65) nas redondezas do Cemitério de Santo Amaro (V9 e V10 – Figura 18, página 62), área marcada por intensa arborização, solo asfaltado e ruas largas.

Os dados obtidos da umidade relativa do ar registraram máximos de 65,4% (Figura 21, página 65) no ponto final do transecto (V1 – Figura 18, página 62), consequentemente a mesma localidade do ponto inicial, visto que o transecto inicia e finaliza na mesma localidade. Essa área periférica tem como característica o aglomerado residencial e solo asfaltado. Já a mínima registrada foi próxima ao Shopping Tacaruna, com 59,5% (Figura 21, página 65, / V3 e V4 – Figura 18, página 62), característica de verticalização à esquerda, consequência do shopping, e periferia à direita; solo asfaltado e poucas árvores presentes.

O ID foi verificado como desconfortável para o calor para todo o transecto com maiores índices registrando 28°C (Figura 21, página 65), em área periférica, assim como as maiores temperaturas.

A velocidade do vento não influenciou de forma direta no efeito de amenização das taxas do ID em pontos como o V1 (Tabela 2, página 66), o qual registrou calmaria, mas minimizou os efeitos do ID nos pontos entre o V3 e V4 (Tabela 2, página 66), registrando 5.4 km e 11.8 km. Nessa localidade encontra-se a canalização dos ventos de sudeste, em virtude da verticalização do shopping.

### 5.2.1.3 Transecto da noite

O transecto iniciou às 21h, com duração de 50 minutos. Obteve as maiores temperaturas em área periférica, no início do transecto, com 29,5°C (Figura 21, página 65 / V1 – Figura 18, página 62) e mínima de 26,3°C (Figura 21, página 65 / V12 – Figura 18, página 62) na localidade, revelando uma variação de temperatura de 3,2°C em um curto período de tempo.

Os dados obtidos da umidade relativa do ar foram com máxima de 71,6% (Figura 21, página 65) em áreas próximas ao Shopping Tacaruna (V3 e V4 – Figura

18, página 62) e mínima de 65,2% (Figura 21, página 65 / V2 – Figura 18, página 62) na periferia do bairro.

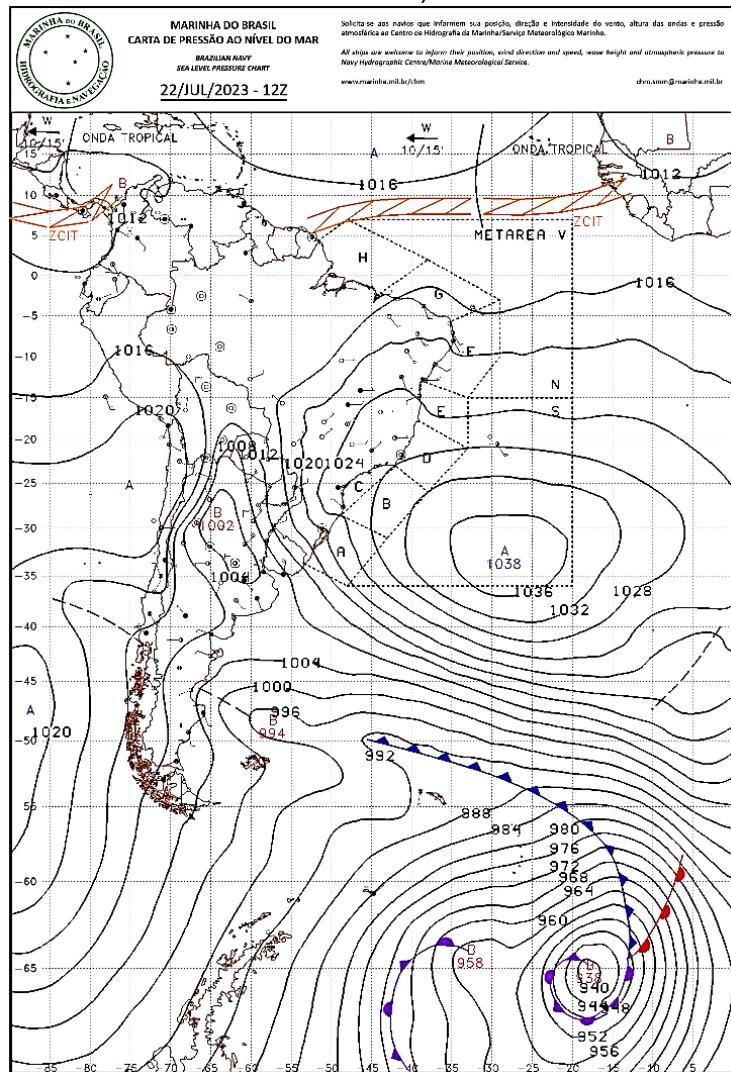
O desconforto térmico para o calor apresentou-se na área periférica do bairro apenas no início do transecto ( $26,7^{\circ}\text{C}$  – Figura 21), entre os aglomerados residenciais e solo asfaltado. Assim que o transecto chegou na proximidade da Av. Agamenon Magalhães o ID passou para confortável e permaneceu até a sua conclusão, registrando mínima de  $24,4^{\circ}\text{C}$  (Figura 21, página 65) no mesmo ponto anteriormente identificado como máxima, deixando evidente que as áreas periféricas, inicialmente desconfortáveis, apresentaram variação rápida.

A velocidade do vento influenciou no início do transecto, minimizando o ID com 5 km no V1 (Tabela 2, página 66), no entanto, não apresentou alteração durante o final do transecto, registrando calmaria para o ponto 12 (Tabela 2, página 66).

### **5.2.2 Análise do episódio de campo 2: 22/07/2023**

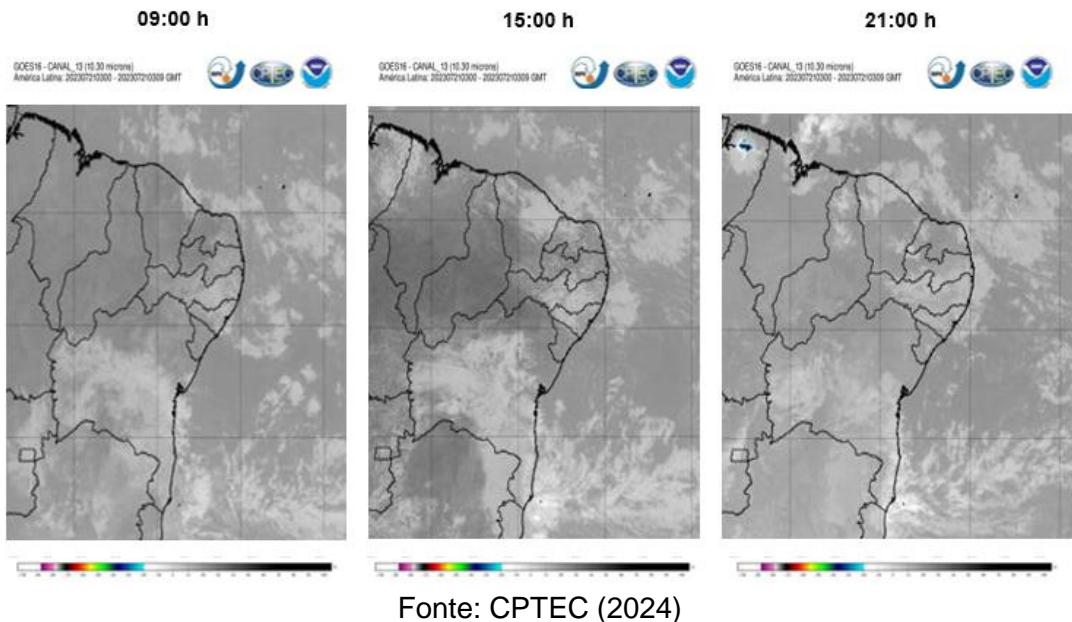
Durante o 2º episódio de campo, as condições atmosféricas apresentaram influência da mEa apresentando condições favoráveis para aplicação do trabalho de campo. Como observa-se nas Figuras 22 e 23, a área litorânea de Pernambuco apresenta-se com poucas nuvens favorecendo céu limpo e radiação solar, consequência da mEa. Durante todo o dia houve brisas e ausência de chuvas torrenciais.

Figura 22 - Características regionais da atmosfera – Período chuvoso e úmido (22 de julho de 2023)



Fonte: Marinha do Brasil (2024)

Figura 23 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 22 de julho de 2023



Fonte: CPTEC (2024)

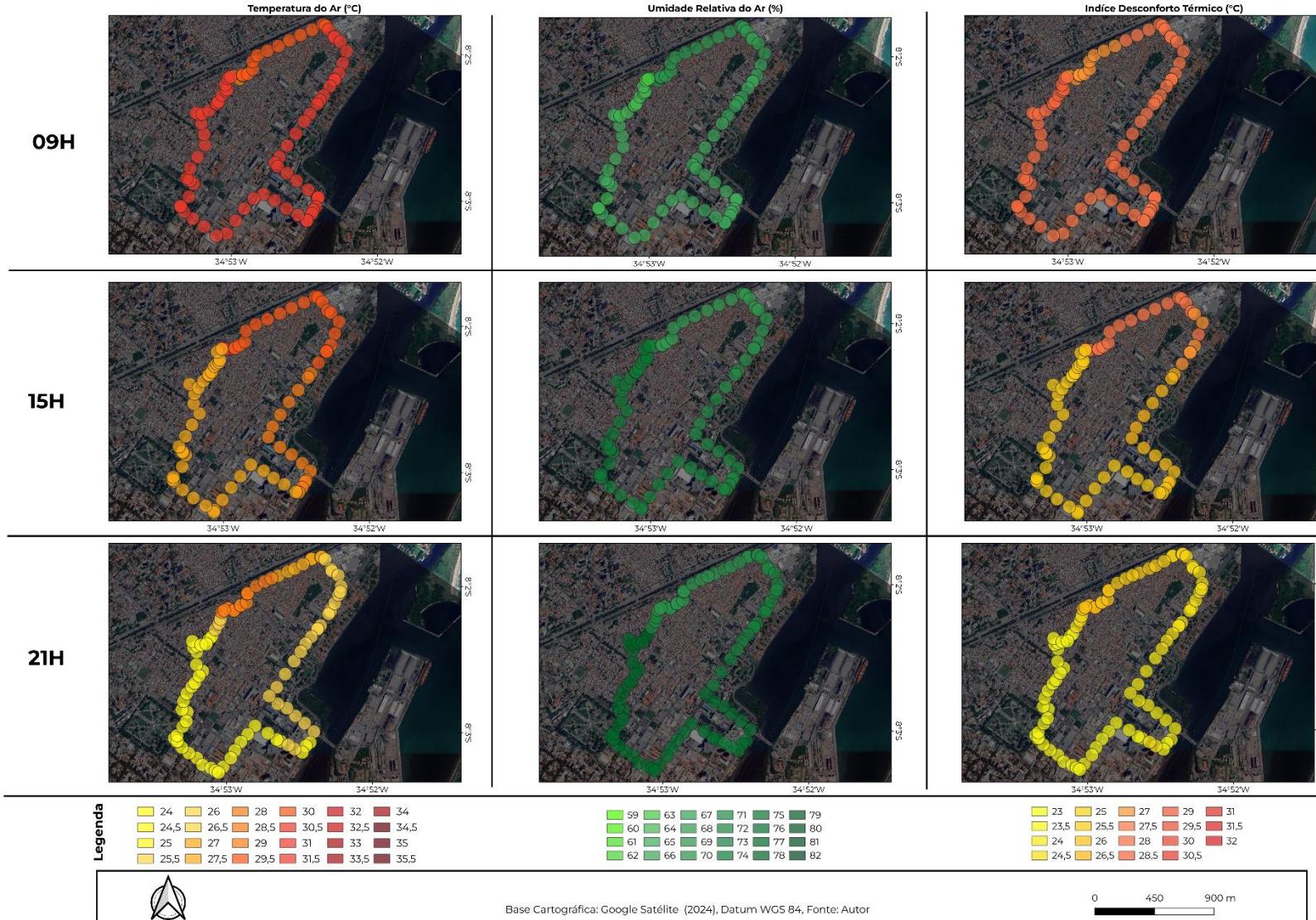
#### 5.2.2.1 Transecto da manhã

Os dados começaram a ser coletados às 09 horas, com duração de 50 minutos. As maiores temperaturas registradas foram 32°C na localidade V11 e V12 (Figura 18, página 62), periferia do bairro, caracterizada por ruas asfaltadas e estreitas, casas aglomeradas, com telhado de fibrocimento (Figura 18, página 62) e pouca circulação de brisas.

Em relação à umidade relativa do ar obtida, foram máximas de 72,3% no início do transecto (V1 – Figura 18, página 62), registrado por ruas estreitas, asfalto e sem vegetação. A mínima aferida foi de 63,9% (Figura 22) também em área periférica, ao final do transecto, apresentando as mesmas características que os pontos iniciais (V11 e V12 – Figura 16).

O desconforto térmico foi verificado durante todo o transecto, sempre superior a 26,8°C, chegando a 28°C (Figura 24, ilustrada a seguir), apresentando-se desconfortável para o calor com base no ID. A velocidade do vento durante todo o transecto foi de brisas leves, com maior velocidade presente no V4 (Tabela 3, ilustrada mais adiante), com brisas de sudeste registrando 8.2 km em razão da canalização provocada pelo shopping Tacaruna (V4 - Figura 18, página 62). Essas brisas chegam do oceano Atlântico e são canalizadas pelas construções do shopping.

Figura 24 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 2 (22/07/2023)



Fonte: Autor (2024)

### 5.2.2.2 Transecto da tarde

Os dados obtidos foram entre 15h e 15h47, com maiores temperaturas obtidas ao iniciar o transecto no V1 (Figura 18, página 62), aferindo 30,8°C e mínima entre os pontos V10 e V11 (Figura 18, página 62), com características de solo asfaltado, ruas largas e casas divididas em quadras, com presença de vegetação e circulação de brisas constantes.

A umidade relativa do ar registrada foi entre 68,2% e 76,6% (Figura 24, página 70), com menores temperaturas no ponto V2 (Figura 18, página 62) e maiores valores obtidos em V12 (Figura 18, página 62), ambas áreas periféricas, asfaltadas, ruas estreitas e casas aglomeradas.

Durante grande parte do transecto foram verificados desconforto térmico para o calor, com exceção das áreas entre os pontos V10 e V12, área de transição entre o Cemitério de Santo Amaro e a periferia do bairro. Essa localidade é marcada por ampla vegetação, ruas amplas e casas separadas por blocos, transitioningando para a periferia retratada por vielas, ausência de vegetação e aglomerado construtivo.

As maiores velocidades do vento foram marcadas nos pontos V4 e V5 (Tabela 3, ilustrada a seguir), com 9.7 km de sudeste e 11.1 km de noroeste; o V4 característico pela canalização dos ventos em virtude do shopping Tacaruna e o V5 registrado pela proximidade do oceano Atlântico e Av. Cruz Cabugá. As condições de brisas não influenciaram diretamente no ID durante a tarde, nesse transecto.

Tabela 3 – Velocidade do vento (Km/h) no dia 22 de julho de 2023

Identificação dos Pontos	Data		
	22/jul		
	9h	15h	21h
V1	3.6 ↙	3.6 ↙	0.0 C
V2	0.1 ↙	0.0 C	0.0 C
V3	3.2 ↙	4.3 ↙	0.0 C
V4	8.2 ↙	9.7 ↙	0.0 C
V5	3.9 ↘	11.1 ↘	1.0 ↗
V6	5.0 ↗	1.9 ↗	0.0 C
V7	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V8	2.1 ↗	4.3 ↗	0.0 C
V9	5.4 ↗	3.6 ↗	0.0 C
V10	5.7 ↙	3.2 ↙	0.0 C
V11	2.1 ↙	0.0 C	0.0 C
V12	0.0 C	0.0 C	0.0 C
Direção:	↗ Sudoeste	↖ Nordeste	
	↖ Sudeste	↘ Noroeste	
	C = Calmaria		

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

#### 5.2.2.3 Transecto da noite

O transecto noturno iniciou-se às 21h e finalizou-se às 21h45, registrado por temperaturas amenas, considerando o contexto climático do bairro, apresentando máxima apenas no início do transecto, com 29,1°C e decrescendo até 24,7°C (Figura 24, página 70) ao final do transecto.

