

MICROCLIMAS EM AMBIENTE DE FAVELA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA (PB)

Anderson Vitor Lopes Dias

Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Geografia, João Pessoa, PB, Brasil
anderson.dias2@academico.ufpb.br

Marcelo de Oliveira Moura

Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Geografia, João Pessoa, PB, Brasil
marcelomoura@ccen.ufpb.br

RESUMO

O trabalho alinha-se à abordagem social da análise geográfica do clima para a realização de experimentos microclimáticos em lotes externos de favela na cidade de João Pessoa (PB). O objetivo central da pesquisa é averiguar, a nível horário e em padrões sazonais climáticos distintos, as alterações de variáveis meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar) em um ambiente de alta vulnerabilidade social. Para isto, foi conduzido um experimento piloto na favela Tito Silva, situada no bairro Miramar, município de João Pessoa (PB), um dos bairros de maior disparidade socioespacial da cidade. Foram selecionados pontos amostrais nos lotes externos da favela e fora dela, para mensuração horária e simultânea de dados de temperatura e umidade do ar em dois períodos distintos da sazonalidade climática da cidade. Os resultados principais indicam que os maiores valores de temperatura foram registrados nos lotes externos da favela, resultando em uma maior frequência de valores de desconforto térmico ao calor, principalmente no período mais quente e seco do ano em João Pessoa.

Palavras-chave: Vulnerabilidade social. Índice de desconforto. Temperatura. Umidade relativa do ar.

MICROCLIMATES IN A SLUM ENVIRONMENT IN THE CITY OF JOÃO PESSOA (PB)

ABSTRACT

The work is aligned with the social approach of the geographical analysis of the climate for the realization of microclimatic experiments in external plots of a slum in the city of João Pessoa (PB). The main objective of the research is to investigate the changes in meteorological variables (temperature and relative humidity) in a highly socially vulnerable environment. To this end, a pilot experiment was conducted in the Tito Silva Slum, located in the Miramar neighborhood, one of the neighborhoods with the greatest socio-spatial disparity in the city. Sampling points were selected in the external lots of the slum and outside it for hourly and simultaneous measurement of air temperature and humidity data in two distinct periods of the city's climatic seasonality. The main results indicate that highest temperature values were recorded in the external lots of the slum, resulting in a higher frequency of thermal discomfort values, especially during the hottest and driest period of the year in João Pessoa.

Keywords: Social vulnerability. Discomfort index. Temperature. Relative humidity.

INTRODUÇÃO

O acentuado processo de industrialização e urbanização brasileira, que se intensificou durante a segunda metade do século XX, contribuiu com o aumento e a manutenção da segregação socioespacial das cidades. A migração da população economicamente mais vulnerável para áreas periféricas urbanas é atrativa devido ao baixo custo de vida. No entanto, muitas dessas áreas possuem características físico-naturais com elevada suscetibilidade ambiental, tais como: terreno com declividade elevada, proximidade das margens de córregos e rios e áreas sujeitas a inundações e alagamentos. Nas cidades brasileiras, as áreas segregadas são resultantes do constante fracionamento dos espaços devido às ações promovidas pelo capital imobiliário/financeiro e dos agentes transformadores que o compõem, como por exemplo, os agentes políticos, imobiliários e sociais (Elias; Pequeno, 2007). Esses

elementos/processos somados com a construção intencionada de diretrizes e planejamento urbanos extremamente seletivos e excludentes, contribuíram com o processo de surgimento das favelas em áreas afastadas dos centros/polos econômicos das cidades brasileiras (Nascimento Júnior, 2018).

O termo favela refere-se a áreas com densidade residencial muito alta com elevado grau de impermeabilidade dos lotes, de difícil acesso, com infraestrutura e serviços insuficientes (Silva; Ribeiro, 2005; Elewa; Taha El-Garhy, 2013). Esses ambientes possuem condições microclimáticas particulares que agravam ainda mais os baixos índices de qualidade de vida e contribuem com a exposição dos residentes a riscos ambientais, a exemplo de riscos climáticos de natureza térmica ou de insalubridade térmica dos ambientes de uso coletivo ou das residências (Silva; Ribeiro, 2006). O conhecimento das alterações climáticas urbanas em suas diferentes escalas espaço - temporal é fator chave para a oferta de medidas de redução dos impactos e a potencialização dos aspectos positivos dessas alterações, e os estudos de clima urbano têm fornecido informações e propostas importantes neste sentido.

No Brasil, a abordagem do geógrafo Monteiro (1976, 2003) trouxe essa preocupação ao propor o Sistema Clima Urbano (S.C.U.), a partir do estudo de três áreas de aplicação tratadas sob uma abordagem sistêmica e de percepção humana, a saber: o subsistema termodinâmico (conforto térmico), o físico-químico (qualidade do ar) e o hidrometeorológico (impacto pluvial). No tocante ao campo de aplicação do S.C.U, ganharam destaque aquelas pesquisas relacionadas ao subsistema termodinâmico, em especial, estudos relacionados a dinâmica das ilhas de calor urbanas, conforme aponta Amorim (2019).

Silva e Ribeiro (2006) afirmam que embora a alteração climática nas cidades ocorra mais na escala local, ou seja, considerando toda a malha urbana, são as diferenciações nos ambientes intraurbanos (escala microclimática) que criam condições desfavoráveis ao conforto climático para seus habitantes. Experimentos microclimáticos realizados em ambientes externos da favela de Paraisópolis na cidade de São Paulo indicaram o aumento na ordem de 2,0°C a 3,0°C da temperatura do ar nesses ambientes se comparado com um ambiente não favelar (Silva; Ribeiro, 2005, 2006).

Diante do exposto, considera-se 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 (2008). Ao considerar a abordagem social na análise geográfica do clima e os estudos realizados por Silva e Ribeiro (2005, 2006) formula-se a seguinte hipótese: nos lotes externos da favela Tito Silva os extremos da temperatura do ar são mais intensos e frequentes do que em território com padrões socioeconômicos mais elevados, em virtude das construções habitacionais serem mais precárias, com materiais que dificultam o isolamento térmico, além da impermeabilização dos lotes – uma vez que são totalmente construídos – e o ordenamento espontâneo e denso com ruas irregulares e estreitas expondo os residentes a elevado grau de desconforto térmico ao calor.

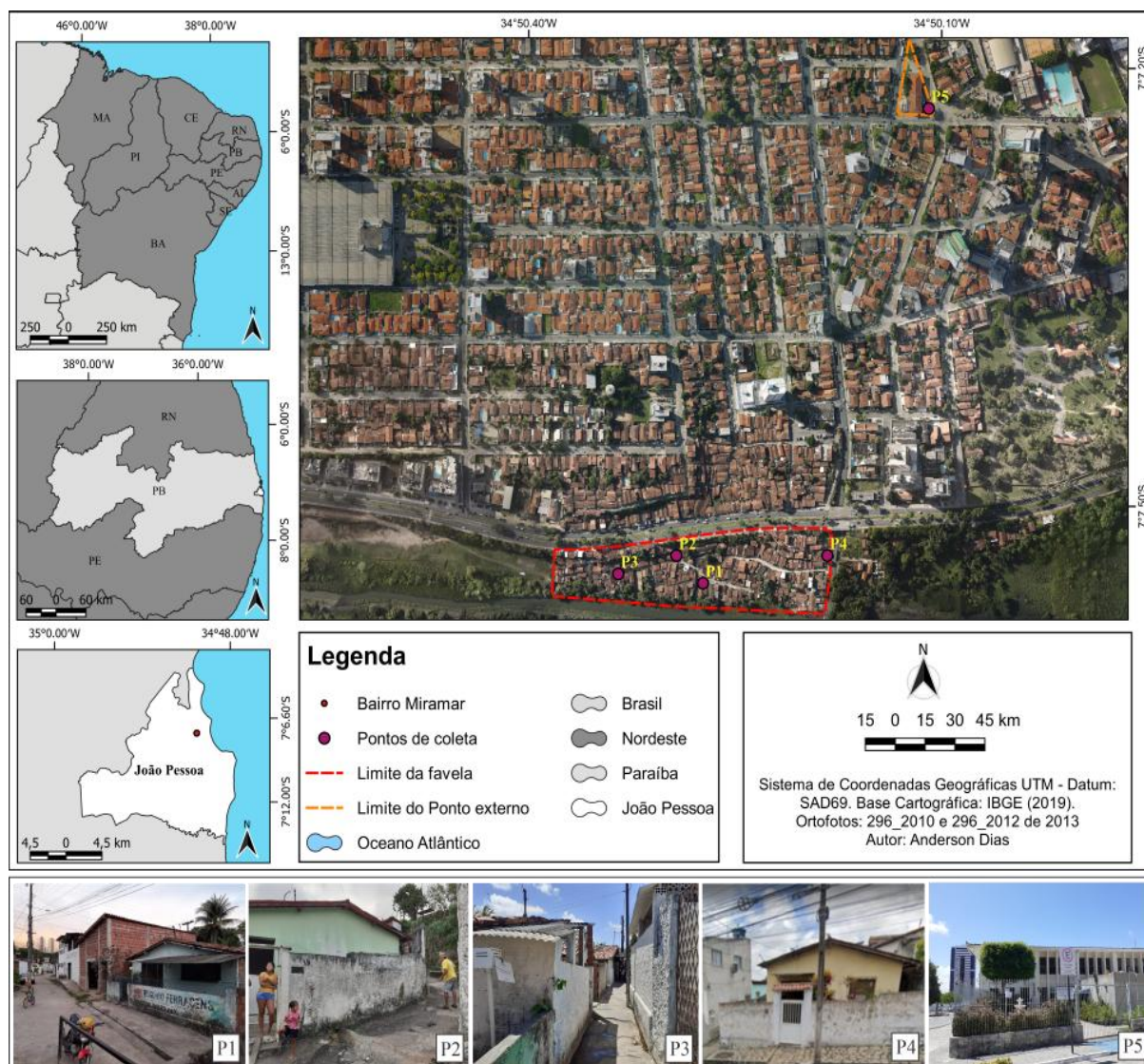
O presente estudo propõe contribuir para o entendimento de como os aspectos do microclima (perfil térmico e higrométrico) se configura nos ambientes que possuem alto grau de vulnerabilidade social, a exemplo de ambientes de favela situada em cidades de clima Equatorial de baixa latitude, como a cidade de João Pessoa. Assim, o objetivo central da pesquisa é averiguar, a nível horário e em padrões sazonais climáticos distintos, as alterações de variáveis meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar) em um ambiente de alta vulnerabilidade social, a favela Tito Silva, localizada no bairro Miramar, no município de João Pessoa (PB).