A umidade relativa do ar apresentou-se sempre acima de 69,4%, demonstrando-se adequada para respiração humana, elevando-se durante o desenrolar do transecto, chegando a 82,3% (Figura 24, página 70) ao final das coletas.

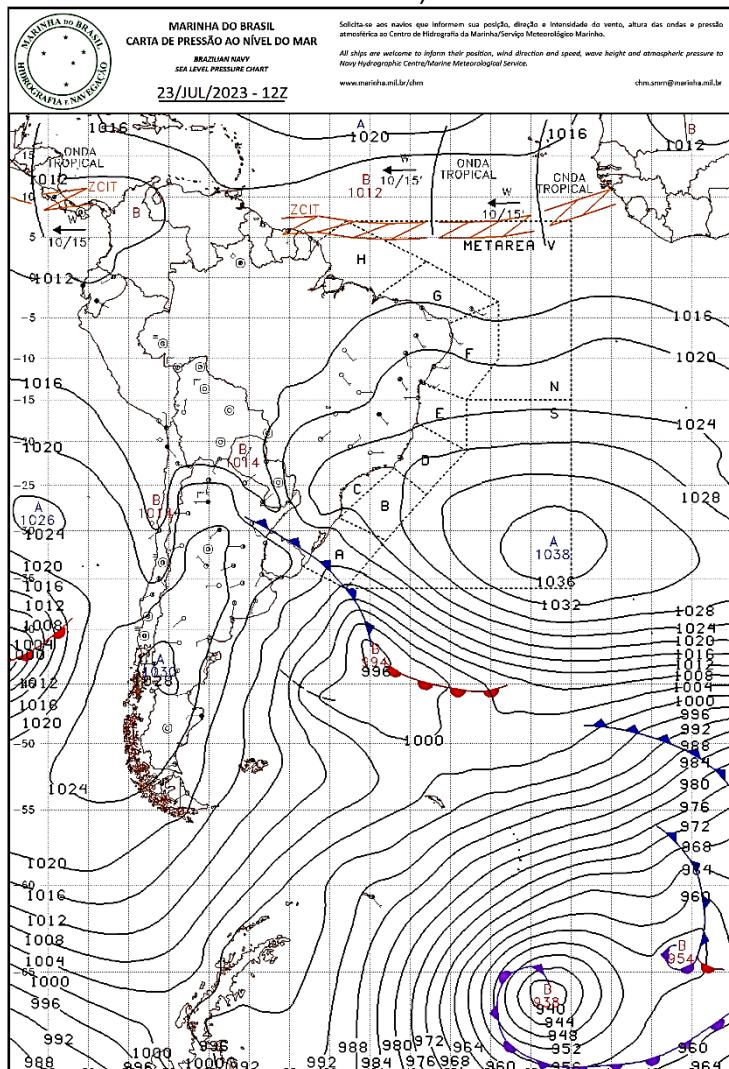
O ID apresentou-se desconfortável para o calor par o calor apenas entre os V1 e V4, da periferia até o Shopping Tacaruna, desse ponto em diante iniciou o conforto térmico e permaneceu até o final do transecto, demonstrando mais uma vez a área periférica do bairro suscetível à variação de ID, deixando perceptível à população essas mudanças no desconforto.

Durante todo o transecto obteve-se calmaria, não influenciando no ID, com exceção do V5 (Tabela 3, página 72), que registrou 1km sudoeste, pouco relevante para os levantamentos.

### 5.2.3 Análise do episódio de campo 3: 23/07/2023

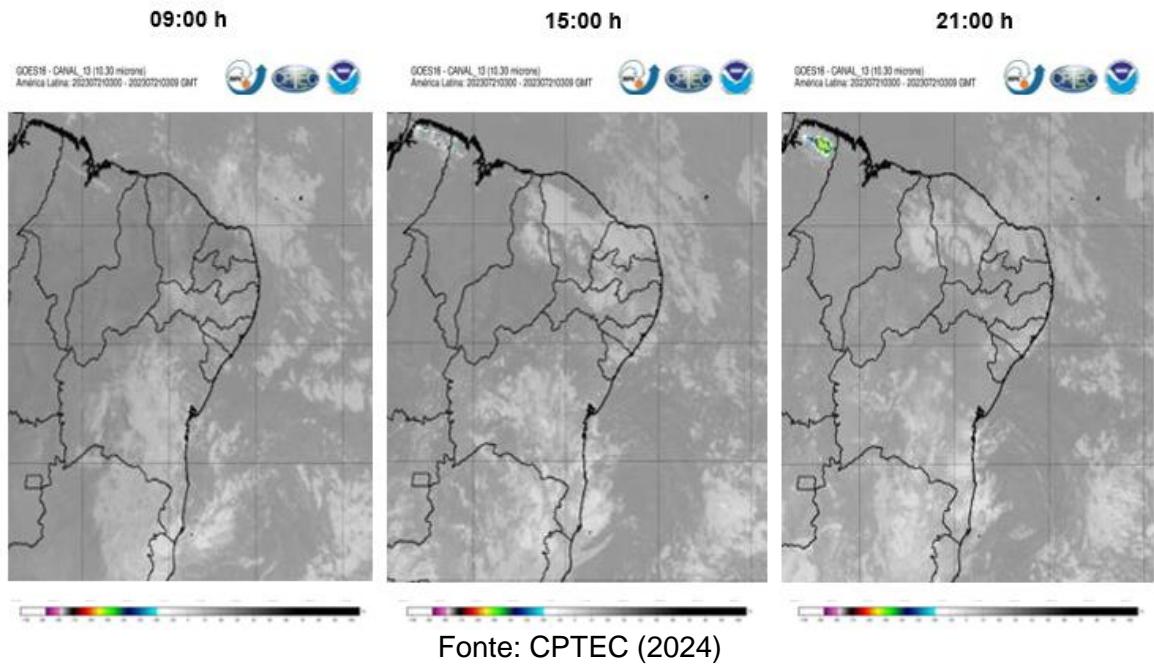
A Massa Equatorial Atlântica continuou atuando sobre a região durante o terceiro episódio de campo, trazendo umidade do oceano atlântico, no entanto, não influenciou para formação de nuvens de chuva (Figura 25). Nas imagens de satélite foram percebidas nuvens baixas (Figura 26, ilustrada adiante), permanecendo condições favoráveis para a coleta das variáveis.

Figura 25 - Características regionais da atmosfera – Período chuvoso e úmido (23 de julho de 2023)



Fonte: Marinha do Brasil (2024)

Figura 26 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 23 de julho de 2023

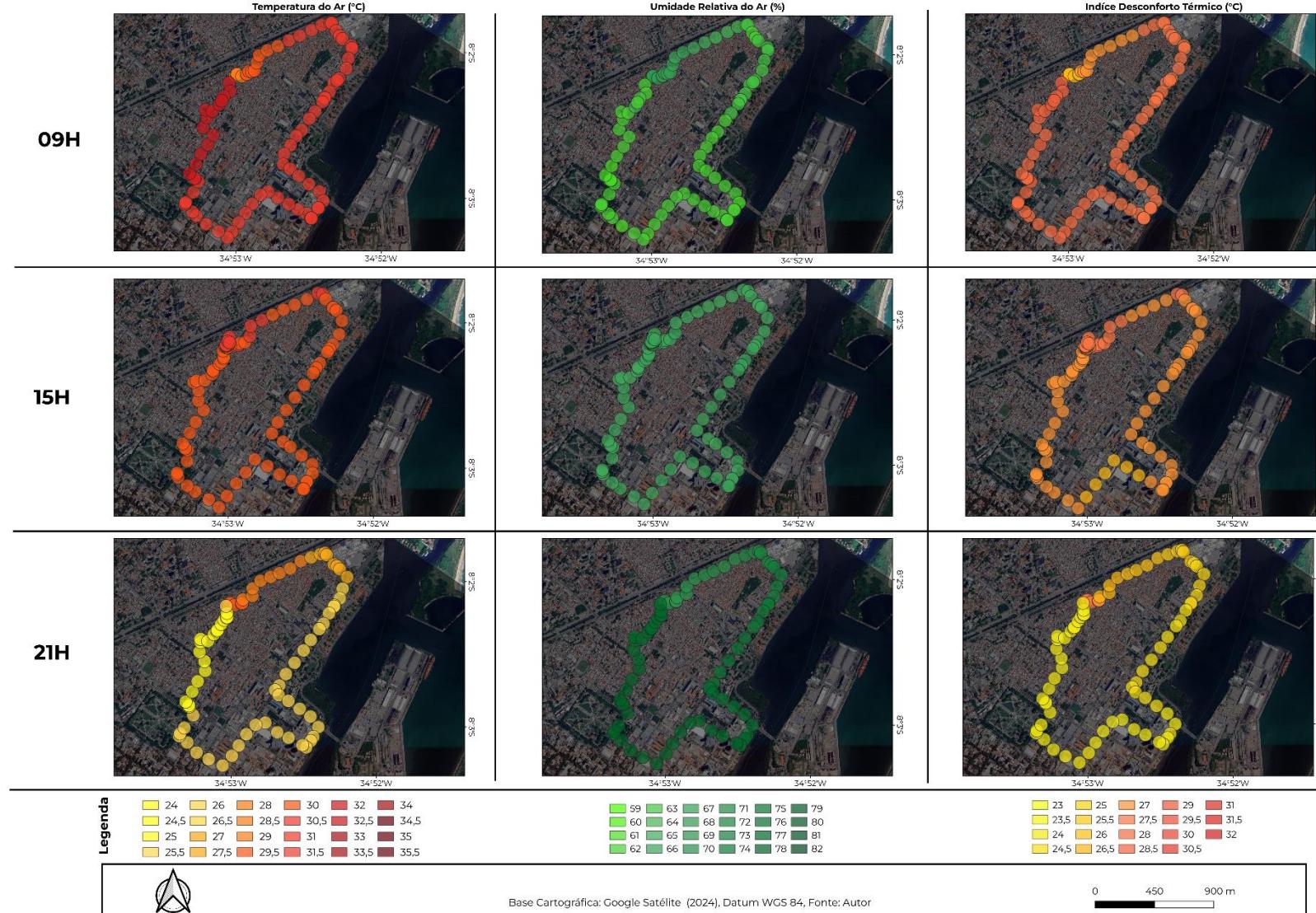


#### 5.2.3.1 Transecto da manhã

O transecto iniciou às 09h e finalizou às 09h47. Durante todo o percurso ocorreu incidência solar forte, registrando temperaturas entre 28,9°C e 32,3°C (Figura 27, ilustrada a seguir), ambas no trecho periférico do bairro. A menor temperatura foi aferida no V1 (Figura 18, página 62) no início do transecto e as maiores no V11, V12 e V1 (Figura 18, página 62) ao final do transecto.

A umidade relativa do ar foi registrada entre 61,6% e 71,1% (Figura 27), registrando porcentagens adequadas para a respiração populacional. O ponto de maior umidade registrado foi no V1 (Figura 18, página 62) ao iniciar a verificação, apresentando decréscimo durante o desenvolver do transecto.

Figura 27 – Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 3 (23/07/2023)



Fonte: Elaborada pelo autor

O ID mostrou desconforto durante todo o transecto, apresentando elevação no índice com o desenvolver das coletas, com seu pico em 28,8°C no ponto V12 (Figura 18, página 62 / Tabela 4, ilustrada a seguir), localidade com ausência de brisas, registrando calmaria (Tabela 4) verificada durante o episódio de campo.

Tabela 4 – Velocidade do vento (Km/h) no dia 23 de julho de 2023

Identificação dos Pontos	Data		
	23/jul		
	9h	15h	21h
V1	6.8 ↙	4.3 ↙	0.0 C
V2	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V3	11.5 ↙	6.8 ↙	0.0 C
V4	9.3 ↙	5.4 ↙	0.0 C
V5	6.4 ↘	6.4 ↘	0.0 C
V6	0.0 C	3.2 ↗	0.0 C
V7	2.8 ↗	6.4 ↗	2.5 ↗
V8	2.5 ↗	4.6 ↗	6.4 ↗
V9	3.2 ↗	3.2 ↗	0.0 C
V10	4.3 ↙	1.4 ↙	0.0 C
V11	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V12	0.0 C	0.0 C	0.0 C
Direção:	↗ Sudoeste ↙ Nordeste		
	↖ Sudeste ↘ Noroeste		
	C = Calmaria		

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

### 5.2.3.2 Transecto da tarde

Com duração das 15h às 15h52, o transecto obteve temperaturas que variaram de 29,7°C a 30,8°C (Figura 27, página 75), com amplitude térmica de 1,1°C; registrando esse horário como o pico de aquecimento para todo o dia (WMO, 2014).

As maiores temperaturas encontraram-se localizadas na periferia do bairro, tanto no início como no fim do transecto. Já as menores temperaturas restringiram-se

nas redondezas da rua da Aurora, com influência fluvial e brisas de 6.4 km/h sudeste (V7 – Tabela 4, página 76) e 4.6 Km/h sudeste (V8 - Tabela 4, página 76).

Todo o transecto apresentou-se desconfortável para o calor, com ID variando entre 27°C a 27,8°C (Figura 27, página 75). As localidades próximas à rua da Aurora apresentaram amenidades na percepção do ID, em virtude das brisas presentes, enquanto em todas as outras áreas do transecto o ID ficou evidente.

#### **5.2.3.3 Transecto da noite**

Iniciando às 21h e finalizando às 21h46, o transecto ocorreu dentro da normalidade, com temperaturas máximas chegando a 30,5°C e mínimas de 25,5°C (Figura 27, página 75). As temperaturas mostraram decréscimo durante o transecto, mostrando desconforto térmico ao calor apenas em áreas periféricas durante o início das coletas, em seguida alcançando ao conforto térmico, assim que chegou ao shopping Tacaruna (Figura 27, página 75).

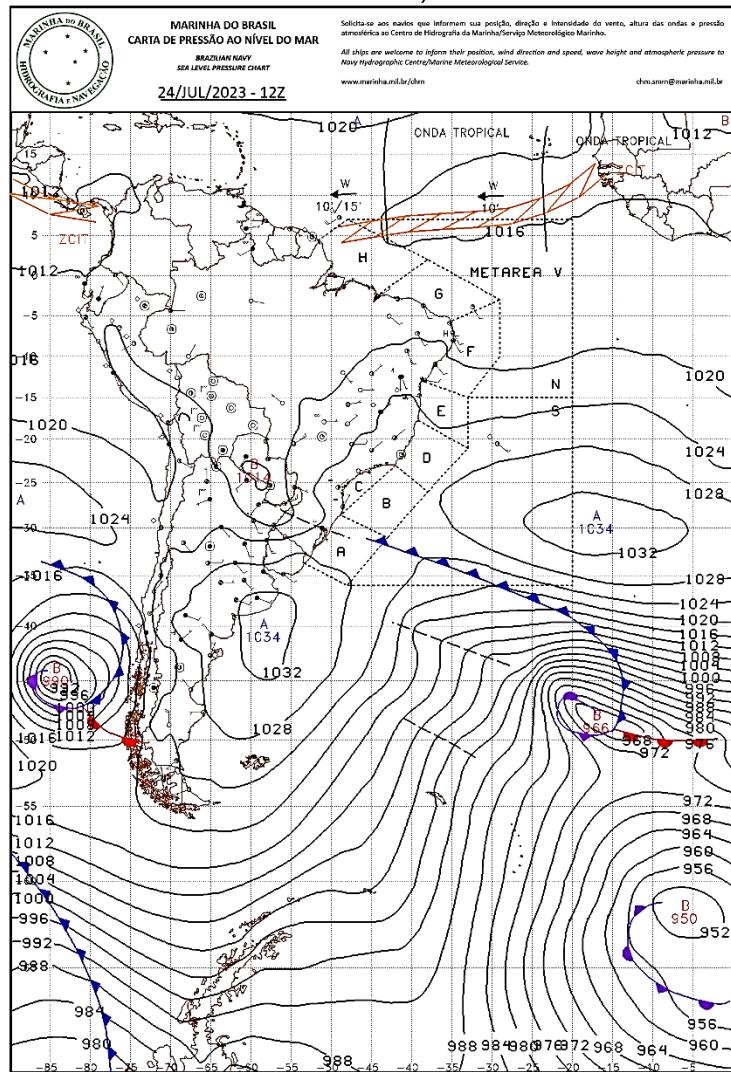
A umidade relativa do ar apresentou menor registro no V2 (Figura 18, página 62), viela periférica do bairro, com 69.4%, e maior elevação no V10 (Figura 18, página 62), próximo ao Cemitério de Santo Amaro, com ampla vegetação arbórea e ruas amplas, registrando 78.5% (Figura 27, página 75).

A velocidade do vento manteve-se em calmaria, exceto no V7 e V8 (Tabela 6), registrando 2.5 km/h e 6.4 km/h respectivamente. Essa área apresentou, mais uma vez, a influência fluvial e de brisas de sudoeste ampliando o conforto térmico populacional (Figura 25).

#### **5.2.4 Análise do episódio de campo 4: 24/07/2023**

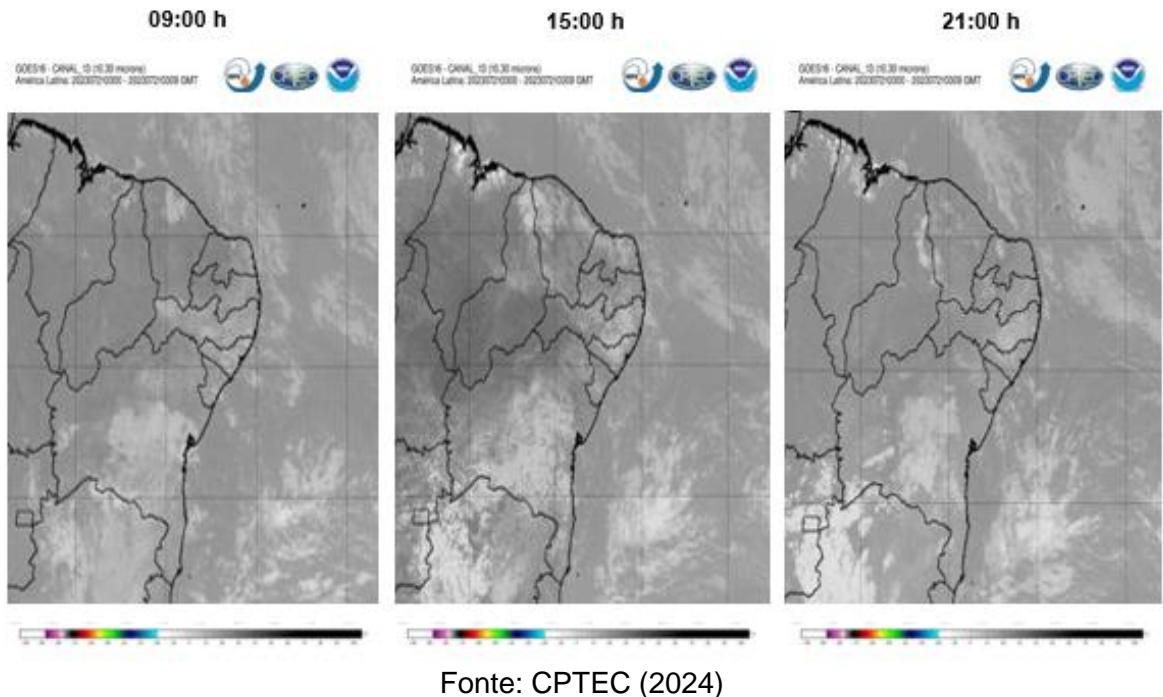
Durante todo o dia do quarto episódio de campo o tempo permaneceu firme, sem chuvas, brisas moderadas e sol forte. A mEa continuou atuando durante esse último episódio chuvoso e úmido (Figura 28, ilustrada a seguir). Ao se observarem as imagens de satélite, percebe-se a presença de nuvens baixas e ausência de nuvens carregadas (Figura 29 a seguir).

Figura 28 - Características regionais da atmosfera – Período chuvoso e úmido (24 de julho de 2023)



Fonte: Marinha do Brasil (2024)

Figura 29 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 24 de julho de 2023



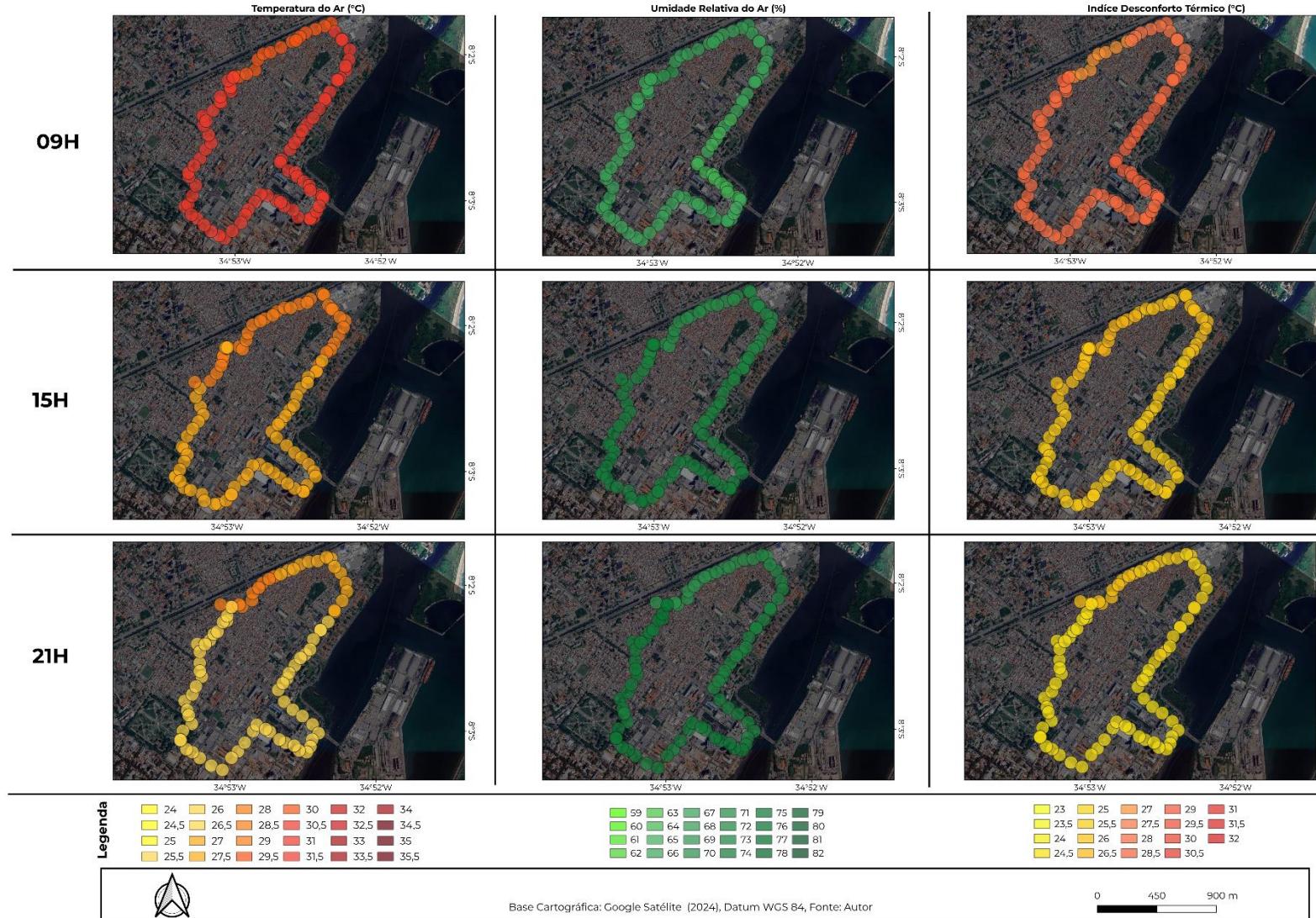
Fonte: CPTEC (2024)

#### 5.2.4.1 Transecto da manhã

O transecto durou das 09h às 09h54 horas. Os resultados de temperatura coincidiram, nos mesmos pontos, com a umidade relativa do ar, sendo a mínima de temperatura 29,2°C (Figura 30, ilustrada adiante) e a máxima de umidade relativa, com 72,1% (Figura 30) no ponto V1, registrando o início do transecto com características periféricas e aglomerado construtivo (V1 - Figura 18, página 62).

As máximas de temperatura foram registradas entre os pontos V6 e V7 (Figura 18, página 62), com 32°C e umidade relativa 64,6% (Figura 30). Essa localidade encontra-se em solo asfaltado, verticalização e pouca arborização, propiciando desconforto térmico ao calor, averiguado durante todo o transecto, mas com maior intensidade na área supracitada (Figura 30).

Figura 30 – Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 4 (24/07/2023)



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

As brisas presentes no bairro não apresentaram velocidades altas, apenas em área de canalização do vento, como o shopping Tacaruna, registrando 9 km/h (V3 - Tabela 5, a seguir). Desse modo, a influência mitigadora dos ventos não foi eficaz para com o ID.

Tabela 5 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 24 de julho de 2023

Identificação dos Pontos	Data		
	24/jul		
	9h	15h	21h
V1	2.8 ↗	0.0 C	0.0 C
V2	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V3	9.0 ↙	0.0 C	0.0 C
V4	5.0 ↙	3.9 ↙	6.1 ↙
V5	3.9 ↘	3.6 ↘	5.4 ↗
V6	2.5 ↗	5.0 ↗	3.6 ↗
V7	5.4 ↗	0.0 C	3.2 ↗
V8	7.2 ↗	3.2 ↗	6.4 ↗
V9	3.9 ↗	3.2 ↗	0.0 C
V10	2.5 ↙	0.0 C	2.1 ↙
V11	1.8 ↗	0.0 C	0.3 ↙
V12	0.0 C	0.0 C	0.0 C
Direção:	↗ Sudoeste ↙ Nordeste		
	↖ Sudeste ↘ Noroeste		
	C = Calmaria		

Fonte: Autor (2024)

#### 5.2.4.2 Transecto da tarde

O transecto ao entardecer registrou os horários das 15h às 15h48, apresentando temperaturas elevadas de 27,9°C (V1 – Figura 18, página 62 / Figura 30, página 80) a 29,3°C (V1 – Figura 18, página 62 / Figura 30, página 80), chamando a atenção, pois as menores temperaturas registradas ao iniciar o transecto foram

obtidas na mesma localidade em que se encontra o valor máximo de temperatura, ambas em área periférica do bairro de Santo Amaro.

A umidade relativa do ar variou entre 70,7% e 74,6%, enquanto todo o bairro encontrava-se em desconforto térmico para o calor (Figura 30, página 80).

A velocidade do vento pouco influenciou na percepção populacional com grandes áreas de calmaria.

#### 5.2.4.3 Transecto da noite

O transecto noturno durou 46 minutos, com início às 21 horas, apresentando temperaturas elevadas em áreas periféricas do bairro, mas com rápido decréscimo térmico de 28,9°C a 26,4°C (Figura 30, página 80).

Em relação à umidade relativa do ar, 69,6% a 76,7%, apresentando oscilações, mas caracterizando a área periférica do bairro como mais úmida durante as verificações.

O ID foi verificado como desconfortável para o calor apenas durante o início do transecto, passando para conforto e permanecendo após o Shopping Tacaruna (V3 – Figura 18, página 62 / Figura 30, página 80).

As brisas presentes no bairro foram de maior influência, chegando a 6.4 Km/h no V8 (Tabela 5, página 81 / V8 - Figura 18, página 62), oferecendo sensação de alívio térmico para a população do bairro, acostumada a altas temperaturas e desconforto térmico quase que constante.

### 5.3 ANALISE DAS VARIÁVEIS: período quente e seco

Entre os dias 09 e 12 de fevereiro de 2024 foram realizados os episódios de campo durante o período quente e seco na cidade do Recife, período esse que marca as maiores temperaturas e menores umidades relativas do ar, segundo as normas climatológicas. Assim como no período chuvoso e úmido, foram realizados transectos às 09h, 15h e 21h, para obtenção de variáveis climáticas (Temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento) para aplicação do ID.

Segue a descrição e análise do Índice de desconforto (ID), verificação de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento obtidos durante os episódios de campo. Salientamos que cada episódio de campo equivale a um dia

inteiro de coleta, ou seja, dados obtidos durante os três transectos diários (9h, 15h e 21h).

### 5.3.1 Análise do episódio de campo 5: 09/02/2024

Durante o quinto episódio de campo ocorreram chuvas torrenciais ocasionadas por um cavado (Figura 31, ilustrada abaixo), no qual foi necessário realizar um atraso na aplicação do transecto da manhã, iniciando-se às 10 horas, logo após as fortes chuvas. Observando imagens de satélites, consegue-se constatar inúmeras nuvens altas com variadas temperaturas em suas superfícies, ilustrando características chuvosas advindas desse cavado (Figura 32, ilustrada adiante).

Figura 31 - Características regionais da atmosfera – Período quente e seco (09 de fevereiro de 2024)

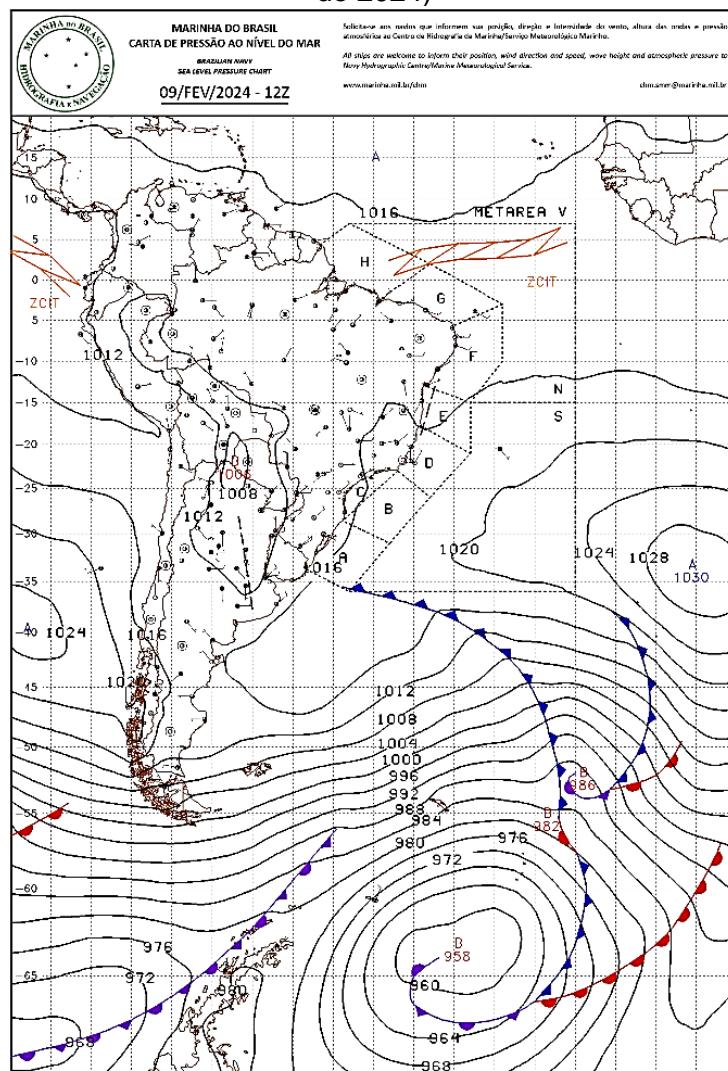
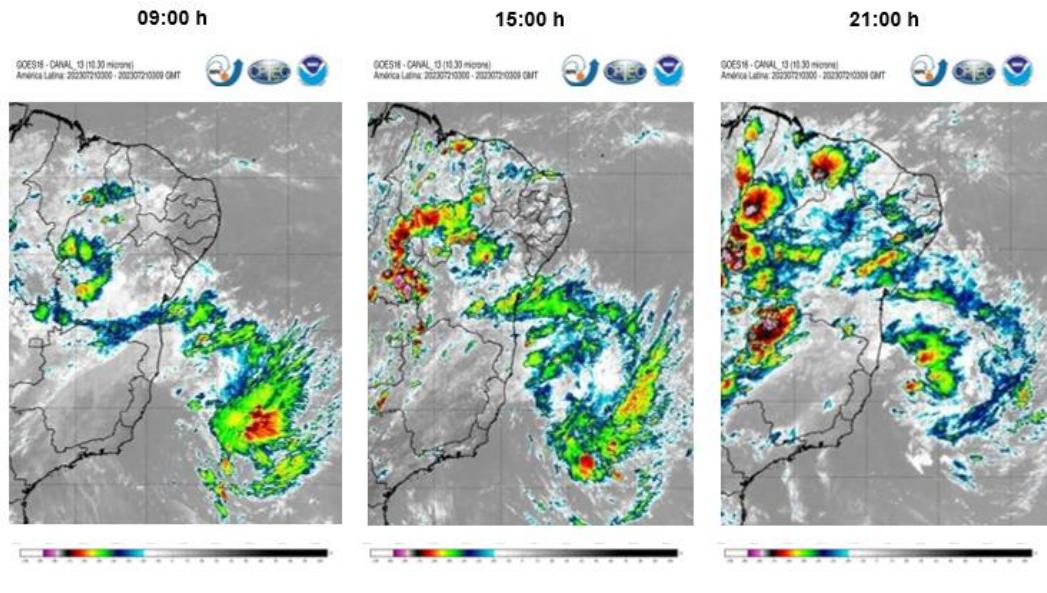