METODOLOGIA

Área de estudo

Parte do bairro Miramar, onde está localizada a área de estudo está ilustrado na figura 1, onde há ênfase na favela Tito Silva e o ponto externo a favela. A favela Tito Silva localiza - se às margens do rio Jaguaribe, em seu médio curso, no bairro Miramar (Figura 1), um dos bairros mais ricos da cidade. Porém, onde também se registram as maiores discrepâncias espaciais da vulnerabilidade social e ambiental de João Pessoa, conforme levantamento realizado por Silva (2018). Além dessa justificativa, a favela foi eleita para o experimento por ser uma das áreas de maior risco a inundação da cidade (Araujo *et al.*, 2019). Desta forma, os residentes desse território podem vivenciar um risco ambiental/climático híbrido, ora vivenciando situações sazonais de riscos a inundações, ora vivenciando situações diárias/horárias de desconforto térmico ao calor ao consumir e vivenciar os ambientes externos e os espaços de uso coletivo da favela.

Figura 1 - Mapa de localização da favela Tito Silva e dos pontos de coleta dos elementos climáticos, localizados no bairro Miramar, João Pessoa (PB)



Elaboração: Os autores, 2023.

Em termos mais operacionais, foram eleitos quatro pontos amostrais de coleta das variáveis meteorológicas nos lotes externos da Tito Silva e um ponto externo a favela, localizados no mesmo bairro. Para a escolha do ponto externo à favela, considerou-se o setor censitário do bairro Miramar que apresentou o menor índice de vulnerabilidade social e que estivesse localizado mais próximo a Tito Silva. Na escolha dos pontos amostrais considerou-se informações obtidas a partir da confecção do mapa de vulnerabilidade social do bairro Miramar e do mapeamento da vulnerabilidade social de João Pessoa realizado por Silva (2018). Além dessas informações, foram registrados os diferentes padrões de uso e ocupação do solo dos lotes externos da favela, os quais foram categorizados em carta temática. Na tomada de decisão da escolha dos pontos amostrais também se considerou a segurança dos aparelhos. A colaboração, voluntária, de alguns moradores do bairro; na vigilância dos equipamentos utilizados durante a mensuração das variáveis, foi imprescindível. O percurso metodológico da pesquisa é apresentado, de modo mais detalhado, nas seções a seguir.

Da confecção do mapa de vulnerabilidade social do bairro

Esta etapa foi realizada utilizando a metodologia de Silva (2018), de Tate (2012) e de Cunico, Lucena e Moura (2022). Além disso, foram utilizadas contribuições oriundas do Projeto de Pesquisa “Risco,

Vulnerabilidades e Desastres Hidroclimáticos no Estado da Paraíba: subsídios ao planejamento e à gestão dos territórios” desenvolvido pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA - UFPB), que se fez uso de indicadores para identificação de territórios com sobreposição de situações que indicam diferentes graus/ classes de vulnerabilidade social.

Em continuidade, realizaram-se a sistematização dos indicadores sociais disponibilizados no *síte* do IBGE (2010), conforme mostra as informações impressas no Quadro 1. A eleição dos indicadores sociais levou em conta as características das condições de vulnerabilidade social da população que reside no bairro Miramar. Nesta fase, foram listados 15 indicadores, divididos nas dimensões renda (3 indicadores) e situação social (12 indicadores). Os indicadores foram definidos de acordo com os estudos realizados por Silva, Moura e Cunico (2021) e Cunico, Lucena e Moura (2022).

Quadro 1 - Indicadores e atribuição de pesos das dimensões renda e dimensão social para análise da vulnerabilidade social do bairro Miramar

DIMENSÃO	PESO	INDICADOR
Renda	0,2	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes.
	0,3	Percentagem de pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo.
	0,5	Percentagem de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal.
Social	0,05	Percentagem da população infantil (até 12 anos incompletos).
	0,15	Percentagem de responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos.
	0,05	Percentagem da população de idosos (acima de 60 anos de idade).
	0,15	Percentagem de responsáveis por domicílios particulares permanentes com idade superior a 60 anos.
	0,05	Percentagem de responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados.
	0,1	Percentagem de pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo, do sexo feminino.
	0,1	Percentagem de pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, do sexo feminino.
	0,05	Percentual de moradores em domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral.
	0,05	Percentual de moradores em domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário.
	0,1	Percentual de moradores em domicílios particulares permanentes sem lixo coletado.
	0,1	Percentual de moradores em domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou oceano.
	0,05	Percentual de moradores em domicílios particulares permanentes sem energia elétrica

Fonte: IBGE, 2010. Organização: Os autores, 2023.

Para elaboração do índice de vulnerabilidade seguiram-se as etapas: i. seleção de indicadores para cada dimensão; ii. atribuição de pesos a cada indicador, para viabilizar a elaboração das classes de vulnerabilidade social; iii. padronização, visto que cada indicador apresentava unidades de medidas distintas e iv. agregação dos indicadores. Os pesos foram atribuídos a partir da compreensão acerca da contribuição dos indicadores para formar as condições de vulnerabilidade social; e a agregação de indicadores foi realizada por meio de combinações lineares como, por exemplo, escalas baseadas em suas somas ou médias. Desta forma, foi possível obter os valores mínimos e máximos de cada indicador, quando estes não eram iguais a ‘zero’ (Cunico, Lucena e Moura, 2022). Foram criadas 5 classes para classificar o nível de vulnerabilidade do bairro Miramar: muito baixo (0 – 0,2), baixo (0,21

– 0,4), médio (0,41 – 0,6), alto (0,61– 0,8) e muito alto (0,81 – 1,0). As classes vão de 0 a 1 - quanto mais próximo de um, maior o índice de vulnerabilidade social do setor censitário do bairro.

Da confecção da carta de uso e ocupação do solo da favela

No auxílio ao levantamento das informações lote a lote da favela utilizou-se uma foto-imagem (ortofoto 296 – 201 do ano de 2013), além do *croqui* com o contorno dos lotes e dos arruamentos disponíveis pela Diretoria de Geoprocessamento e Cadastro Urbano (DIGEOC) da Prefeitura do Município de João Pessoa do ano de 2017. Posteriormente, as informações foram estruturadas objetivando a aplicação de técnica de geoprocessamento para elaboração da carta temática. A metodologia que foi utilizada na confecção da carta e as categorias utilizadas para a favela Tito Silva foram baseadas em Nucci (2008) e adaptadas a esta pesquisa, atribuindo um código de identificação para facilitar o processo de mapeamento.

A geração do produto cartográfico foi fundamental na tomada de decisão da escolha dos lotes da favela onde foram instalados os abrigos meteorológicos para coleta dos dados. Por meio da confecção da carta foi possível criar uma síntese da espacialização dos indicadores de uso do solo, de verticalidade das edificações e da ausência/presença de arborização, os quais foram obtidos a partir dos levantamentos em campo e das informações fornecidas pelo IBGE a nível de setor censitário. Os indicadores utilizados para confecção da carta de uso e ocupação do solo foram: uso do solo, verticalidade das edificações e ausência/presença de arborização. É importante mencionar que os lotes reconhecidos pela prefeitura de João Pessoa não correspondiam a apenas uma única residência. Desta forma, as observações em campo permitiram o melhor reconhecimento e caracterização dos usos dos lotes externos.