Figura 32 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 09 de fevereiro de 2024

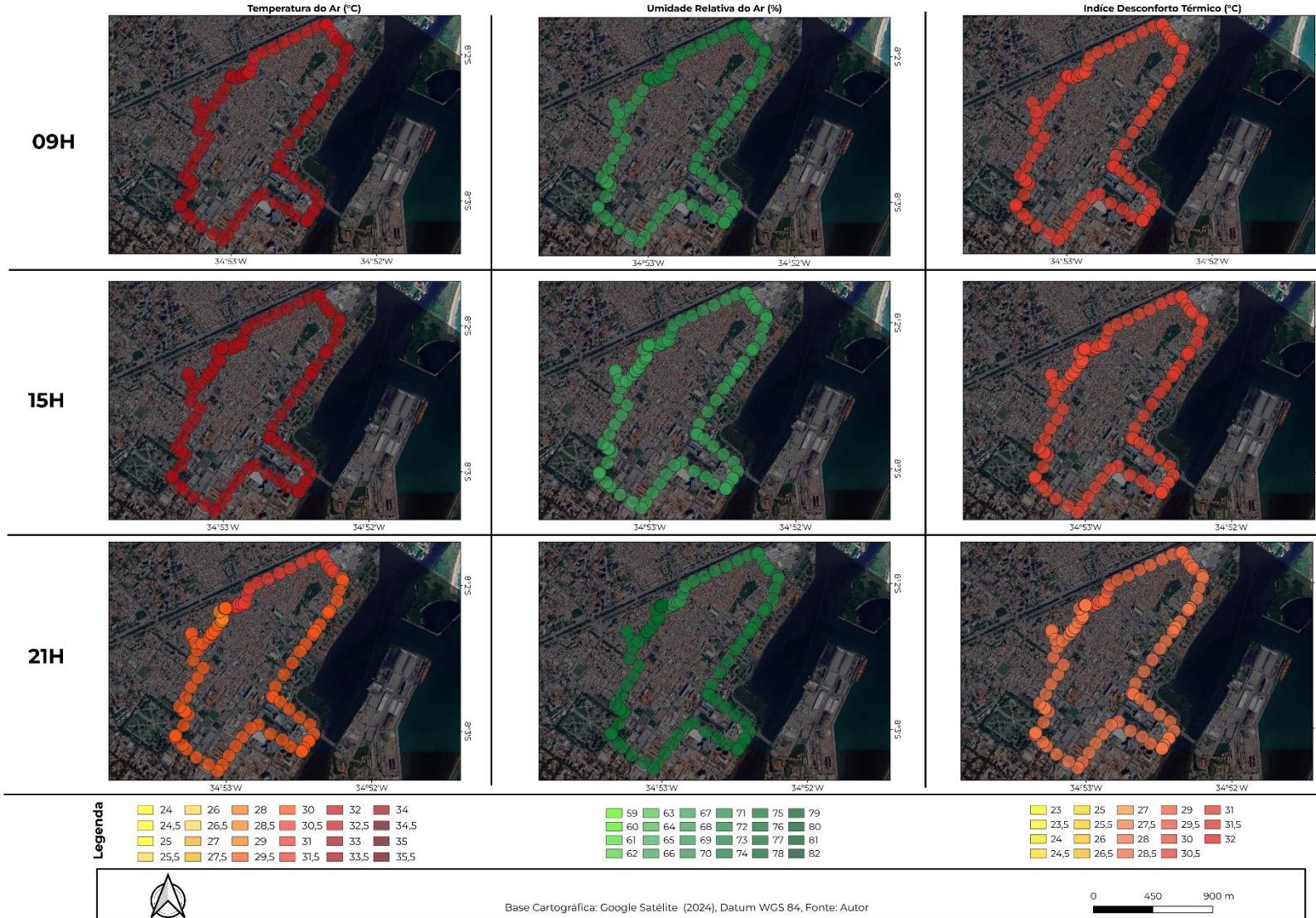


Fonte: CPTEC (2024)

### 5.3.1.1 Transecto da manhã

Iniciou-se às 10 horas, devido às chuvas torrenciais, finalizando às 10h44 horas. Obtiveram-se as maiores temperaturas entre os pontos V9 e V11 (Figura 18, página 62), com 34,3°C (Figura 33, ilustrada mas adiante), localidade marcada por asfalto em todo o solo e edificações de um ou dois pavimentos, no entanto, chama a atenção, pois a aproximação com o Cemitério de Santo Amaro não afetou na minimização da temperatura, em razão da abundante arborização. Essa área registrou umidade relativa do ar consequentemente mais baixa, com 68,8%, comparada a outros pontos como o V1, que registrou 76% (Figura 33).

Figura 33 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 5 (09/02/2024)



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Todo o transecto apresentou desconforto térmico para o calor com localidades mais críticas no ponto V1 e redondezas, registrando 31,2°C. Essa localidade apresentou velocidade do vento de 1.4 Km/h (Tabela 6, a seguir) com pouca influência na percepção populacional.

Tabela 6 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 09 de fevereiro de 2024

Identificação dos Pontos	Data		
	09/fev		
	9h	15h	21h
V1	1.4 ↙	0.0 C	7.4 ↙
V2	0.0 C	0.0 C	1.0 ↙
V3	0.0 ↙	0.7 ↙	0.3 ↙
V4	6.4 ↙	6.8 ↙	4.6 ↙
V5	1.0 ↙	0.0 C	2.1 ↗
V6	2.1 ↗	5.0 ↗	0.0 C
V7	0.0 ↗	1.8 ↗	2.5 ↗
V8	1.8 ↗	0.0 ↗	0.0 C
V9	0.0 ↗	3.9 ↗	0.0 C
V10	3.9 ↙	9.0 ↙	0.0 C
V11	0.0 C	1.0 ↙	0.0 C
V12	0.0 C	0.0 C	0.0 C
Direção:	↗ Sudoeste	↖ Nordeste	
	↖ Sudeste	↘ Noroeste	
	C = Calmaria		

Fonte: Elaborada pelo autor (202)

### 5.3.1.2 Transecto da tarde

Com início às 15h e duração de 54 minutos, o transecto ocorreu sem interferência pluvial, céu com presença de nuvens, mas com influência solar constante e brisas leves/calmaria, exceto no V4, em razão da canalização dos ventos de sudeste (Tabela 6 / Figura 18, página 62) e no ponto V10, próximo ao Cemitério de Santo

Amaro (Tabela 6), com brisas de sudeste registrando as maiores velocidades desse transecto (9.0 Km/h).

Analisando as temperaturas e umidade relativa do ar, foram obtidas máximas de 34,1°C nas proximidades do V6 e no V10 e suas redondezas (Figura 33, página 85), áreas da avenida Cruz Cabugá e Cemitério de Santo Amaro, respectivamente. A presença de asfalto constante influencia nesse aumento de temperatura. Fatores que podem auxiliar na minimização do ID nesses espaços vêm da circulação das brisas (Tabela 6, página 86) e arborização, no entanto, todo o transecto apresentou desconforto térmico para o calor, com temperaturas superiores a 30°C (Figura 33, página 85).

#### 5.3.1.3 Transecto da noite

O transecto ocorreu das 21h às 21h57 horas, com condições favoráveis para a aplicação do mesmo, no entanto, com bastante nuvens no céu e ventos de nordeste chegando a 7.4 km/h no ponto V1 (Tabela 6, página 86), perdurando a maioria dos outros pontos com calmaria.

As temperaturas com maior influência foram obtidas próximas ao V1, com 33°C e decréscimo durante todo o transecto, com mínima de 29,5°C no ponto V11 e suas proximidades. Ambas as localidades se encontram na periferia do bairro, com características de aglomerados residenciais, ruas estreitas e solo asfaltado.

Os percentuais de umidade relativa do ar estão inteiramente ligados aos graus de temperatura obtidos, sendo inversamente proporcionais, os pontos com menores temperaturas apresentam maiores umidades, como o V1, ao final do transecto, com 78,7% (Figura 18, página 62, e Figura 33, página 85).

Durante todo o transecto foi registrado desconforto térmico para o calor, mesmo em horários noturnos.

### 5.3.2 Análise do episódio de campo 6: 10/02/2024

O 6º episódio de campo continuou com atuação do cavado trazendo chuvas e muitas nuvens, mas sem interrupções para aplicação das coletas. Observando as Figuras 34 e 35 ilustradas a seguir, consegue-se constatar a sua atuação.

Seguem os dados obtidos com os transectos durante as três coletas.

Figura 34 - Características regionais da atmosfera – Período quente e seco (10 de fevereiro de 2024)

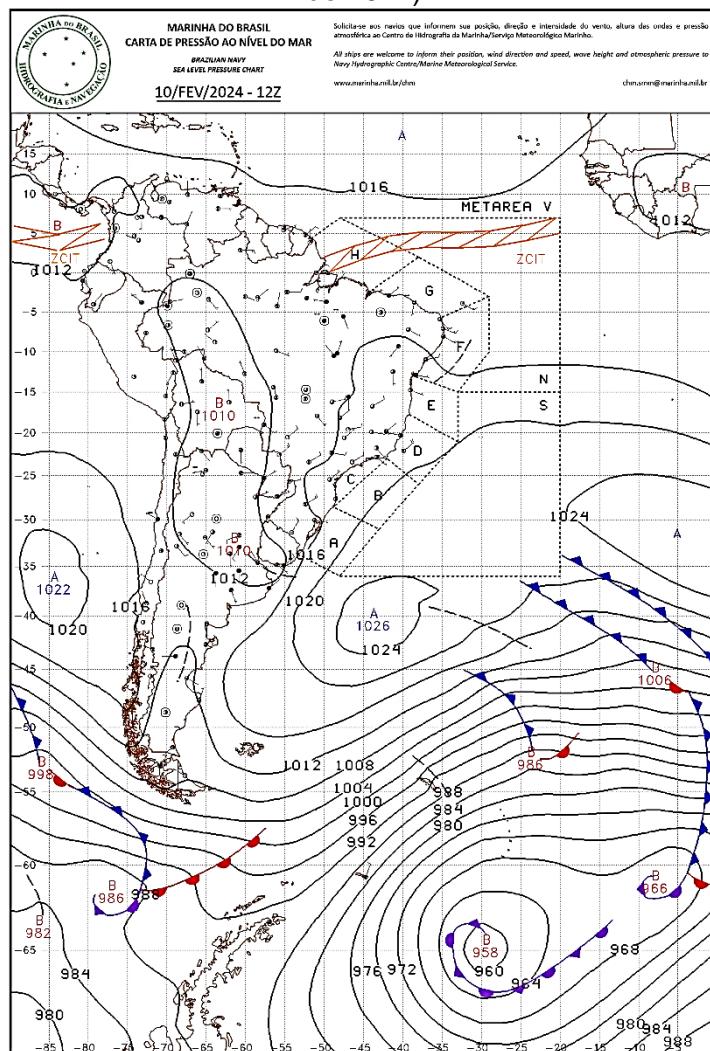
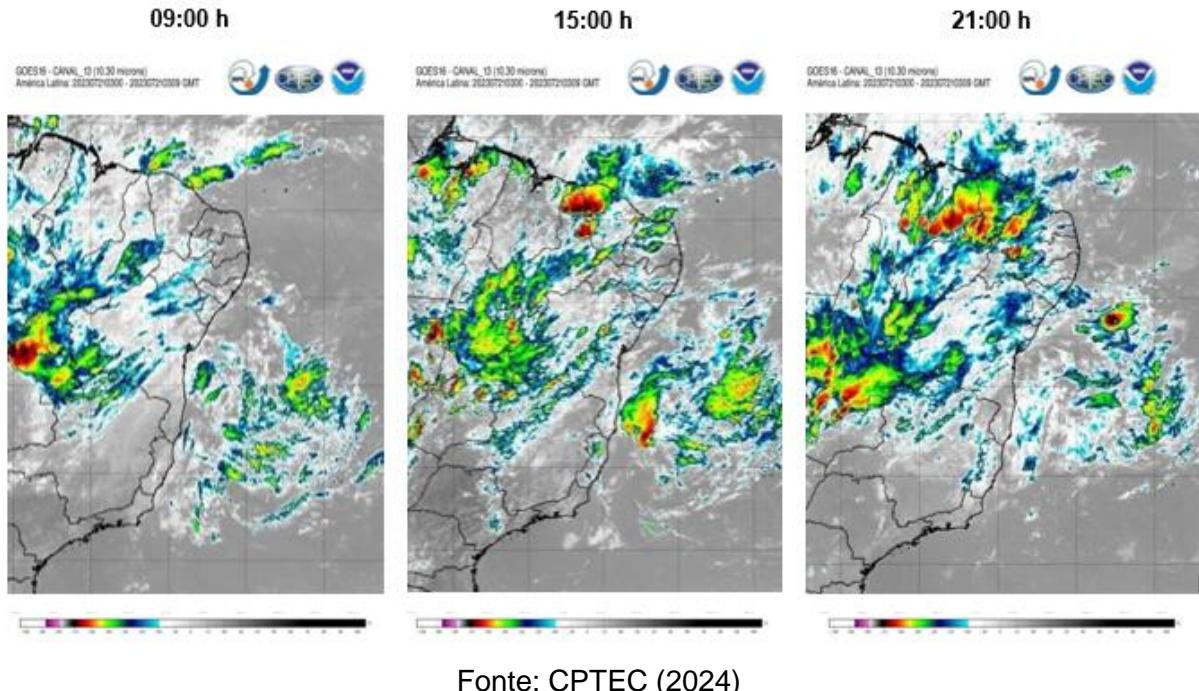


Figura 35 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 10 de fevereiro de 2024