Da mensuração das variáveis meteorológicas: procedimentos, averiguação e instrumental

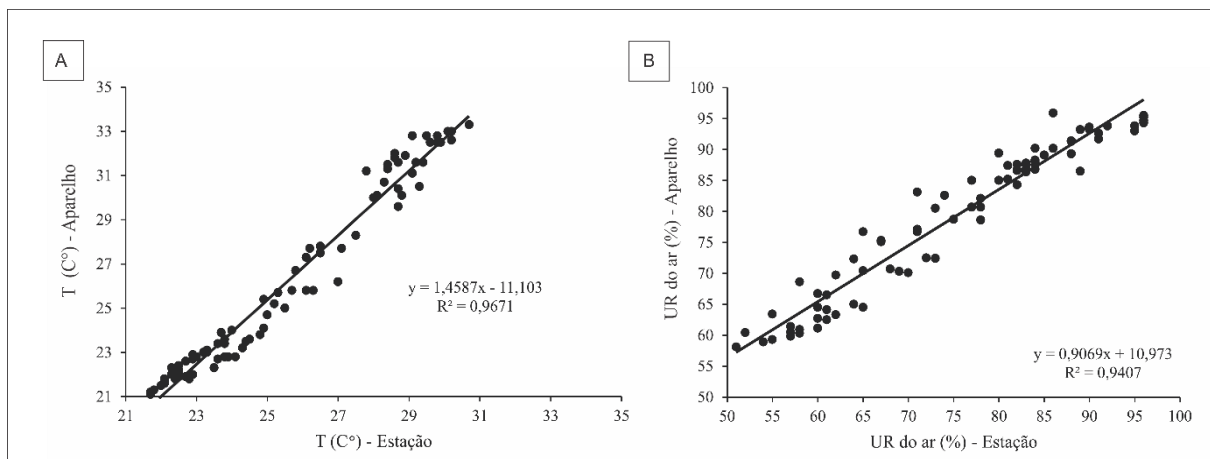
Os dados meteorológicos necessários para caracterização do clima do município de João Pessoa foram obtidos no *site* do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente a normal climatológica 1991 a 2020 (INMET, 2022). Foram considerados os valores das seguintes normais: i. temperatura máxima, mínima e média compensada (°C); ii. umidade relativa do ar média compensada (%); e iii. precipitação acumulada (mm). Os meses de coleta das variáveis em campo foram eleitos após verificar as médias mensais mais discrepantes dessas normais. As variáveis meteorológicas foram mensuradas no ano de 2022, compreendendo o período de 15 a 22 de julho (período úmido e chuvoso) e de 14 a 21 de dezembro (período quente e seco). O período utilizado justifica-se pela carência de recursos humanos para vigilância e segurança dos aparelhos. Durante a coleta de dados, os moradores se dispuseram a colaborar, voluntariamente, na vigilância por um período não superior a uma semana. Além disso, destacamos que uma parcela dos trabalhos de clima urbano no Brasil, em especial nesse nível escalar e do ambiente específico, aplicaram em suas metodologias escalas de análises episódicas (Sant'Anna Neto, 2022; Silva e Ribeiro, 2005, 2006).

As variáveis foram coletadas simultaneamente entre os pontos amostrais eleitos utilizando aparelhos digitais (termo-higrômetros AKSO, modelo AK172 mini) com memória de armazenamento e com exatidão de $\pm 0,8^\circ \text{C}$ para temperatura e $\pm 3\%$ para umidade relativa do ar. Os termo-higrômetros foram alocados em mini abrigos meteorológicos de baixo custo confeccionados pelo primeiro autor da pesquisa, de acordo com as recomendações técnicas de Lima e Silva (2019) e Matos *et al.* (2021). Os minis abrigos (17 cm²) protegiam os termo-higrômetros da radiação solar e da chuva. Foram confeccionados com madeira (MDF) forradas com fórmica branca, com o intuito de proporcionar melhor reflexão da energia solar. Os tripés tinham 1,75 m de comprimento e foram produzidos utilizando madeira e cano PVC (45 mm). A altura total do abrigo foi determinada para evitar o recebimento direto das ondas de radiação longas emitidas pela superfície e para que crianças não pudessem alcançá-los. O material utilizado na confecção dos minis abrigos garante eficiência quanto ao isolamento térmico, confiabilidade de proteção aos termo-higrômetros e resultados compatíveis com aqueles oriundos de estações oficiais (Castelhano; Roseghini, 2011; Lima; Silva, 2019; Matos *et al.*, 2021).

Para calibração dos sensores de temperatura e UR, o termo-higrômetro a ser calibrado e o de referência foram dispostos em mesmo ambiente sobre as mesmas condições meteorológicas. Um aparelho foi instalado junto ao espaço da Estação Meteorológica Automática (EMA) do INMET (Código: A320, Coordenadas: 7° 16' 52.7" S e 34° 81' 55.5" O), localizada no Campus I da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em João Pessoa. O período de avaliação foi de 96 horas ininterruptas, durante o período de 15 a 18 de junho de 2022, com comparações simultâneas com os dados gerados pela EMA/INMET, considerado como sensor de referência.

Após o período de medidas comparativas, foi realizada a calibração dos sensores através de regressão linear simples. Obteve-se um coeficiente de determinação entre os dados do sensor averiguado e o de referência para temperatura e UR de $R^2 = 0,9671$ e de $R^2 = 0,9407$, respectivamente. (Figura 2). Isto significa que o coeficiente de determinação (R^2) explica mais de 90% dos dados medidos com o termo-higrômetro calibrado, comparados com o termo-higrômetro de referência (termo-higrômetro da Estação). Desta forma, os resultados indicaram relação significativa e positiva ($p < 0,01$) entre os aparelhos e o sensor de referência. Em termos estatísticos, os dados que foram mensurados pelos termo-higrômetros em campo são confiáveis.

Figura 2 - Regressão linear entre a temperatura do ar (A) e a umidade relativa do ar (B) medidas pelo termo-higrômetro e a Estação Meteorológica Automática (EMA). *** significativo $p < 0,01$



Organização: Os autores, 2023.






Os termo-higrômetros foram programados para registrarem os dados em intervalos horários, de hora em hora, de forma simultânea e ininterrupta em um período de 7 dias, seguindo o mesmo padrão de coleta da EMA/INMET de João Pessoa. Entende-se que esse período de mensuração (15 a 22 de julho e de 14 a 21 de dezembro de 2022) é suficiente para contemplar uma sequência representativa da sazonalidade climática dos meses em que foram realizadas as mensurações, e com isso melhor qualificar a análise de possíveis padrões no ritmo horário e diário dos elementos climáticos mensurados.

Realizado os procedimentos de averiguação, a etapa seguinte foi a realização das coletas das variáveis meteorológicas nos pontos amostrais (Quadro 2). Os aparelhos termo-higrômetros foram programados para coletar dados em quatro pontos fixos nos lotes da favela (P1 a P4). Além de um ponto externo (P5), inserido no setor censitário que registrou o menor índice de vulnerabilidade social. A eleição deste ponto teve a finalidade de comparar a atenuação (ou a adição) térmica com os pontos eleitos no ambiente favelar.

Dos recursos de análise e do Índice de Desconforto (ID)

Para as análises estatísticas das variáveis mensuradas utilizaram-se testes quanto à normalidade e a homocedasticidade com Kolmogorov-Smirnov e Levene (Zar, 1996). Os parâmetros que tiveram a distribuição normal e homocedasticidade entre as variâncias foram testados utilizando-se testes paramétricos como o teste t e Análises de Variância (ANOVA) com um ou dois fatores. Para os parâmetros que apresentaram uma distribuição não normal e não homocedástica foram aplicados o teste de Mann-Whitney e Análises de variância Kruskal-Wallis (ANOVA Kruskal-Wallis) (Zar, 1996). Os fatores testados foram: sazonalidade (quente e seco e úmido e chuvoso) e pontos de coleta com e sem o ponto de referência- EMA (P1, P2, P3, P4, P5 e EMA). Como teste posteriori da ANOVA foi realizado o teste de Tukey, enquanto o teste posteriori da ANOVA Kruskal-Wallis foi o Mann-Whitney par-a-par. As análises foram realizadas com o auxílio dos programas PAST3, programa R (version 4.2.0, R Core Team, 2020), e a interface RStudio (version 2022.02.2, RStudio Team (2020), com licença livre. Em todas as análises estatísticas, o nível de significância $p < 0,05$ foi requerido para rejeitar a hipótese de nulidade.

Quadro 2 – Caracterização dos locais de coleta das variáveis meteorológicas acompanhada de registros fotográficos.

Ponto de referência	Localização	Largura da Rua (m)	Cota Altimétrica (m)	Descrição do Local	Fotografia
Próximo à galeria de esgoto que atravessa a favela	Rua Frei Damião (P1)	5,25	4	Via estreita adjacente a uma galeria de esgoto exposta, caracterizada por infraestrutura precária e ausência de saneamento adequado.	
Próximo à Avenida Beira Rio, avenida de intenso fluxo de veículos.	Rua Maria Júlia (P2)	2,93	6	Rua estreita, localizada próxima a uma via de alto tráfego, com predominância de moradias de alvenaria simples.	
Ponto de referência	Localização	Largura da Rua (m)	Cota Altimétrica (m)	Descrição do Local	Fotografia
Próximo ao rio Jaguaribe.	Rua Maria Júlia (P3)	1,5	4,58	Rua estreita e de difícil acesso, situada nas proximidades do rio, com vulnerabilidade a inundações e infraestrutura limitada.	
Entrada principal da favela, próximo à avenida de mesmo nome, de intenso fluxo de veículos.	Rua Tito Silva (P4)	12,65	11	Principal via de acesso à favela, com largura maior em comparação a outros pontos, permitindo fluxo de pedestres e veículos	
Ponto externo à favela, no setor censitário com menor índice de vulnerabilidade social.	Rua Manoel Gualberto (P5)	14,7	30,98	Área urbanizada fora dos limites da favela, com melhor infraestrutura, presença de áreas verdes e menor densidade habitacional.	

Organização: Os autores, 2023.

Foram analisados dados de temperatura e umidade relativa do ar média, máxima e mínima horária para o cálculo de amplitude de todos os pontos de coleta. Para investigar o grau de atenuação (ou a adição) térmica nos ambientes, foram utilizados cálculos de frequências das diferenças de temperaturas horárias, comparando os pontos de coleta internos nos ambientes de favela com o ponto externo à favela e com o da Estação Meteorológica (ponto de referência). Os dados de frequência se referem ao número de vezes que um determinado dado ocorreu dentro do limiar de conforto ou desconforto térmico. Foi considerado o limiar térmico na análise das diferenças dos valores: diferenças de temperatura 1°C foram consideradas como mais elevadas do que os pontos de referência. As diferenças acima de 1°C foram classificadas como mais quente, as diferenças abaixo de 1°C foram consideradas como mais amenas do que os pontos de referência e as diferenças $<1^{\circ}\text{C}$ serão consideradas iguais aos pontos de referência, conforme proposta de Silva e Ribeiro (2005).

No que tange a análise do conforto térmico foi utilizado o Índice de Desconforto (termo original inglês: *Discomfort Index* - DI) criado por Thom (1959) e adaptado por Giles; Balafoutis; Maheras (1990). Trata-

se de um índice definido por duas variáveis meteorológicas sendo expressa através da equação (1):

$$DI = Td - 0,55. (1 - 0,01. RH). (Td - 14,5) \quad (1)$$

Onde: DI = *Discomfort Index*; Td = temperatura de bulbo seco (°C); RH = umidade relativa (%).

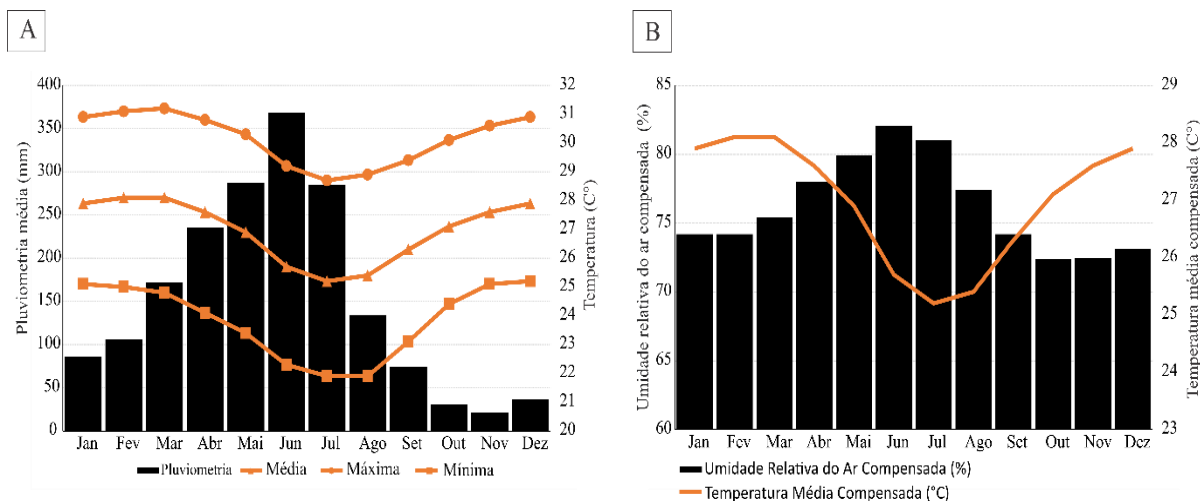
Na interpretação desse índice utilizaram-se as faixas ou zonas de conforto que expressam os valores limiares do ID e de suas respectivas condições de desconforto e conforto para a população, conforme sugestão de Silva e Souza (2017). Das faixas de avaliação do ID: $\leq 18,9$ °C (desconforto para o frio), $19,0$ °C a $25,6$ °C (conforto), $> 25,6$ °C (desconforto para o calor). A escolha do índice se justifica em razão de ser o índice mais utilizado nos trabalhos de geografia, conforme levantamento de Silva e Souza (2017) e por atender os objetivos da pesquisa que se utilizará da análise de somente duas variáveis meteorológicas (temperatura e umidade do ar).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Síntese de elementos climáticos de João Pessoa

O clima do município de João Pessoa é classificado como Clima Equatorial semiseco, litorâneo leste do Brasil (Novais; Machado, 2023). As temperaturas mais altas do município são registradas durante o mês de março (média máxima de $31,2$ °C), enquanto as mais baixas são registradas no mês de julho (média mínima $21,9$ °C) (Figuras 3A e 3B). Já o período de menor precipitação média acumulada mensal é registrada entre outubro e dezembro (variando de $21,2$ mm a $36,6$ mm) (Figura 3A) e com menor valor de umidade relativa média compensada no mês de outubro ($72,4\%$) (Figura 3B). Os maiores valores médios mensais da precipitação são registrados entre os meses de maio a julho (variação de $287,7$ mm a $284,9$ mm) (Figura 3A). Já os maiores valores de umidade relativa média compensada mensal são registrados nos meses de junho e julho (Figura 3B). A média anual de umidade relativa média compensada no valor de $76,2\%$, indica um valor alto ocasionado pela proximidade do município com o oceano Atlântico e pela intensidade e direção dos ventos, predominantemente de sudeste e de leste (Pereira, 2018).

Figura 3 - Dados da normal climatológica (1991 - 2020) do município de João Pessoa. (A) Pluviometria média acumulada (mm) e temperatura máxima, mínima e média mensal, (B) Umidade relativa do ar média compensada e temperatura média compensada (°C)



Fonte: INMET, 2022. Organização: Os autores, 2023.

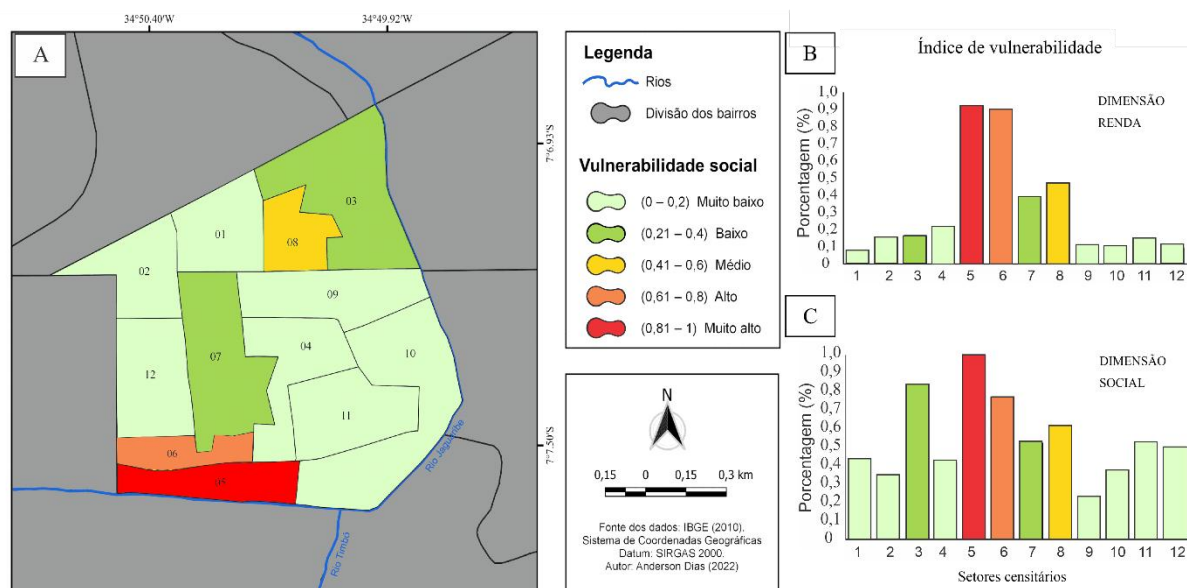
Análise da vulnerabilidade social do bairro Miramar

Na espacialização da vulnerabilidade social do bairro Miramar, a qual contempla os 12 setores censitários do bairro (Figura 4A), observa-se a disparidade econômica e social, perceptível durante a averiguação dos dados das sínteses das dimensões de renda e social (Figura 4B e 4C). Foi possível identificar que dois setores se destacaram negativamente; um referente à favela Tito Silva (setor 5) e um outro ambiente favelar do bairro (setor 6). Esses setores apresentaram os maiores percentuais de

privação econômica e social, conforme mostra os valores percentuais da dimensão renda (valores de 0,92 e 0,90; respectivamente) (Figura 4B) e os valores percentuais da dimensão social (1 e 0,84, respectivamente). Dessa forma, segundo a faixa de vulnerabilidade social, os setores 5 e 6 são classificados como com vulnerabilidade 'muito alta' e 'alta'. A favela Tito Silva apresenta-se inserida no limite máximo da classe, apresentando o maior índice em relação aos demais setores de condição não desejada a vulnerabilidade do bairro Miramar.