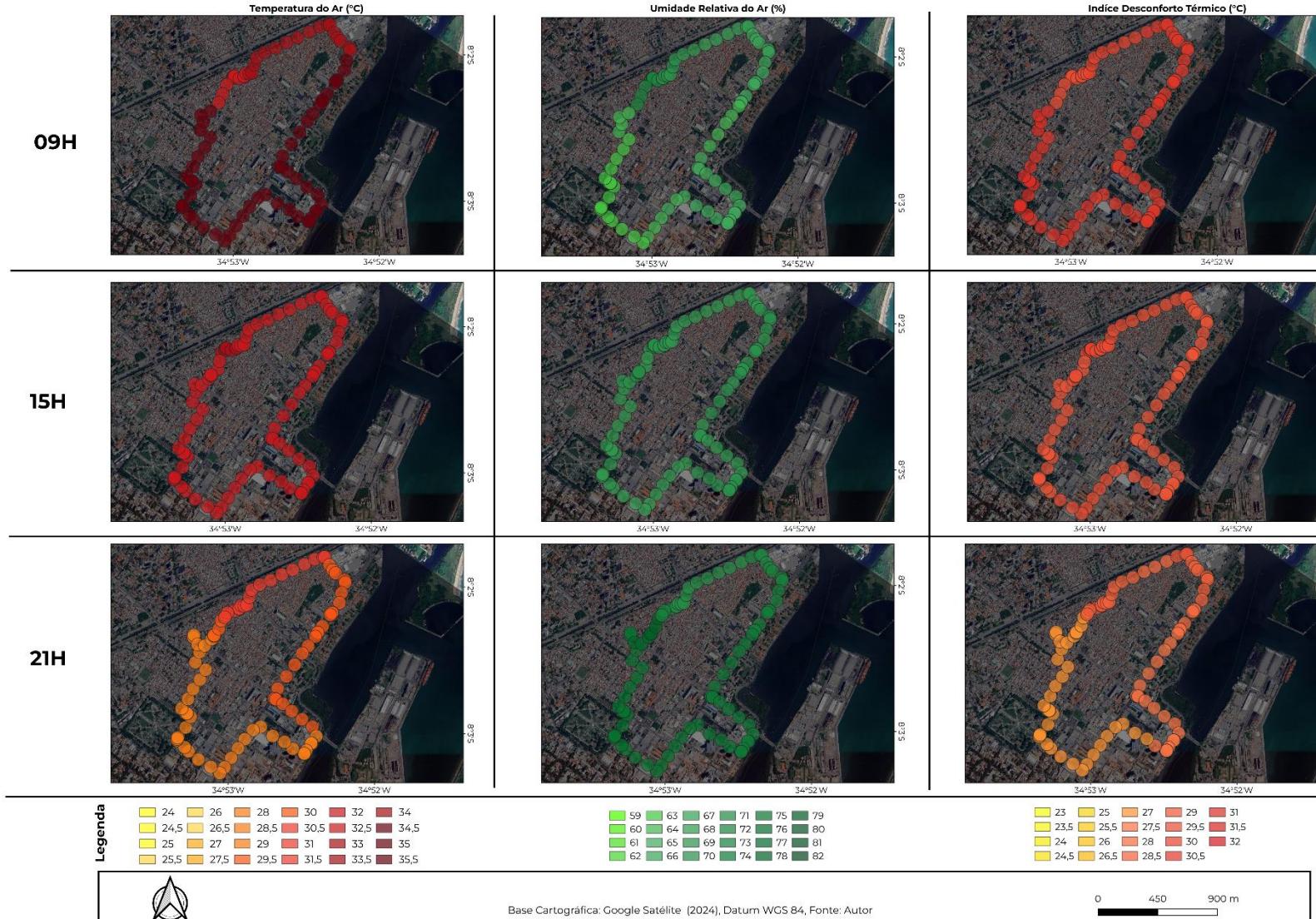
Fonte: CPTEC (2024)

### 5.3.2.1 Transecto da manhã

Com início às 09 horas e término às 09h52, a aplicação do transecto ocorreu dentro da normalidade, obtendo temperatura máxima nos pontos V11 e V12 (Figura 18, página 62), registrados por becos estreitos, aglomeração construtiva, pouca circulação de ventos de nordeste (4.3 km/h – Tabela 7, ilustrada mais adiante) e baixa umidade relativa do ar (63,3% - Figura 36, ilustrada a seguir).

Todo o transecto apresentou desconforto térmico ao calor, com maiores temperaturas nos pontos V11 e V12 (Figura 18, página 62), apresentando 31,3°C (Figura 36).

Figura 36 – Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 6 (10/02/2024)



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Tabela 7 - Velocidade do vento (Km/h) no dia 10 de fevereiro de 2024

Identificação dos Pontos	Data		
	10/fev		
	9h	15h	21h
V1	0.0 ↙	0.0 C	0.0 C
V2	2.5 ↙	0.0 C	0.0 C
V3	0.0 C	5.7 ↙	0.0 C
V4	10.0 ↙	8.2 ↙	6.1 ↙
V5	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V6	6.1 ↗	2.5 ↗	3.2 ↗
V7	2.5 ↗	0.0 C	0.0 C
V8	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V9	0.0 C	11.0 ↗	0.0 C
V10	6.8 ↙	0.0 C	0.0 C
V11	4.3 ↙	0.0 C	0.0 C
V12	0.0 C	0.0 C	0.0 C
Direção:	↗ Sudoeste ↙ Nordeste	↗ Sudeste ↙ Noroeste	C = Calmaria

Fonte: Autor (2024)

### 5.3.2.2 Transecto da tarde

Com duração de 47 minutos, o transecto, ao entardecer, obteve temperaturas altas, com máximas de 33,1°C nos pontos V1 e V2 (Figura 18, página 62) do bairro, área periférica, com asfalto no solo e casas aglomeradas. Em contrapartida, a umidade relativa do ar nessa área foi a maior coletada (70,9% - Figura 36, página 90) entre os dois pontos.

O índice de desconforto térmico apresentou-se desconfortável para o calor durante todo o transecto, com maiores desconfortos em áreas periféricas do bairro, agravados pela ausência de brisas (Tabela 7, página 91).

### 5.3.2.3 Transecto da noite

O transecto aconteceu às 21 horas e 21h43 horas, apresentando boas condições para coleta das variáveis climáticas. As máximas de temperatura foram

verificas nos pontos V1 e V2 (31,9°C – Figura 36, página 90 / Figura 18, página 62), assim como o transecto da tarde.

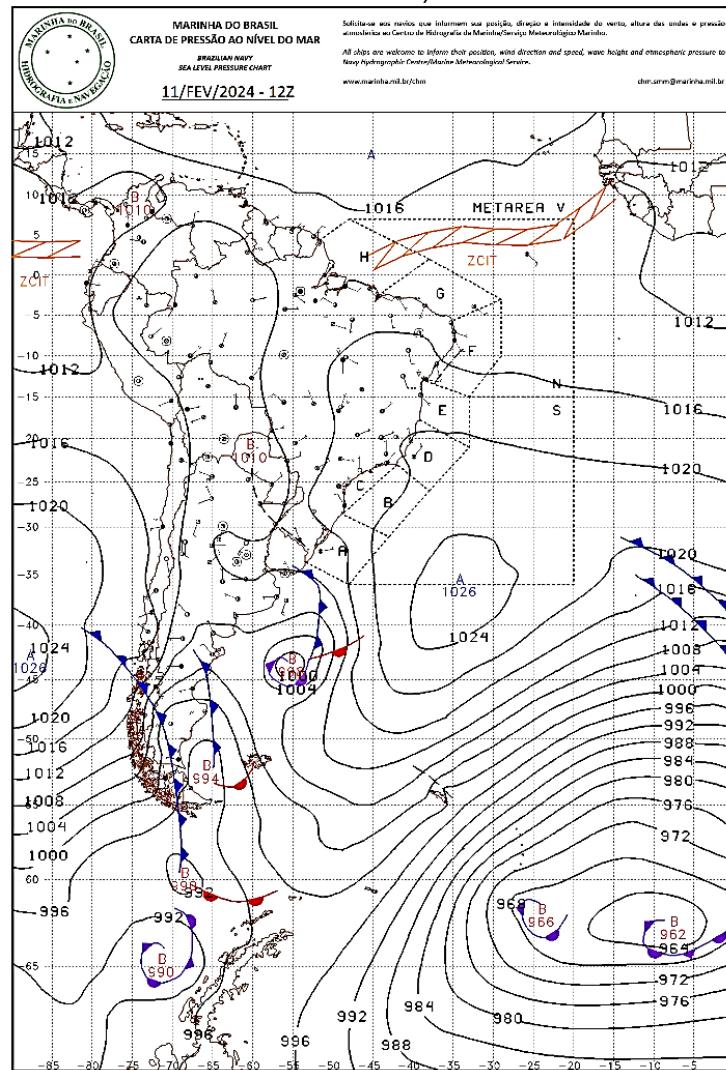
A umidade relativa do ar apresentou máxima nos pontos V11 e V12 (Figura 18, página 62 / Figura 36, página 90), caracterizando essa noite como a mais úmida entre os becos e aglomerados residenciais percorridos.

O índice de desconforto térmico esteve presente durante todo o transecto (Figura 36, página 90), com ausência de brisas em grande parte, com exceção do ponto V4 (6.1 km/h sentido sudeste – Tabela 7, página 91) e V6 (3.2 km/h sentido sudoeste – Tabela 7, página 91), influenciados pela canalização dos ventos advindos das edificações.

### **5.3.3 Análise do episódio de campo 7: 11/02/2024**

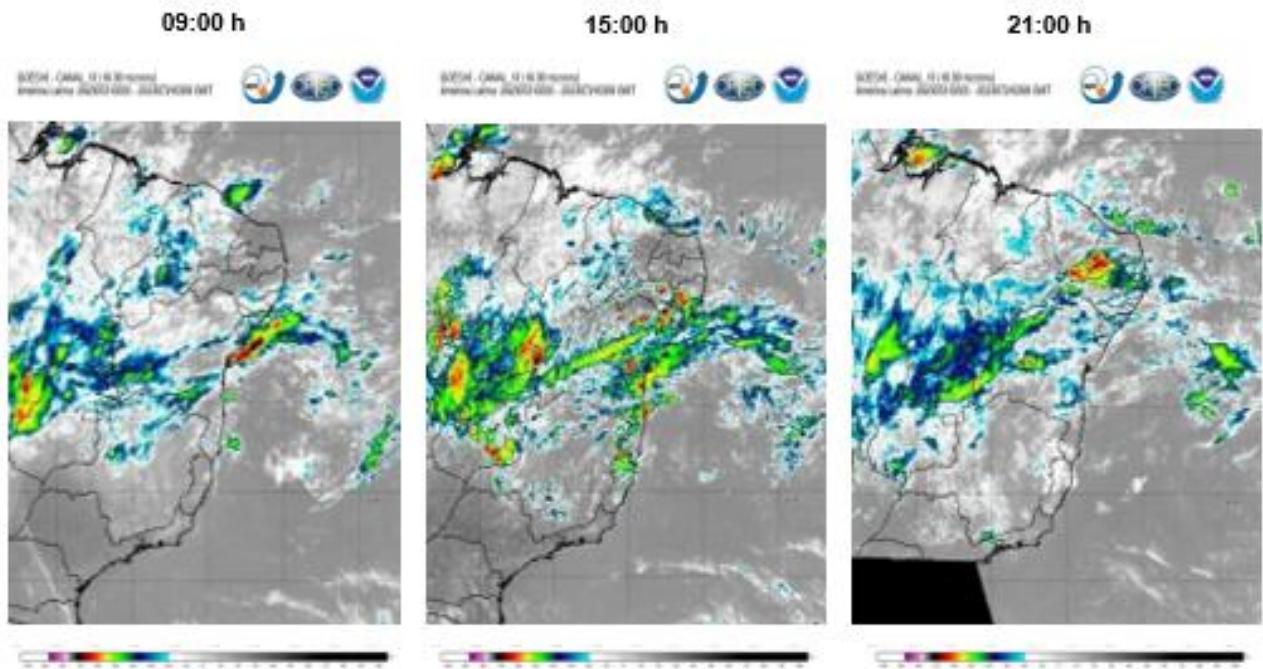
Durante o 7º episódio de campo, o cavado continuou a atuar na área de estudo, provocando pancadas de chuvas em alguns momentos do dia, mas sem interferir nos transectos (Figuras 37 e 38, ilustradas a seguir).

Figura 37 - Características regionais da atmosfera – Período quente e seco (11 de fevereiro de 2024)



Fonte: Marinha do Brasil (2024)

Figura 38 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 11 de fevereiro de 2024



Fonte: CPTEC (2024)

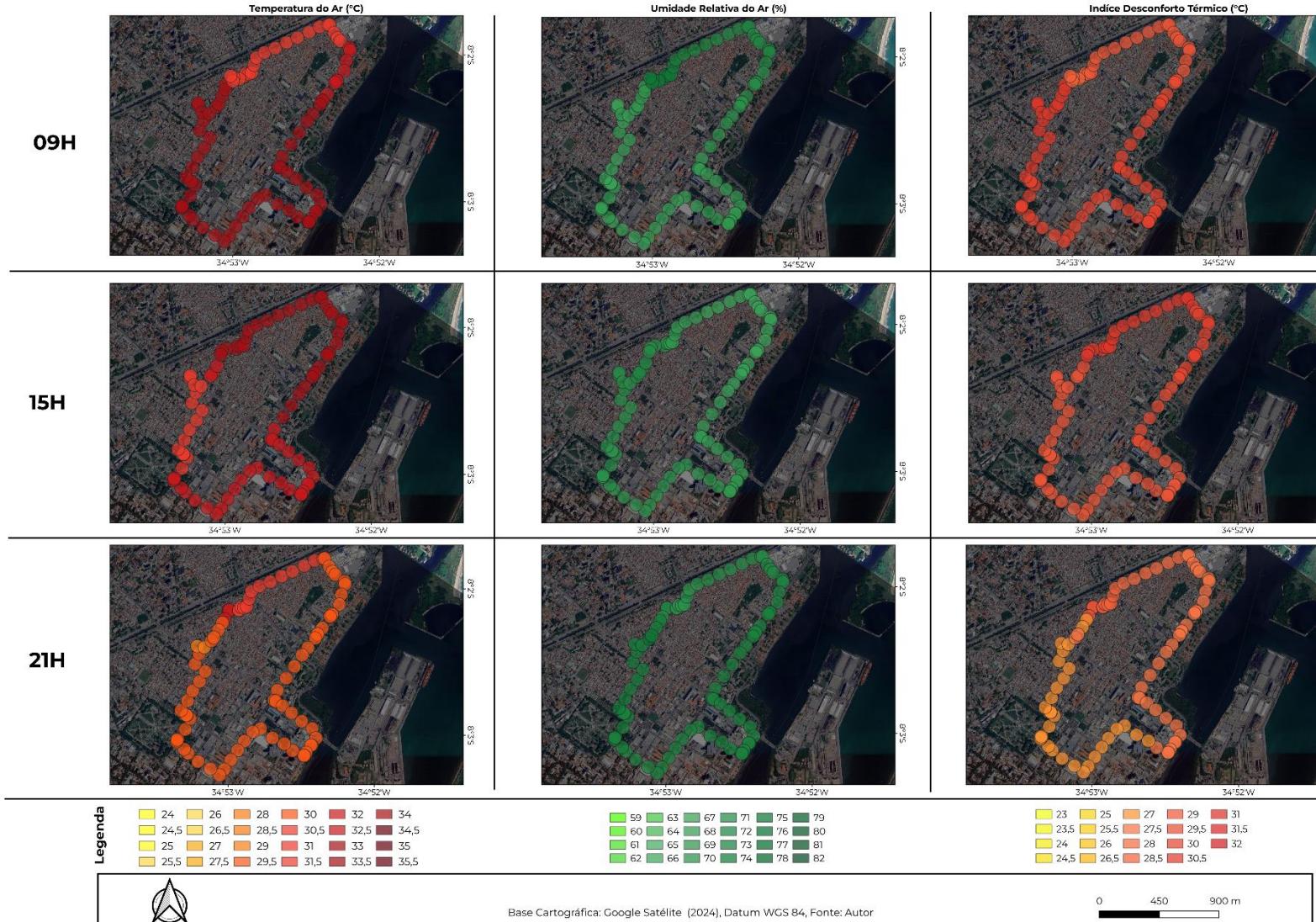
### 5.3.3.1 Transecto da manhã

A coleta dos dados iniciou-se às 09 horas e finalizou às 09h47. Observou-se o céu com bastante nuvens, mas sem pancadas de chuvas durante o transecto.

Os dados obtidos foram de temperaturas muito altas em comparação às demais coletas, chegando a 34,3°C (Figura 39, ilustrada a seguir) no ponto V12 (Figura 18, página 62), alertando mais uma vez para as altas temperaturas localizarem-se nas áreas mais carentes do bairro.

O índice de desconforto térmico ao calor manteve-se constante durante todo o transecto, mostrando desconforto em níveis altos (Figura 39). A umidade relativa variou entre 66,8% e 75% (Figura 39).

Figura 39 – Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 7 (11/02/2024)



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

A velocidade do vento apresentou-se baixa durante o transecto (Tabela 8, ilustrada a seguir). Todos esses fatores favorecem para maior sensação de desconforto populacional no bairro de Santo Amaro.

Tabela 8 – Velocidade do vento (Km/h) no dia 11 de fevereiro de 2024

Identificação dos Pontos	Data		
	11/fev		
	9h	15h	21h
V1	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V2	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V3	0.0 C	10.8 ↙	4.6 ↙
V4	1.0 ↙	9.3 ↙	0.7 ↙
V5	0.0 C	6.4 ↘	5.4 ↙
V6	2.8 ↗	3.2 ↗	1.4 ↗
V7	1.8 ↗	2.1 ↗	0.0 C
V8	0.0 C	4.6 ↗	2.1 ↗
V9	0.0 C	2.8 ↗	0.3 ↗
V10	2.8 ↙	9.7 ↙	4.3 ↙
V11	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V12	0.0 C	0.0 C	0.0 C
Direção:	↗ Sudoeste	↖ Nordeste	
	↖ Sudeste	↘ Noroeste	
C = Calmaria			

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

### 5.3.3.2 Transecto da tarde

Com início às 15 horas e término às 15h46, o transecto ocorreu sem interferia pluvial e dentro da normalidade, obtendo resultados como temperatura máxima de 32,7°C (Figura 39, página 94) no V1 (Figura 18, página 62) e umidade relativa do ar entre 66% e 71,2% (Figura 39, página 94), causando desconforto térmico ao calor em todo o transecto, com maiores valores em áreas periféricas do bairro (V1, V2, V11 e V12 – Figura 18, página 62), ilustrados na Figura 39 (página 94).

A velocidade do vento não auxiliou para minimização do desconforto, pois foi verificada ausência de brisas nos pontos (Tabela 8, página 95).

#### 5.3.3.3 Transecto da noite

Iniciando às 21h e finalizando às 21h45, o transecto seguiu o planejamento e obteve as variáveis climáticas, identificando as áreas periféricas com maiores temperaturas, chegando a 32,1°C (Figura 39, página 94), ao iniciar o transecto (V1 e V2 – Figura 18, página 62), e as áreas mais úmidas reservaram-se às proximidades do Rio Capibaribe e ao final do transecto (V1 e V2 – Figura 18, página 62), com máxima de 75,5% (Figura 39, página 94).

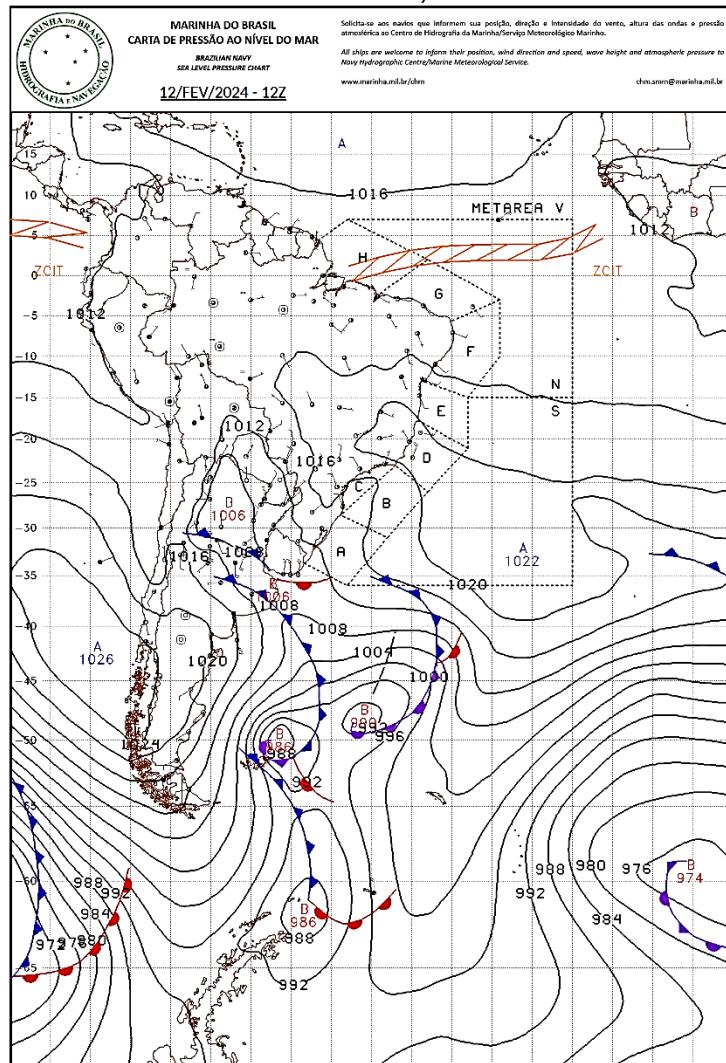
Esses fatores contribuíram para o alto índice de desconforto térmico ao calor em todo o transecto (Figura 39, página 94), com brisas de frescor próximas ao Rio Capibaribe ou efeito das canalizações construtivas próximas ao Shopping Tacaruna e Avenida Cruz Cabugá (Tabela 8, página 95).

#### 5.3.4 Análise do episódio de campo 8: 12/02/2024

Durante o 8º episódio de campo ocorreu a atuação da mEa com tempo firme e menos presença de nuvens, e o cavaco, que se manteve presente nos três episódios anteriores, se dissipou, mantendo-se o bom tempo.

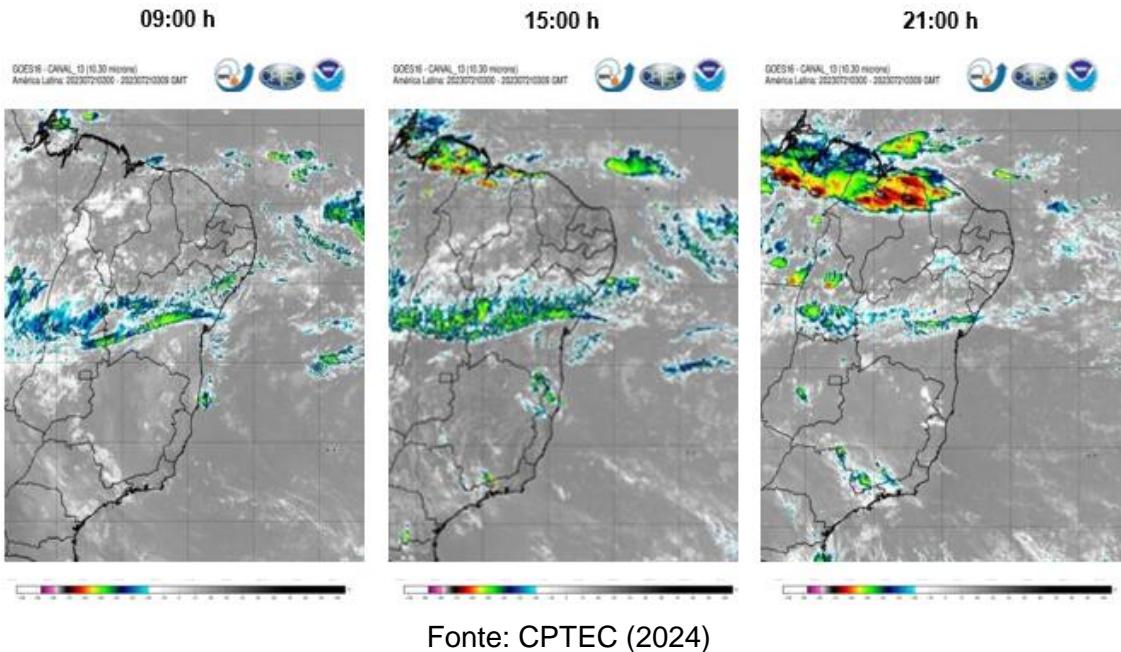
Seguem as características climáticas do episódio 8 nas Figuras 40 e 41, ilustradas a seguir.

Figura 40 - Características regionais da atmosfera – Período quente e seco (12 de fevereiro de 2024)



Fonte: Marinha do Brasil (2024)

Figura 41 - Imagem do satélite GOES 16 – Canal 13 para América Latina no dia 12 de fevereiro de 2024

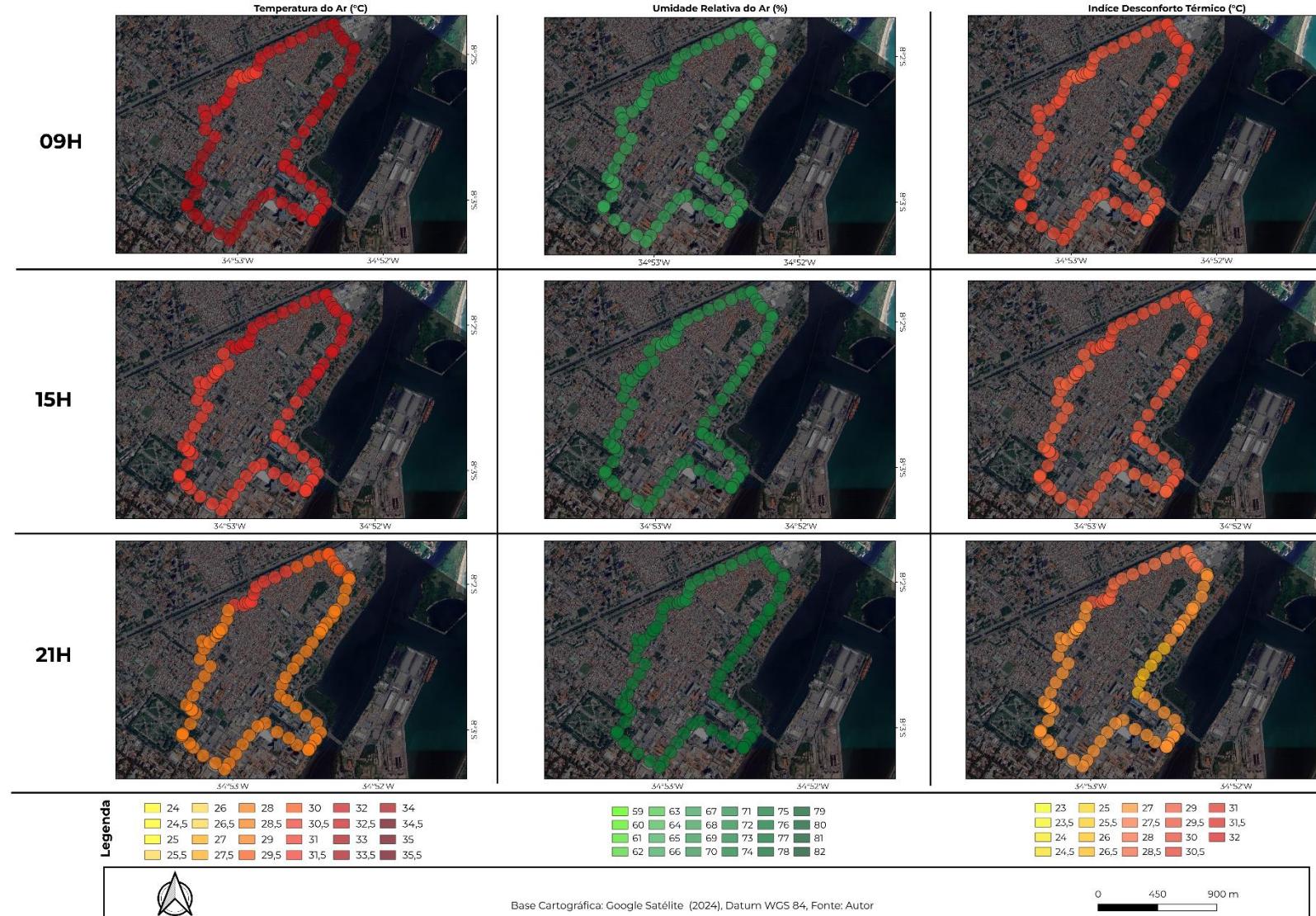


Fonte: CPTEC (2024)

#### 5.3.4.1 Transecto da manhã

O transecto matutino teve início às 09 horas e finalização às 09h43, sem interferência pluvial, obtendo temperaturas altas, que variaram entre 31,6°C ao iniciar o transecto em área periférica do bairro e 33,9°C na Avenida Cruz Cabugá (Figura 42, ilustrada a seguir), concomitantemente com as menores umidades relativas do ar (66,5%). Essa área (V5) apresentou velocidade do vento de 6,1 Km/h sentido noroeste (Tabela 9, ilustrada mais adiante). Durante todo o transecto foi verificado desconforto térmico ao calor.

Figura 42 - Distribuição espaço-temporal das variáveis meteorológicas no bairro Santo Amaro, Recife: episódio de campo 8 (12/02/2024)



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Tabela 9 – Velocidade do vento (Km/h) no dia 12 de fevereiro de 2024

Identificação dos Pontos	Data		
	12/fev		
	9h	15h	21h
V1	0.0 C	0.0 C	0.0 C
V2	0.0 C	3.9 ↕	0.0 C
V3	5.0 ↙	3.9 ↙	6.4 ↙
V4	3.9 ↙	3.6 ↙	9.0 ↙
V5	6.1 ↙	6.4 ↗	3.6 ↗
V6	0.3 ↗	1.4 ↗	2.5 ↗
V7	3.9 ↗	10.4 ↗	1.0 ↗
V8	2.5 ↗	12.6 ↗	3.2 ↗
V9	0.0 C	5.0 ↗	3.2 ↙
V10	4.3 ↙	5.7 ↙	0.0 C
V11	0.7 ↙	0.0 C	0.0 C
V12	0.0 C	0.0 C	0.0 C
Direção:	↗ Sudoeste	↖ Nordeste	
	↙ Sudeste	↘ Noroeste	
	C = Calmaria		

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

#### 5.3.4.2 Transecto da tarde

Com duração de 57 minutos e sem interferência pluviométrica, o transecto foi aplicado com êxito, obtendo as maiores temperaturas presentes ao iniciar as coletas, em áreas periféricas do bairro Santo Amaro, registrando 32,7°C (Figura 42, página 99) e maiores umidades relativas do ar na mesma localidade, mas, ao final do transecto, com 73,7% (Figura 42, página 99).

Durante todo o transecto o desconforto térmico ao calor estava presente (Figura 42, página 99), com maiores índices em áreas periféricas que sofrem ainda mais pela ausência de brisas (V1 – Tabela 9, página 100).

### 5.3.4.3 Transecto da noite

Com início às 21h e término às 21h53, o transecto foi aplicado sem interferências pluviométricas, obtendo temperaturas altas que variaram entre 31,6°C em área periférica e 29°C (Figura 42, página 99) na localidade próxima à Avenida Cruz Cabugá, com influência de brisas de sudoeste que chegaram a 3,6 km/h (Tabela 9, página 100), e registro das maiores umidades relativas do ar próximas ao Rio Capibaribe (77% - Figura 42, página 99).

Durante todo o transecto foi verificado desconforto térmico ao calor, com maiores índices ao iniciar o transecto em áreas periféricas do bairro, com espaços sem a presença de brisas (V1 e V2 – Tabela 9, página 100), intensificando a percepção do desconforto pela população.

## 5.4 SÚMULA DOS EPISÓDIOS DE CAMPO

Com a verificação das variações da temperatura do ar, umidade relativa do ar e índice de desconforto térmico em período chuvoso e úmido no bairro Santo Amaro, foram verificadas temperaturas altas em grande parte das coletas, com diminuição apenas no período noturno. A data com maior temperatura registrada (32,3°C) foi em 23 de julho, das 09h44 às 09h46 no ponto V1 (Figura 18, na página 62) e redondezas, ao final do transecto. Área periférica do bairro com adensamento construtivo, solo asfaltado e pouca circulação constante de ventos.

A localidade supracitada também registrou maior umidade relativa do ar (82,3%) em 22/07, às 21h45. Essa área demonstrou variação rápida durante as coletas, passando de desconfortável para o calor, durante a noite, para confortável em menos de 45 minutos, revelando a exposição e fragilidade da população local a variações constantes desse índice de desconforto (Silva, 2017).