Ainda é possível constatar no mapa da Figura 4, que 9 setores do bairro apresentaram classificação de vulnerabilidade social 'muito baixa' ou 'baixa' (Figura 4A). Nos três setores com os menores índices (1, 9 e 10), quando se considera a dimensão renda, a população residente apresenta padrões socioeconômicos elevados, corroborados pelos indicadores de rendimento nominal médio mensal, que para estas famílias é superior a R\$ 5.000,00 (IBGE, 2010). Considerando o índice de dimensão social (Figura 4C), o setor 9 se destaca por apresentar os menores valores, e por isso, foi utilizado como ponto de referência externo à favela Tito Silva.

Figura 4 - Mapa da vulnerabilidade social (A), síntese da dimensão de renda (B) e síntese da dimensão social (C) do bairro Miramar



Fonte: IBGE, 2010. Elaboração: Os autores, 2023.

Uso e ocupação dos lotes da favela Tito Silva

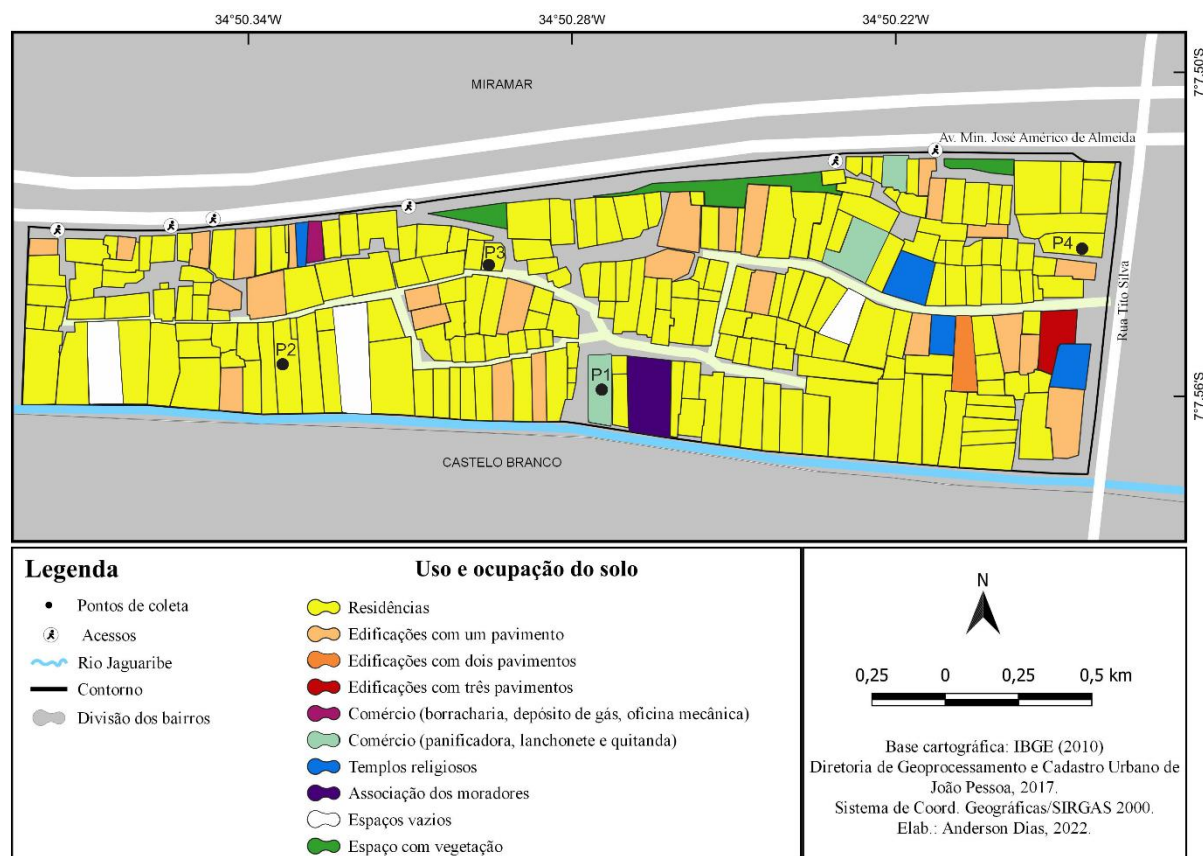
A partir dos levantamentos de dados *in situ* para a confecção da carta de uso e ocupação do solo da favela, levando em consideração as categorias propostas por Nucci (2008), foi possível identificar como é constituída a tipologia dos lotes externos da favela Tito Silva. Ela é composta, em sua maioria, por residências de alvenaria; sendo 26 edificações do tipo pavimento, 1 edificação com dois pavimentos representados e 1 edificação com 3 pavimentos (Figura 5).

Nucci (2008) divide a existência de comércios em duas categorias: i. estabelecimentos comerciais não relacionados a alimentação e estabelecimentos relacionados à alimentação. Durante as visitas de campo na favela, foi possível identificar as duas categorias, a primeira representada principalmente por borracharias, além de estabelecimentos de pequeno porte relacionados à alimentação. Também foram identificados: 4 templos religiosos, 1 associação dos moradores, 3 espaços vazios (lotes abandonados) e 3 espaços com vegetação, que são referentes às áreas de encostas presentes nas margens limitante da favela com a Avenida Beira Rio.

Durante o processo de coleta de dados não foram identificadas áreas voltadas à oferta de serviços públicos, de educação e de lazer. Segundo as informações dos moradores da favela o espaço da Associação supre a ausência de atividades educacionais e de lazer, através da oferta de aulas de reforço escolar para as crianças, além de aulas de artes marciais para o público infantojuvenil. Esses serviços são oferecidos por lideranças e por moradores.

A carta de uso e ocupação também foi utilizada para balizar as escolhas dos pontos de coleta das variáveis meteorológicas nos lotes da favela. O conhecimento da dinâmica construtiva da favela possibilitou uma melhor visualização das configurações dos lotes e dos padrões arquitetônicos presentes. Por este motivo, os minis abrigos meteorológicos foram instalados nas áreas que tinham como características um alto adensamento construtivo e próximo das ruas e avenidas com grande circulação de pessoas e de veículos.

Figura 5 - Carta de uso e ocupação do solo da favela Tito Silva, bairro Miramar



Fonte: Os autores, 2023.

Análise das variáveis meteorológicas

Registraram-se um padrão habitual diário/horário para a temperatura e a UR, com temperaturas mais elevadas e UR mais baixas no período entre 6h e 16h. Os valores das variáveis são significativamente diferentes entre os períodos sazonais (quente/seco e úmido/ chuvoso), com temperaturas bem mais elevadas e UR mais reduzida no período quente e seco (Figura 6, Mann-Whitney; $p < 0.05$). É possível observar maior variação na temperatura e na UR em alguns pontos internos do ambiente favelar (P2 e P4) durante o período quente e seco. As maiores temperaturas e os menores valores de UR foram registrados nesses pontos (Tabela 1 e Figuras 6 e 7). Estes resultados convergem com os resultados expostos por Silva e Ribeiro (2005, 2006) e por Wang *et al.* (2019) para ambientes de favela.

No período quente e seco, a temperatura é um fator importante quando se observam os valores registrados nos pontos amostrais, sendo significativamente diferente entre o ponto externo e aqueles internos à favela (Figura 6, ANOVA Kruskal-Wallis; $p < 0.05$). Essa diferença é mais marcante para os pontos P2 e P4, que apresentaram temperaturas médias de mais de $2,0^{\circ}\text{C}$ de diferença em alguns horários do dia com relação ao ponto externo à favela (Mann-Whitney par-a-par; $p < 0.05$). As maiores amplitudes de temperatura registradas durante o experimento foram observadas nestes pontos, onde P2 apresentou uma amplitude de $9,4^{\circ}\text{C}$, e P4 de $9,1^{\circ}\text{C}$, com máxima de $35,2^{\circ}\text{C}$ e $34,8^{\circ}\text{C}$, respectivamente (Tabela 1). No entanto, a UR não varia significativamente (Figura 6, ANOVA Kruskal-Wallis; $p > 0.05$).