Durante as coletas, foi constatado que todo o bairro se apresenta desconfortável para o calor durante manhã, tarde e início da noite, passando para confortável apenas após saída da área periférica, próxima ao Shopping Tacaruna, pois recebe a influência dos ventos de sudeste canalizados pela edificação do shopping, além das largas avenidas que propiciam a dispersão das temperaturas. Seguindo o transecto, chegando à rua da Aurora, percebe-se a influência fluvial do rio Capibaribe, auxiliando no conforto térmico. Ao se chegar à “Vila de Santo Amaro”,

recebe-se a influência arbórea do Cemitério de Santo Amaro e queda nas temperaturas, típico do horário (WMO, 2014).

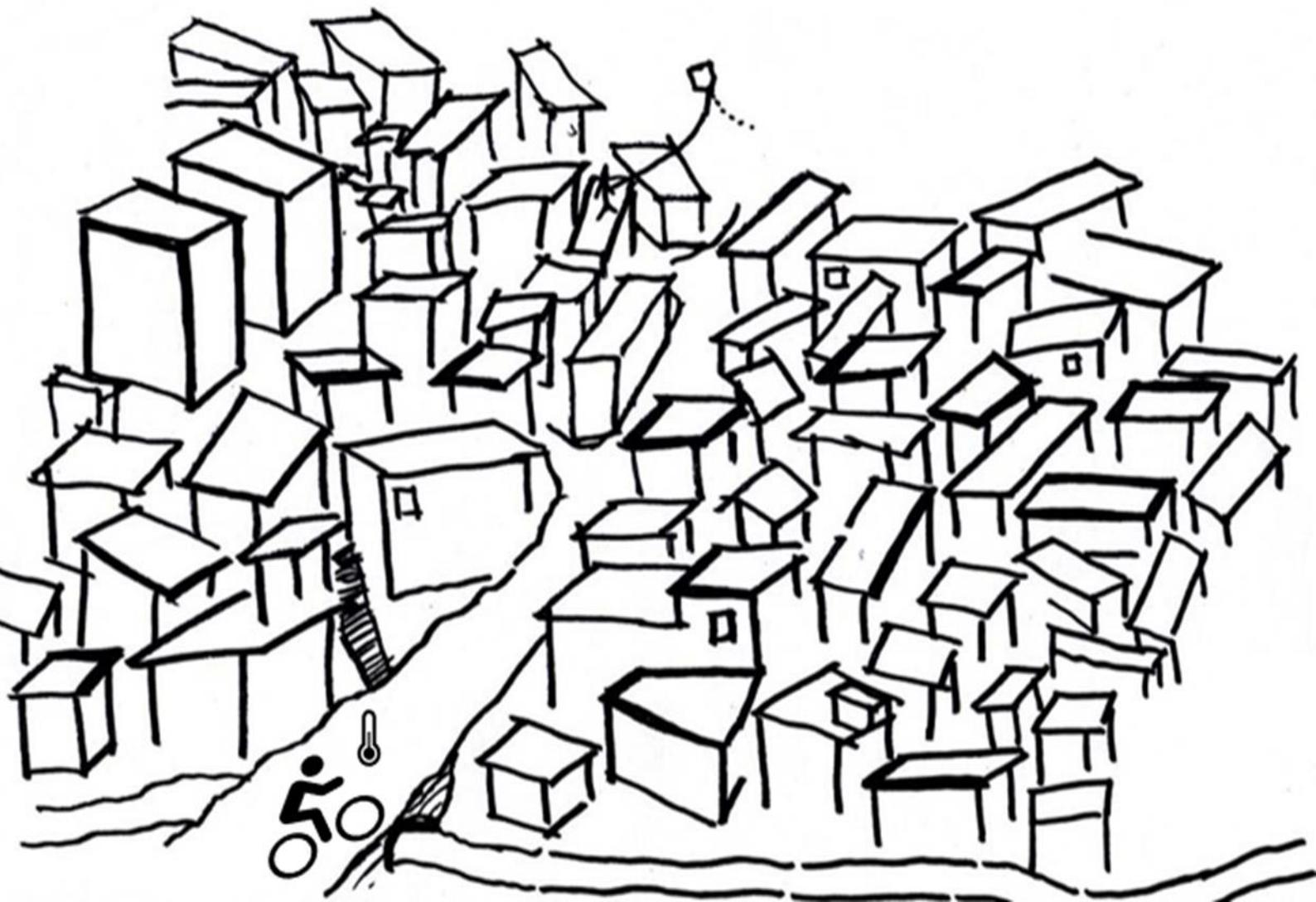
Com a aplicação do transecto para coleta das variações no período quente e seco, averiguou-se que todos os transectos indicaram desconforto térmico para o calor (manhã, tarde e noite) durante todos os dias analisados, alertando para o horário das manhãs, que sempre indicaram maior desconforto.

Após a análise dos resultados consegue-se observar maiores elevações de temperatura, umidade relativa do ar e desconforto térmico em áreas periféricas do bairro Santo Amaro. Os pontos V1, V2, V11, V12 (Figura 18, página 62) e redondezas apresentam maiores temperaturas, maiores umidades relativas do ar e menor circulação de ventos, causando desconforto térmico ao calor. Essas localidades são caracterizadas por aglomerados residenciais, ruas estreitas e vielas. A falta de arborização e grande quantidade de asfaltamento no solo influenciam diretamente para as maiores temperaturas e, consequentemente, maior desconforto ao calor.

Além desses fatores citados, a periferia do bairro de Santo Amaro apresenta umidade relativa do ar alta, em vários momentos, influenciando no aprisionamento do calor nessas localidades, pois a alta porcentagem de umidade segura as temperaturas elevadas próximas ao solo e não auxilia na circulação dessas temperaturas.

Observou-se também que ocorre maior variação de temperatura nessas áreas em curto período de tempo, mas sempre alertando para o desconforto ao calor, deixando a população mais carente do bairro em maior vulnerabilidade térmica.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS



O estudo sobre clima urbano no bairro de Santo Amaro, Recife-PE, com o aporte teórico-metodológico do SCU proposto por Monteiro (1976, 2003), é inédito até o presente momento, assim como a coleta de dados climáticos com uso de transectos móveis em bicicleta.

Santo Amaro recebe influência direta do centro urbano recifense, por sua proximidade, ocupação e uso do solo urbano diferenciados. O bairro abriga centros comerciais, serve como moradia populacional, ponto de eventos e a existência das principais avenidas presentes na cidade do Recife. Tais pontos evidenciam a importância do bairro e necessidade dos estudos climáticos e seus efeitos para população residente, acima de tudo, os efeitos referentes ao desconforto térmico.

O desconforto térmico provocado pelo calor é um desafio enfrentado por pessoas de diferentes realidades socioeconômicas. Para a população carente, que muitas vezes vive em condições precárias e sem acesso à infraestrutura adequada, o calor intenso pode ser ainda mais agravante, em especial, para a qualidade de vida e de saúde dos residentes e dos usuários dos equipamentos e dos espaços urbanos do bairro. A falta e/ou reduzida ventilação de áreas verdes e de recursos para a compra de equipamentos de refrigeração ou potencialização da ventilação natural torna o calor uma questão de saúde pública nesses contextos.

Por outro lado, a população economicamente beneficiada tem mais recursos para lidar com o desconforto térmico, como ar-condicionado em casa e no trabalho. No entanto, os impactos do calor extremo também podem ser sentidos por essa parcela da sociedade, principalmente quando se considera a questão das mudanças climáticas e os eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes.

Contrastes do uso e ocupação do solo expõem a realidade econômica e contexto social da população residente em Santo Amaro, revelando a fragilidade climática e diferentes formas para lidar com o problema.

Com as coletas primárias de temperatura do ar e umidade relativa do ar foi possível mensurar o desconforto térmico ao calor e relacionar, ou melhor, inferir a velocidade do vento.

Os dados coletados confirmaram a hipótese de que a população periférica do bairro sofre os efeitos do ID com maior intensidade que a população residente em áreas economicamente beneficiadas. Tais benefícios foram expostos com o mapa de uso e ocupação do solo, o qual revelou que a população residente próxima ao Rio Capibaribe, áreas com maiores espaçamentos entre ruas e maior arborização, são

beneficiadas pela circulação de vento, entrada de brisas e aquecimento desacelerado da superfície. Locais de canalização edificada dos ventos favorecem espaços economicamente beneficiados e prejudicam a população periférica que se encontra no oposto dessa ventilação.

Com a presente pesquisa foi confirmado desconforto térmico ao calor em todo o bairro durante todas as coletas realizadas no período quente e seco, expondo a população a ID de 27°C (entre o V6 e V7) às 21h do dia 12/02 e 31,2°C (V1) às 10h do dia 09/02. Essa amplitude térmica de 4,2°C revela o quanto a população do bairro está exposta ao desconforto que atua de forma diferente em toda a extensão do bairro.

Durante o período úmido e chuvoso o ID comportou-se de forma diferente, proporcionando desconforto ao calor em grande parte das coletas de dados, mas revelando-se confortável após às 21h em locais influenciados por brisas, ruas largas e presença de vegetação arbórea, como, por exemplo, as proximidades do Shopping Tacaruna, Avenida Cruz Cabugá e rua da Aurora (largas avenidas com ventos advindos do Oceano Atlântico e Rio Capibaribe), arredores do Cemitério de Santo Amaro / Vila de Santo Amaro (área arborizada e ruas largas).

Durante o período chuvoso e úmido, as áreas periféricas do bairro apresentaram desconforto térmico constante em todas as coletas realizadas.

Diante dessa realidade, é importante que sejam adotadas medidas para mitigar os efeitos do calor intenso em todas as camadas da sociedade. É fundamental que haja políticas públicas voltadas para a melhoria das condições de moradia e de trabalho das populações mais vulneráveis, garantindo o acesso a ambientes mais frescos e ambientes termicamente mais salubres e ventilados. Além disso, é essencial promover a sensibilização sobre os impactos do calor e a necessidade de adaptação às mudanças climáticas, de forma a proteger a saúde e o bem-estar de todos os cidadãos.

## REFERÊNCIAS

- ALEIXO, N. C. R. Clima urbano e saúde: uma análise a partir de indicadores socioambientais. **Revista GeoUECE**, v. 3, n. 4, p. 194-216, 2014.
- ALVES, P. R. M. **Valores do Recife**: o valor do solo na evolução da cidade. Recife, 2009.
- AMORIM, M. C. de C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 25, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v0i0.65136. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14136>. Acesso em: 21 out. 2022.
- ANDREOTTI, C. E. **Comparação microclimática entre dois imóveis nos municípios de São Paulo e São Roque**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo: FFLCH - USP. 57p. 2007.
- ANJOS, M. W. B. **Ambiente Urbano**: Contrates térmicos e higrométricos espaciais em Aracaju – Sergipe (Brasil). Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de Coimbra, Portugal, 2012.
- ANJOS, R. S.; WANDERLEY, L. S. A.; NÓBREGA, R. S. Análise espacial da precipitação e possíveis fatores que contribuem para sua espacialização em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física** (UFPE), Recife, V.13, No. 1, p. 18-34, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acesso em: 11 jun. 2024.
- ANJOS, R. S.; MOREIRA, A. B.; MENDES, T. G. L.; SANTOS, T. N.; ZAMPARONI, C. A. G. P.; NÓBREGA, R. S. Distribuição espaço-temporal do conforto térmico na malha cicloviária em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física** (UFPE), Recife, V.12, No. 6, p. 2313-2314, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acesso em: 12 jun 2024
- ARAUJO, R. R. O conforto térmico e as implicações na saúde: uma abordagem preliminar sobre os seus efeitos na população urbana de São Luís-Maranhão. **Caderno de Pesquisa**, v.19, n.3, p. 51-60, set./dez. 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.eletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/1148/2589>. Acesso em: 29 out. 2022.
- BENEDETTO, H. M. M. de. Sistema clima urbano de Manaus: uma proposta de análise de unidades climáticas de escala de topoclima de Manaus. 2022. 96 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2019.
- Berman, M. **All that is Solid Melts into Air**: the experience of modernity. Simon and Schuster, New York, 1982.
- BORGES, C. F.; DUMMER, J.; KOESTER, E. O clima urbano na cidade de Pelotas, RS. In: XVII CONGRESSO DE INCIAÇÃO CIENTÍFICA e X ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO. Pelotas. 2008.

- BRASIL. Marinha do Brasil. **Cartas Sinóticas**. 2014. Disponível em: [www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm](http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm). Acesso em: 02 jun. 2014.
- BRASIL. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Banco de dados de imagens. 2024. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>. Acesso em: 02 jun. 2024.
- BRASIL. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). **Banco de dados de imagens**. 2024. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>. Acesso em: 02 jun. 2024.
- CASTELHANO, F. J. **O clima e as cidades**. Curitiba: InterSaberes, 2020.
- Chen, X., Zhao, H., Li, P., Yin, Z., 2006. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. **Remote Sensing of Environment** [online] 104. Disponível: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425706001787>. Acesso em: 27 mai. 2023. DOI: 10.1016/j.rse.2005.11.016.
- CORRÊA, A. C. B. Contribuição à análise do Recife como um geossistema urbano. **Revista de Geografia (UFPE)**, Recife, V.23, No. 3 p. 86-105, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228672/23094>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- COSTA, M. F.; ARAÚJO, M. C. B.; CAVALCANTI, J. S. S.; SOUZA, S. T. Verticalização da Praia da Boa Viagem (Recife, Pernambuco) e suas Consequências Sócio-Ambientais. **Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal**. 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340124017>. Acesso em: 23 mai. 2023.
- COX, E. P. **Interação entre clima e superfície urbanizada**: o caso da cidade de Várzea Grande/MT. 2008. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.
- CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, 1 dez. 1996. v. 20, n. 4, p. 529–539. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030913259602000407>. Acesso em: 06 jan. 2024.
- DE LIMA, T. F.; SILVA, J. M. O. CONFORTO TÉRMICO NAS ESCOLAS DO CRATO-CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, n. 2, p. 948-961, 2019.
- DUMKE, E. M. S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade**: uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC). 429 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/12033/Dumke%2c%202007.Tese.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 out. 2022.
- FANGER, P. O. **Thermal Confort**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.
- FIALHO, E. S.; CELESTINO, E. J. Abrigos termo-higrométricos de Policloreto de Vinila. **Entre Lugar**, Dourados, MS, v. 8, n.16, 2017, p. 164 - 188.

FIALHO, V.; JAIDENE PIRES, M.; MARIA NEVES, R. de C.; PEREIRA DA SILVA, E.; S. GOMES DA SILVA, M. M. Espaços compartilhados e práticas vividas: cartografia social e espaços de mobilização do bairro de Santo Amaro – Recife/PE. **ILUMINURAS**, Porto Alegre, v. 16, n. 37, 2015. DOI: 10.22456/1984-1191.53149. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/iluminuras/article/view/53149>. Acesso em: 22 out. 2022.

FIALHO, E. S; OLIVEIRA, W.D; ALOCCHA, R de A; CORREA, W de S.C. Análise de desempenho de abrigos meteorológicos. **Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, Juiz de Fora, 2018, p. 1922-1933.

FRANCO, F. M. **Configuração Urbana e sua Interferência no Microclima Local: Estudo de Caso no Bairro do Porto em Cuiabá-MT**. 2010. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

FRANCO, F. M. **Análise do comportamento termo-higrométrico urbano sob a ótica do uso e ocupação do solo em Cuiabá – MT**. 2013. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013

FREITAS, A. F; et al. Avaliação microclimática em dois fragmentos urbanos situados no Campos I e IV da Universidade Federal da Paraíba. **Paraíba: Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, n.4, p. 777-792. 2013.

GILES, B. D.; BALAFOUTIS, C.; MAHERAS, P. Too hot for comfort: The heatwaves in Greece in 1987 and 1988. **International Journal of Biometeorology**, v. 34, n. 2, p. 98-104, jun. 1990.

GOBO, J. P.A. **Bioclimatologia subtropical e modelização do conforto humano: da escala local à regional**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, 2018.