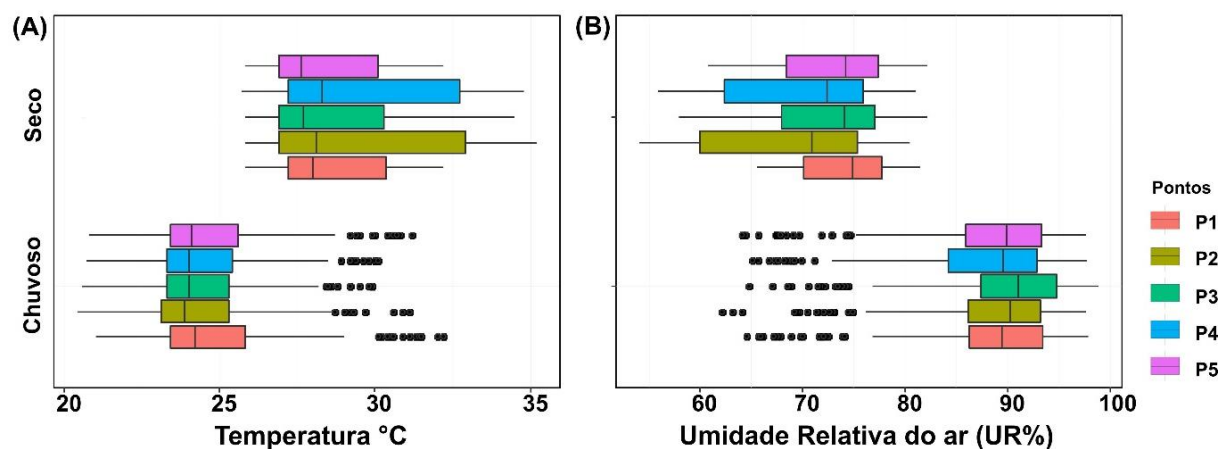
Durante o período úmido e chuvoso, a temperatura não apresentou muita variação. Porém, a UR parece ser o fator mais relevante deste período. A partir disso, também se destacam que os valores obtidos nos pontos P2 e P4, com uma amplitude de UR (13,5%), são os mais reduzidos entre os valores registrados dos experimentos. Durante este período, P1 apresentou as maiores temperaturas (máxima de 32,2° C) e amplitude térmica (11,2° C). Este ponto está localizado na rua principal da favela, que possui uma largura de 5,25m, tal característica do arruamento e pavimentação acaba permitindo a entrada de insolação na sua base, contribuindo para o aquecimento do ar (Silva e Ribeiro, 2006).

Tabela 1 - Síntese das medidas estatísticas das variáveis meteorológicas: período úmido e chuvoso (15/07/2022 a 22/07/2022) e quente e seco (14/12/2022 a 21/12/2022). Pontos amostrais da favela (P1 a P4), Ponto fora da favela (P5) e Estação Meteorológica Automática de João Pessoa (EMA)

Período úmido e chuvoso										
	Média		Mediana		Valores (°C)			Valores (%)		
	T°C	UR(%)	T°C	UR(%)	Máximo	Mínimo	Amplitude	Máximo	Mínimo	Amplitude
EMA	24	86	23,6	88	28,4	20,4	8	98	60	38
P1	24,4	88	24,2	89,5	32,2	21	11,2	97,9	64,5	33,7
P2	24,9	88,1	23,8	90,2	31,1	20,4	10,7	97,7	62,1	13,5
P3	24,5	89,5	24	91	29,9	20,7	9,2	98,9	64,7	34,2
P4	24,5	87,5	24	89,5	30,1	20,7	9,4	97,8	84,3	13,5
P5	24,8	88,1	24,1	89,5	30,2	20,8	9,4	97,7	64	33,7
Período quente e seco										
EMA	27,6	67,3	26,9	69	31,5	24,2	7,3	82	52	30
P1	28,6	74	28	74,9	32,2	25,8	6,4	81,5	65,5	21,5
P2	29,6	68,1	28,1	70,9	35,2	25,8	9,4	80,4	54	25,2
P3	28,6	72,4	27,7	74,1	34,5	25,8	8,7	82,2	57,9	24,3
P4	29,6	69,7	28,3	72,4	34,8	25,7	9,1	81	55,8	25,2
P5	28,5	72,9	27,6	74,2	32,2	25,8	6,4	82,2	60,7	21,5

Elaboração: Os autores, 2023.

Figura 6 - Box-plots com dados da (A) Temperatura (°C) e (B) Umidade relativa do ar (UR): período úmido e chuvoso (15/07/2022 a 22/07/2022) e quente e seco (14/12/2022 a 21/12/2022). Pontos amostrais da favela (P1 a P4), Ponto fora da favela (P5) e Estação Meteorológica Automática de João Pessoa (EMA)

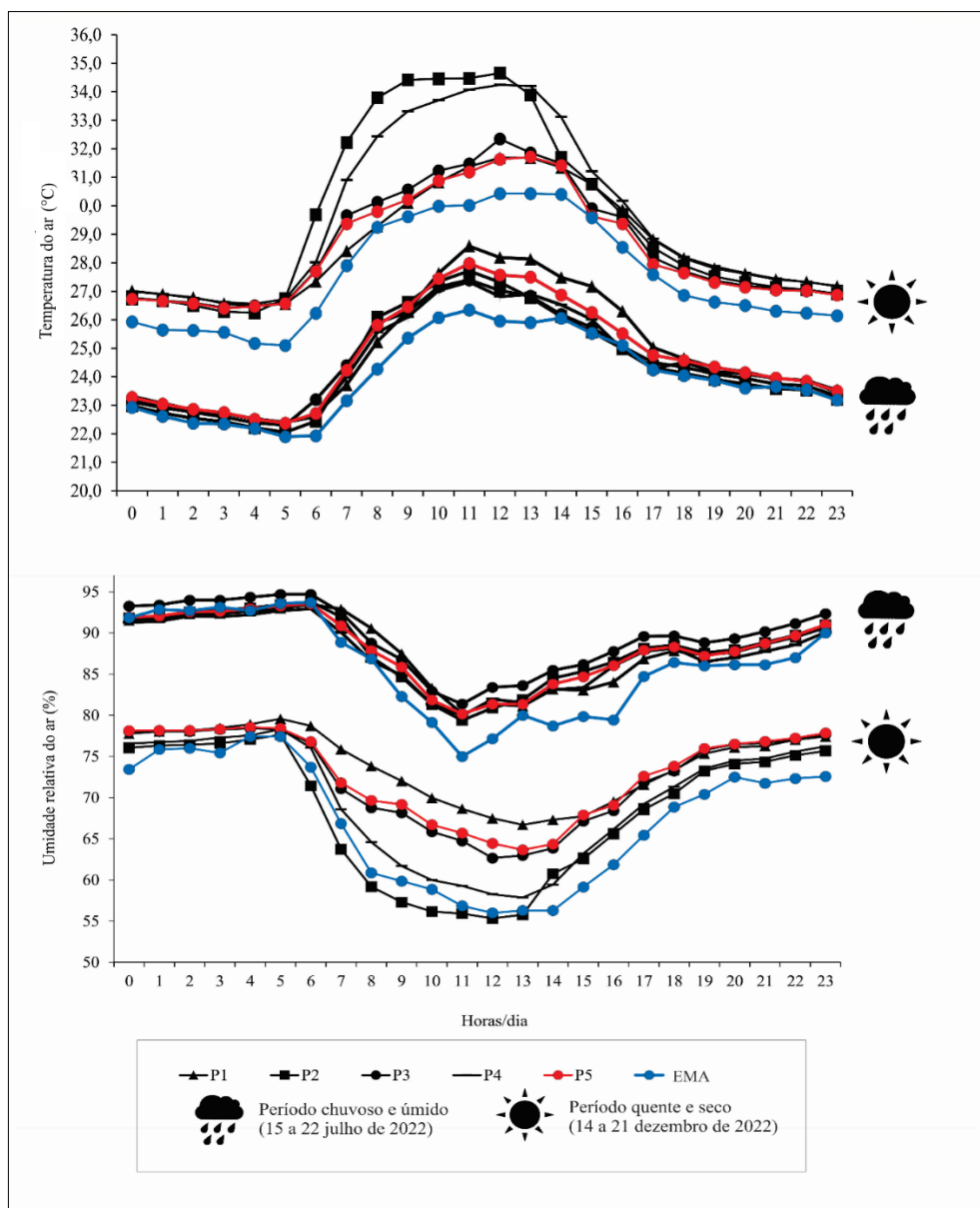


Fonte: Os autores, 2023.

Ao considerar que a área de estudo está localizada em uma região de padrão climático Equatorial de baixa latitude, em que a temperatura do ar é mais homogênea e uniforme ao longo do ano, destacamos

que no período quente e seco, os valores obtidos de temperatura dentro do ambiente favelar foram mais expressivos. Fator este adicionado, a alteração dos padrões de cobertura do solo causados pela substituição da vegetação e por outros elementos, tais como: a pavimentação de ruas e a elevada densidade construtiva, que intensificam o comportamento térmico do ambiente de favela.