GOBO, J. P.A. **Regionalização climática do Rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano**. 207 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/IDsporveis/8/8135/tde-12092013115803/publico/2013\\_JoaPauloAssisGobo\\_VCorr.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/IDsporveis/8/8135/tde-12092013115803/publico/2013_JoaPauloAssisGobo_VCorr.pdf). Acesso em 29 out. 2022.

GOMES, J.H. **Fragmentação socioespacial e conforto térmico: um estudo na zona norte da cidade do Recife – PE**. 165 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/handle/123456789/35888>. Acesso em 15 nov. 2022.

GUEDES, R. V. S.; SILVA, T. L. V. Análise descritiva da precipitação, temperatura, umidade e tendências climáticas no Recife-Pe. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.I.], v. 13, n. 07, p. 3234-3253, dez. 2020. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/246169/37717>. Acesso em: 30 mai. 2023. doi:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3234-3253>.

HANN, J. V. **Handbuch der Klimatologie**. 1<sup>a</sup>.ed. Stuttgart. 1883.

HIGGINS, J.; GREEN, S. (Ed.). **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions**. Version 5.1.0 [updated March 2011]: The Cochrane Collaboration,

2011. Disponível em: <https://handbook-5-1.cochrane.org/>. Acesso em: 03 mar. 2023.

HÖPPE.P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **Int J Biometeorol**, 43(2), 71–75. 1999. doi:10.1007/s004840050118

INMET. **Normais climatológicas**. Disponível em <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>. Acesso em: 13 maio. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Recife: IBGE, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Recife: IBGE, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 nov. 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Sumário do relatório do IPCC para os tomadores de decisão**. Quinto Relatório do Grupo de Trabalho II, 2014. Impactos, adaptação e vulnerabilidade, WGII AR 5 do Quinto Relatório Trad. Iniciativa Verde. São Paulo: Instituto HSBC Solidariedade, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7726**. Ergonomics of the Thermal Environment – Instruments for Measuring Physical Quantities. Geneva, 1998.

JARIDM, C.H. Construção e avaliação de desempenho de modelo de mini-abrigo meteorológico de ventilação passiva para experimentos em campo de climatologia. In: GALVANI, E; GOBO, J. P. A; LIMA, N. G. B. (Orgs.). **Climatologia Aplicada II**. 1ed.Curitiba: CRV, 2018, v. 2, p. 221-232.

KLOK L., ZWART, S., VERHAGEN, H., MAURI E., 2012. The surface heat island of Rotterdam and its relationship with urban surface characteristics. **Resources, Conservation and Recycling** [online] 64. Disponível: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344912000110>. Acesso: 27 mai. 2023. DOI:10.1016/j.resconrec.2012.01.009.

LACERDA, F. F.; NOBRE, P.; SOBRAL, M. do C.; LOPES, G. M. B. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS GLOBAIS; UMA REALIDADE EM PERNAMBUCO. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, [S. I.], v. 11, p. 121–154, 2016. Disponível em: <https://journals.ufrrpe.br/index.php/apca/article/view/1118>. Acesso em: 28 maio. 2023.

MACIEL, C. R. **Análise da relação entre características do ambiente urbano e comportamento de variáveis microclimáticas**: Estudo de caso em Cuiabá-MT. 2011. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

MANIK, T.; SYAUKAT, S. Comparative Vulnerability Assessment of Urban Heat Islands in Two Tropical Cities in Indonesia. **British Journal of Environment and**

- Climate Change**, 10 jan. 2017. v. 7, n. 2, p. 119–134. Disponível em: <http://www.sciencedomain.org/abstract/19841>. Acesso em: 08 maio. 2024.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MATOS, F. B. et al. Ilhas de calor na zona urbana de Crato/Ceará/Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, p. 41-48, 2021.
- MATZARAKIS, A.; HWANG, R. L. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. **Build Environ.**, 45(1), p.213-221, 2010.
- MEDEIROS, R. M. et al. Thermal variability and apparent temperature between the years 1962 and 2015 in the great metropolis of Recife-PE, Brazil. **Revista brasileira de Geografia Física** v.11, n.01(2018) 016-027. Disponível em: <http://www.ufpe.br/rbgfe>. Acesso em: 19 mar. 2024.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. 1. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.
- MOLLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, n.1, p. 1-10, 2002.
- MONTE, M.; ANTUNES, A.; DADI. **Portas**. Álbum Portas, CD, MPB, 48:58, primeira faixa, 2:42. Sony Music, 2021.
- MONTEIRO, C. A. F. **Clima**. Rio de Janeiro: Editora IBGE, 1968.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. Série Teses e Monografias, nº25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.181p.
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.
- MOREIRA, A. B. **A vulnerabilidade socioespacial à ilha de calor urbana na cidade de Recife, PE, Brasil**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-graduação em Geografia, UFPE, Recife, 2021, 155p.
- MOREIRA, A. B.; NÓBREGA, R. S.; MENDES, T. G. L.; SANTOS, P. F. C.; ZAMPARONI, C. A. G. P. O fator de visão do céu e o clima urbano na cidade do Recife-PE/ Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, p. 28-47, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v28i0.71518>. Acesso em: 17 ago. 2023.
- MOREIRA, AB, RS NÓBREGA, LS D. A. WANDERLEY, E A. MATZARAKIS, 2024: Vulnerabilidade à Ilha de Calor Urbana na Cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. *Wea. Climate Soc.* , 16 , 105–116, <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-23-0082.1> .
- MOREIRA, E. B. M.; NÓBREGA, R. S.; SILVA, B. B. Estimativa do saldo de radiação instantâneo na cidade do Recife, através de imagens do satélite Landsat 5 Tm. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 3, p. 589-601, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acesso em: 05 jul. 2024.
- MOREIRA, E. B. M. Influência da expansão urbana em Recife (PE) no fluxo de calor sensível através de imagens digitais do TM Landsat 5. **Revista de Geografia (UFPE)**, Recife, v. 30, no. 2 p. 153-168, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia>. Acesso em: 02 fev. 2024

MOURA, M. O. **O clima Urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2008, 318p.

NASCIMENTO, C. C. **Clima e morfologia urbana em Belém.** Dissertação (Mestrado em Desenho Urbano) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da UNB, 1995.

NASCIMENTO, J. H. *et al.* Variação espacial de parâmetros meteorológicos e do conforto térmico em recorte urbano com diferentes configurações paisagísticas, Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n.1 (2019), 009-021, 2019.

NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. S. O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife. **Revista de Geografia (UFPE)** V.28, No. 1, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia>. Acesso em: 01 abr. 2024

NÓBREGA, R. S.; SANTOS, P. F. C.; MOREIRA, E. B. M. Morfologia urbana e ilhas de calor na cidade do Recife/PE: distribuição espacial e intensidade. **Revista de Geografia (RECIFE)**, Recife, V.33, No. 4 p. 319-333, 2016. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia>. Acesso em: 10 mar. 2023

NÓBREGA, R. S.; VITAL, L. A. B. Influência da Urbanização sobre o Microclima de Recife e Formação de Ilha de Calor (Influence of Urbanization on the Climate of Recife and Development of Heat Island). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.I.], v. 3, n. 3, p. 151-156, nov. 2010. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf/article/view/232670/26683>. Acesso em: 28 maio 2023. doi:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v3i3.232670>. Acesso em: 24 jun. 2024

NÓBREGA, R. S.; MOREIRA, A. B; DUBREUIL, V. Variações temporais e espaciais da intensidade da ilha de calor urbana na cidade do Recife-PE (Brasil). **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 12, n. 2, p. 84-111, 2022.

NUCCI, J. C. Qualidade ambiental e adensamento Urbano. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Humanistas/FFLCH-USP, 2008.

OKE, T.R.; SPRONKEN-SMITH, R.A.; JÁUREGUI, E. & GRIMMOND, C.S.B. The energy balance of IMéxico City during the dry season. **Atmospheric Environment**, v. 33, p. 3919-3930, 1999.

OKE, T.R. Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites; **World Meteorological Organization: Vancouver**, BC, Canada, 2006.

OKE, T.R. *et al. Urban climates.* Cambridge University Press, 2017.

OSÓRIO, M. V. S. **Identificação de ciclorrotas:** mobilidade cicloviária entre os Campi Centro e Saúde da UFRGS, 2018.

OLIVEIRA, P. W. A.; IDAS, A. V. L; MENDES, T. G. L.; MOURA, M. O. CLIMA URBANO DO RECIFE-PE: LEVANTAMENTO PRELIMINAR DA LITERATURA. In: XV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica - XV SBCG, 2023, Guarapuava - PR. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica - XV SBCG**, 2023. v. XV.

OLIVEIRA, G. C. S; SILVA JUNIOR, J. P; NÓBREGA, R. S; GIRÃO, O. Uma Abordagem da Geografia do Clima Sobre os Eventos Extremos de Precipitação em

Recife – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física** (UFPE), Recife, V.2, p. 265 - 279, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acesso em: 08 jan. 2024

OLIVEIRA, T. H. et al. Evolução espaço-temporal da drenagem superficial e do processo de impermeabilização em Santo Amaro, Recife-PE. (Time-Space Evolution of Surface Drainage and Waterproofing Process in Santo Amaro, Recife-PE).

**Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.I.], v. 8, n. 6, p. 1571-1587, jan. 2016.

ISSN 1984-2295. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233668/27246>. Acesso em: 27 mai. 2023. doi:<https://doi.org/10.5935/1984-2295.20150088>.

OLIVEIRA, T.H., Galvíncio, J.D., Pimentel, R.M.M., Silva, B.B., 2013. Uso e cobertura do solo e seus efeitos na distribuição da temperatura de superfície em área urbana. **Revista Brasileira de Geografia Física** [online] 6. Disponível: [www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/698](http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/698). Acesso: 27 mai. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA. **Tempo e clima**. Disponível em: <http://www.wmo.int>. Acesso em: 19 ago. 2023.

PAIVA, J. P. M. **Clima e ambiente construído**: o caso dos conjuntos habitacionais de Fortaleza/CE. 2018. 277 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2018.

PARSONS, Ken. **Human thermal environments**: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance. CRC Press, 2007.

PAULA, D. C. J. **Análise termohigrométrica pós intervenções urbanas em Cuiabá-MT**. 2017. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.

PONTUAL, V. Tempos do Recife: representações culturais e configurações urbanas. **Revista Brasileira de História**, 2001. v. 21, n. 42, p. 417–434. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010201882001000300008&lng=pt&tlang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010201882001000300008&lng=pt&tlang=pt). Acesso em: 02 set. 2023

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Recife**. Recife: PCR, 2005.

RAJKOVICH, N. B.; LARSEN, L. A bicycle-based field measurement system for the study of thermal exposure in Cuyahoga County, Ohio, USA. **International journal of environmental research and public health**, v. 13, n. 2, p. 159, 2016.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: P.W., 1988.

SANT'ANNA NETO, J. L. Desafios da climatologia geográfica no Brasil: da competência técnica ao compromisso social. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S. (Orgs.). **Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica**. 1. ed. Dourados: Editora da UFGD, 2012, v. 1, p. 13-38.

SANTOS, F. M. M. **Influência da ocupação do solo na variação termohigrométrica na cidade de Cuiabá-MT**. 2012. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá,

2012.

SANTOS, J. S. **Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em uma cidade tropical úmida**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande: Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, 2011.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1994.

SANTOS, V. A.; SILVA, C. A. A paisagem urbana e o clima urbano de cidades de médio porte do Centro-Oeste brasileiro, Dourados (MS) e Rio Verde (GO). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 2010-2023, 2017.

SHAMS, J.C.A.; GIACOMELI, D.C., SUCOMINE, N.M. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **REVSBAU** [online] 4, 2009. Disponível: [http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos\\_cientificos/artigo71.pdf](http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo71.pdf). Acesso em: 27 mai. 2023.

SEPLAN/PCR (2006) - Secretaria de Planejamento Participativo, Obras e Desenvolvimento Urbano e Ambiental. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br>. Acesso em: 23 mai. 2023.

SILVA, L. F. G; SOUSA, L. B. Seleção de anos padrão para análise rítmica em estudos de conforto térmico: uma proposta de “Confortogramas” a partir de índices. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, 2017.

SILVA, L. F. G.; SOUZA, L. B. Seleção de anos-padrão para análise rítmica em estudos de conforto térmico: uma proposta de confortogramas a partir de índices. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, p. 52-70, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/50657/32816> Acesso em: 20 out. 2022.

SOARES, G. A. S. *et al.* Annual surface temperature variability with thermal images from Landsat 8: a case study from the Boa Viagem neighborhood, Recife-PE. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, [S.I.], v. 12, n. 2, p. 75-87, maio 2022. ISSN 2237-2202. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/jhrs/article/view/252392/41643>. Acesso em: 30 maio 2023. doi:<https://doi.org/10.29150/2237-2202.2022.252392>.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V.; ASSIMS, J. M. O. SOBRAL, M. C. Áreas de risco mais vulneráveis aos desastres decorrentes das chuvas em Recife-PE. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 34, 2014.

SORRE, M. Le Climat. In: SORRE, M. **Les fondements de la géographie humaine**. Paris: Armand Colin, 1951. Chap. 5, p.13-43.

TARIFA JR.; ARMANI, G. Os climas “naturais”. In: TARIFA, JR.; AZEVEDO, T. R. (Org.). Os climas na cidade de São Paulo. São Paulo. **GEOUSP**, n. 4, p. 34-46, 2001b.

THOM, E. C. The discomfort Index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57-61, abr. 1959.

TORRES, F. T. P., MACHADO, P. J. de O. **Introdução à Climatologia**. Editora Cengage Learning, 2011.

VAEZA, R. F. et al. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p. 23-29, 2010. Disponível em: <http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

VALIN JR, M. O.; SANTOS, F. M. M. ; RIBEIRO, K. F. A. ; NOGUEIRA, M. C. J. A. ; NOGUEIRA, J. S. Análise da relação entre abrigos meteorológicos alternativos para pontos fixos e o comportamento de variáveis termo higrométricas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, p. 157-179, 2016.

VALIN JR, M. O. **Análise de abrigos termo-higrométricos alternativos para transectos móveis**. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-Gaduação em Física Ambiental. Cuiabá: Instituto de Física, 2019.

VECCCHIA, F. A. da. **Clima e ambiente construído**. A abordagem dinâmica aplicada ao conforto humano. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Programa de Pós-Graduação em Geografia.FFLCH/USP. Universidade de São Paulo, 316p. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v51n1/01.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

VIANA, S. S. M. **Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, UNESP, Presidente Prudente, 2006, 190p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to the Global Observing System, WMO n° . 488**, 3<sup>a</sup> ed. Genebra: WMO, 2007

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation: (CIMO Guide)** Geneva: WMO, 2014.

WANDERLEY, L. S. A.; NÓBREGA, R. S.; MOREIRA, A. B., ANJOS, R. S. ALMEIDA, C. A. P. As chuvas na cidade do recife: uma climatologia de extremos. **Revista Brasileira de Climatologia**, V.22, p. 149-164, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima>. Acesso em: 09 fev. 2024.

WENG, Q., LU, D., SCHUBRING, J., 2004. Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island. studies. **Remote Sensing of Environment** [online] 89. Disponível em: <http://www.scienceIDrect.com/science/article/pii/S0034425703003390>. Acesso em: 27 mai.2023. DOI: 10.1016/j.rse.2003.11.005.

WENG, Q., QUATTROCHI, D.A., 2006. Thermal remote sensing of urban areas: An introduction to the special issue. **Remote Sensing of Environment** [online] 104. Disponível: <http://www.scienceIDrect.com/science/article/pii/S0034425706001763>. Acesso em: 27 mai. 2023. DOI: 10.1016/j.rse.2006.05.002

WRITZL, L. **Conforto térmico humano em caminhos disponíveis ao uso da bicicleta em Balneário Camboriú – SC, em situação veranil**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Naturais e Exatas, 103p. 2022.

ZANELLA, M. E; MOURA, M. O. O clima das cidades do Nordeste brasileiro: contribuições no planejamento e gestão urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 9, n. 11, p. 75-89, jan./jun, 2013.