Figura 7 - Média do ciclo diário de temperatura e umidade relativa do ar dos períodos úmido e chuvoso (15/07/2022 a 22/07/2022) e quente e seco (14/12/2022 a 21/12/2022). Pontos amostrais da favela (P1 a P4 em cor preto), Ponto fora da favela (P5 em cor vermelha) e Estação Meteorológica Automática de João Pessoa (EMA) em cor azul



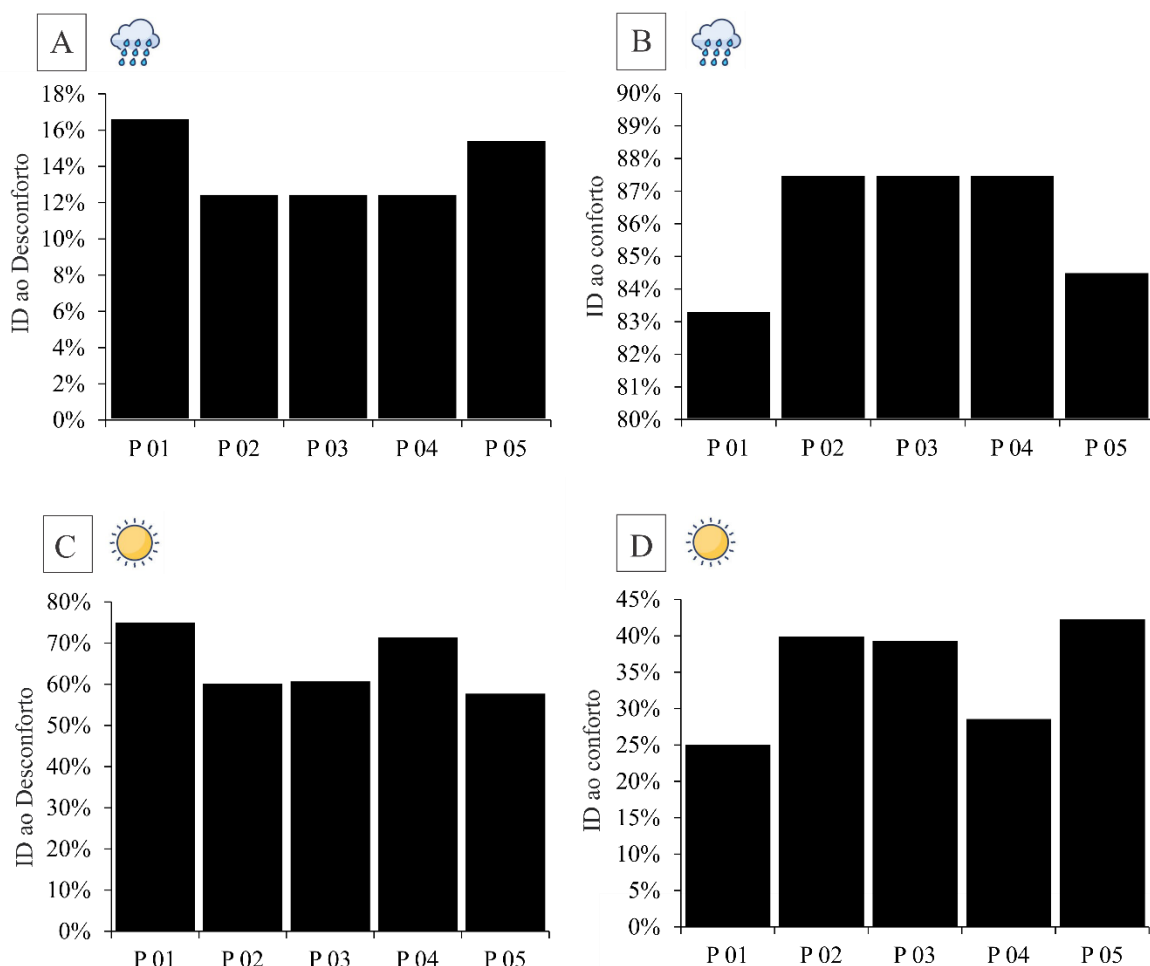
Fonte: Os autores, 2023.

Análise do Índice de Desconforto (ID)

No período úmido e chuvoso (Figura 8A e 8B) as temperaturas ID se mantiveram na faixa de neutralidade térmica, ou seja, indicaram valores na faixa de conforto, durante a maior parte dos horários do dia. Valores ID que almejam desconforto ao calor ($>25,6^{\circ}\text{C}$) foi observado, de modo mais frequente, no período entre 10h e 13h. O maior valor registrado de ID foi no ponto P1 com valor de $29,0^{\circ}\text{C}$, com frequência de desconforto ao calor de 17% (Figura 8A). Nos outros pontos os valores de

ID não ultrapassam os 28,0° C. No período úmido e chuvoso, a frequência relativa ao conforto foi >80% para todos os pontos amostrais (Figura 8B). Como já esperado, durante a realização dos experimentos, não foram registrados valores ID para faixa de desconforto térmico ao frio.

Figura 8 - Frequência relativa para os valores ID ao desconforto ao calor (A) e conforto (B) para o período úmido e chuvoso (15/07/2022 a 22/07/2022) e valores ao desconforto ao calor (C) e conforto (D) para o período quente e seco (14/12/2022 a 21/12/2022). Pontos amostrais da favela (P1 a P4) e Área fora da favela (P5)



Fonte: Os autores, 2023.

Ao observar os dados de frequência do conforto/desconforto do período úmido e chuvoso, destacam-se os maiores valores de frequência para o P5 (fora do ambiente favelar) e para o P1 (localizado na favela). Destaca-se que os limiares de conforto e de desconforto no P5 ficou apenas 3% abaixo dos limiares de conforto e 2% acima do desconforto se comparado com os pontos P2, P3 e P4, que apresentaram temperaturas na faixa de conforto durante o período em tela. É provável que o ambiente externo a favela, possua maior capacidade de adaptação às variações de temperatura, ou seja, essas áreas externas, provavelmente apresentam características que contribuem para a regulação do conforto térmico, tais como: áreas com mais presença de vegetação que, de acordo com Silva (2023), contribuem de forma favorável para a regulação da temperatura do ar, pois possuem menor capacidade calorífica.

No período quente e seco (Figura 8C e 8D), observam-se um padrão de desconforto térmico ao calor (>25,6° C) entre 5h e 17h em todos os pontos amostrais. Porém, o ID no ponto externo à favela (P5) não registrou valores superiores aos 29,0° C. Em alguns pontos amostrais na favela o ID é superior ao ponto externo em mais de 1,0° C. Assim, os pontos da favela registraram elevada frequência de valores de desconforto ao calor. Destaque para os pontos P1 e P4, que durante o período quente e seco,

registraram os maiores valores de ID para o desconforto ao calor, com frequência relativa de mais de 70% (Figura 8C). O ponto externo (P5) apresentou a maior frequência relativa de conforto registrada no período quente e seco, com valor de 42% (Figura 8 D). Outro ponto de destaque é o P3, por apresentar valores de ID próximo dos registrados no ponto fora da favela. O P3 é o ponto mais próximo do rio Jaguaribe, logo quando somamos a elementos como, proximidade do rio e arruamento estreito, o resultado dos valores do ID indica maior frequência relativa de temperaturas na faixa do conforto térmico, corroborando com os resultados apresentados por Silva e Ribeiro (2005). Porém, ao realizar uma análise integrada observando temperatura e a umidade relativa do ar, para poder delimitar o índice de desconforto térmico humano, observou-se, que P3 ficou 3% acima do limiar de desconforto humano se comparado a P5. Portanto, mais uma vez fica evidente que as características típicas do ambiente externo à favela influenciam na variação térmica, assim possibilitando a redução de temperaturas e, consequentemente, possibilitando maior frequência de conforto térmico/salubridade térmica aos residentes. Enquanto no ambiente favelar, infere-se que os residentes sejam mais expostos ao estresse ao calor provocado por temperaturas de ID mais elevadas e com maior frequência, quando comparado a um ambiente não favelar.

Intrinsecamente, ao relacionar os dados meteorológicos e de ID com os indicadores utilizados na construção da vulnerabilidade social do bairro Miramar, na perspectiva teórica da Geografia do Clima (Sant'Anna Neto, 2008), observam-se que as circunstâncias em que o território da Tito Silva foi (e tem sido) produzido em comparação com os outros setores de menor índice de vulnerabilidade do bairro aponta para o aumento da temperatura do ar e, consequentemente do desconforto térmico ao calor no ambiente favelar, pois na concepção socioambiental da Geografia do Clima os efeitos dos fenômenos climáticos sobre um espaço construído de forma socialmente desigual também geram problemas de natureza climática desiguais.

Nessa perspectiva, em que os efeitos negativos da temperatura do ar na população são estreitamente relacionados a segregação socioespacial, em especial, nos territórios dos espaços urbanos, citam-se outros trabalhos que foram desenvolvidos em comunidades de alta vulnerabilidade social ou em favelas no Brasil, a exemplo dos trabalhos nas favelas de São Paulo/SP (Paraisópolis e Jardim Colombo) por Silva e Ribeiro (2005 e 2006) e Santos, Galvani e Gobo (2022), de modo respectivo. Destaque também para a pesquisa de Araújo e Sant'Anna Neto (2022) para as comunidades da cidade de São Luís/MA. Esses trabalhos, apesar do distanciamento técnico e operacional, se concatenam com os dados obtidos na pesquisa em tela, visto que, tanto em intensidade como em frequência registraram aumento para o desconforto térmico (principalmente desconforto ao calor) para a população residente em territórios de privação socioeconômica em distintos tipos climáticos do Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica realizada para esta pesquisa, à nível nacional, revelou que os estudos sobre a compreensão dos impactos microclimáticos nas populações que residem em áreas de favela ainda são incipientes. Assim, foi na perspectiva de contribuir para a mudança desse cenário que o presente trabalho imprimiu informações sobre as alterações de variáveis meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar) em um ambiente favelar de uma cidade de clima Equatorial de baixa latitude. Fazendo uso do prisma teórico da Geografia do Clima, a pesquisa não se limitou à análise das variáveis meteorológicas, visto que, foi adicionada a análise de aspectos voltados a espacialização da vulnerabilidade social da população, buscando compreender a contribuição de indicadores socioeconômicos e de infraestrutura urbana na materialização dos riscos climáticos de natureza térmica (desconforto térmico ao calor) para os residentes da favela Tito Silva.

Os principais resultados demonstraram que os padrões sazonais climáticos da cidade de João Pessoa e as características das áreas internas da favela, como proximidade com cursos de água (rio Jaguaribe) e com avenidas com intenso fluxo de veículos foram fatores que contribuíram para o estabelecimento das faixas de conforto térmico do índice ID registrados. Dessa maneira, os moradores da Tito Silva se encontram mais fortemente expostos ao estresse térmico ao calor durante o período mais quente e seco da cidade. O padrão de arruamento e o uso e ocupação do solo são elementos que justificam a ocorrência de altas temperaturas e o baixo poder de resfriamento do ambiente da favela. Levando em consideração esses aspectos, os resultados confirmaram a hipótese de que no ambiente da Tito Silva os extremos de temperatura do ar são mais intensos e frequentes do que em ambientes com padrões socioeconômicos mais elevados.

Apesar deste estudo utilizar apenas duas variáveis meteorológicas (temperatura e umidade), foi possível observar diferença significativa entre o ambiente da favela e o ponto externo a ela. Contudo, destacamos a importância de se mensurar as variáveis em mais pontos amostrais para que se tenha dados mais robustos com relação a análise estatística. Também recomendamos que sejam mensuradas outras variáveis meteorológicas, como por exemplo, a radiação solar incidente e a velocidade e direção dos ventos; para melhor caracterização microclimática e possibilidade de inferências dessas variáveis no ambiente favelar e fora dele. Também sugerimos a formulação e aplicação de questionários para o conhecimento do grau de percepção/sensação de conforto térmico dos moradores.

Por fim, enfatizamos a necessidade de desenvolvimento de pesquisas que tenham como objetivo o estudo do microclima em ambiente de favela através de práticas instrumentais integradas aos fatores sociais presentes nestes ambientes. A Tito Silva, no bairro Miramar, foi utilizada nesta pesquisa como piloto de pesquisa em ambiente favelar, mas ela apresenta características comuns a diversos ambientes favelares existentes nas cidades brasileiras. Em função disso, acreditamos que a metodologia utilizada no presente estudo pode ser aplicada em ambientes similares.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO - UFPB) e ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA - UFPB), além do apoio financeiro concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), em forma de bolsa de estudo nível mestrado.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, p. 22-46, 2019. <https://doi.org/10.5380/abclima.v0i0.65136>
- ARAUJO, M. O. L.; MOURA, M. O.; SILVA, N. T.; CUNICO, C. Participação social para ações de redução de riscos de desastres na comunidade Tito Silva, João Pessoa - PB. **REDE: Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 13, n.1, p. 45-55, 2019. <https://doi.org/10.22411/rede2019.1301.04>
- ARAÚJO, R. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. Clima, vulnerabilidade socioespacial e saúde da população urbana de São Luis (MA). **Revista Espaço e Geografia**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 367:395, 2022. <https://doi.org/10.26512/2236-56562015e40069>
- CASTELHANO, F.J., ROSEGHINI, W.F.F. A utilização de policloreto de vinila (PVC) na construção de mini-abrigos meteorológicos para aplicação em campo. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 48-55, 2011. <https://doi.org/10.5380/abclima.v9i0.27514>
- CUNICO, C.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. de O. Vulnerabilidade socioambiental e risco de desastre por inundações no estado da Paraíba, Brasil: socio-environmental vulnerability and disaster risk by flooding in Paraíba state, Brazil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 42, n. 01, 2022. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/71324>. Acesso em: 26 jan. 2025. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2023v17n1.68164>
- SILVA, J. M. Influência da vegetação arbórea no conforto térmico de área urbana. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 01, p. 633-645, 2023. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.1.p633-645>
- LIMA, T. F.; SILVA, J. M. O. Conforto térmico nas escolas do Crato-CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 21, n. 2, p. 948-961, 2019. <https://doi.org/10.35701/rcgs.v21n2.563>
- ELEWA, A. K. A.; TAHA EL-GARHY, W. A. The roles of the urban spatial structure of the main cities slums in Egypt and the environmental pollution. **Urban Environment: Proceedings of the 11th Urban Environment Symposium (UES)**. Springer Netherlands, p. 179-191, 2013. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7756-9_15
- ELIAS, D.; PEQUENO, R. Desigualdades socioespaciais nas cidades do agronegócio. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)**, v. 9, n. 1, p. 25-39, 2007. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2007v9n1p25>
- 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.

<https://doi.org/10.1007/BF01093455>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: resultados do universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 jan. 2022.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil (1991 – 2020)**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 16 jan. 2022.

MATOS, F. B.; FREITAS, T. M.; LUNA, V. F.; SILVA, J. M. O.; MOURA, M. O. Ilhas de calor na zona urbana de Crato/Ceará/Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, Rio Grande do Norte, p. 41-48, 2021. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n2ID21642>

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. **Série Teses e Monografias**, nº25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.181p. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000721613>. Acesso em: 19 ago. 2021.

MONTEIRO, C. A. F.. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. Clima urbano. São Paulo: **Contexto**, 2003. Disponível em: https://biblio.fflch.usp.br/Monteiro_CAF_22_1356556_TeoriaEClimaUrbano.pdf. Acesso em: 08 set. 2022.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. O clima urbano como risco climático: contribuição da geografia do clima aos estudos sobre os climas das cidades. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, ed. 33, p. 1-34, 2018. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2019.40956>

NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 32, n. 19, p. 1–39, 2023. <https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16163>

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e adensamento Urbano**. 2ª ed. São Paulo: Humanistas/FFLCH-USP, 2008. Disponível em: <https://tgpusp.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/05/qualidade-ambiental-e-adensamento-urbano-nucci-2008.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2022.

PEREIRA, M. D. B. **Dinâmica climática e as chuvas na região da Zona da Mata, Nordeste do Brasil**. 2018. 226 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/20845>. Acesso em: 9 mar. 2022.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da Climatologia geográfica à Geografia do Clima gênese, paradigmas e aplicações do Clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, v. 4, n. 04, p. 51–72, 2008. <https://doi.org/10.5418/RA2008.0404.0004>

SANTOS, C. F.; e GALVANI, E.; GOBO, J. P. A. Conforto térmico sazonal da comunidade Jardim Colombo-SP a partir do índice PMV. **Revista de Geografia**, v. 12, n. 2, p. 65-83, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/40099/25694>. Acesso em: 14 fev. 2025.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, H. Alterações da temperatura em ambientes externos de favela e desconforto térmico. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, p. 663-670, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102006000500016>

SILVA, E. N.; RIBEIRO, H. Alterações microclimáticas em ambientes de favela: metodologia de avaliação empregada na favela de Paraisópolis – São Paulo, Brasil, 2003. **GEOSP**, São Paulo, ed. 18, p. 171 - 186, 2005. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2005.73981>

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. <https://doi.org/10.5380/abclima.v20i0.50657>

SILVA, N. T. **Chuvas no município de João Pessoa: impactos, riscos e a vulnerabilidade socioambiental**. (Dissertação de Mestrado). João Pessoa: Programa de Pós-graduação em Geografia/UFPB, 2018. 134p. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18971>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SILVA, N. T.; MOURA, M. O.; CUNICO, C. Vulnerabilidade Socioambiental do Município de João Pessoa, Paraíba. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 43, p. 127-151, 2021. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/7422>. Acesso em: 15 set. 2022.

TATE, E. Uncertainty analysis for a social vulnerability index. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 103, 2012. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.700616>

THOM, E. C. The Discomfort Index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57-61, abr. 1959. <https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>

WANG, J.; KUFFER, M.; SLIUZAS, R.; KOHLI, D. The exposure of slums to high temperature: Morphology-based local scale thermal patterns. **Science of The Total Environment**, v. 650, p. 1805–1817, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.324>

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. Ed.3, Prentice Hall International Editions. Fifth Edition. 1996. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/221959634_Biostatistical_analysis. Acesso em: 15 maio 2022.

Recebido em: 10/09/2024

Aceito para publicação em: 10/03/2025