Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS

ELEMENTOS MORFOLÓGICOS URBANOS E O CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO NA CIDADE DE PORTO VELHO (RO)

Urban morphological elements and the thermo-hygrometric field in the city of Porto Velho (RO)

Elementos morfológicos urbanos y el campo termohigrométrico en la ciudad de porto velho (RO)

Caio Ismael de Jesus Lasmar
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fundação Universidade Federal de Rondônia – PPGG/UNIR
lasmar.cij@gmail.com

Dorisvalder Dias Nunes
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fundação Universidade Federal de Rondônia – PPGG/UNIR
dorisval@unir.br

Resumo: No Brasil, diversas cidades têm sofrido substanciais transformações espaciais, com reflexo nas alterações climáticas locais. Este estudo teve por objetivo analisar o campo termo-higrométrico e os elementos morfológicos urbanos, sob o ponto de vista do urbanismo bioclimático em Porto Velho (RO). A metodologia consistiu na coleta de dados meteorológicos (temperatura do ar, umidade relativa e ventos) e atividades humanas (fluxo de automóveis). Para isto, utilizou-se abrigos meteorológicos e termo-higrômetros, distribuídos em 10 pontos de coleta na mancha urbana. As coletas foram realizadas nos períodos seco (2017) e chuvoso (2018), durante 11 dias corridos, nos horários das 9, 12, 15, 18 e 21 horas. Os resultados encontrados demonstraram significativas evidências de que os campos termo-higrométricos possuem associação com os elementos morfológicos urbanos, especialmente quando não há a aplicação dos princípios do urbanismo bioclimático, tais como correta orientação e sentido das vias, escolha da topografia, forma e orientação dos quarteirões e lotes, uso do solo, vegetação, gabarito e afastamento das edificações.
Palavras-chave: Clima urbano. Morfologia urbana. Urbanismo bioclimático.

Abstract: In Brazil, several cities have suffering substantial spatial transformations, consequently reflecting on local climate change. Thus, this study aimed to analyze the thermo-hygrometric field and urban morphological elements, from the point of view of bioclimatic urbanism in Porto Velho-RO. The methodology used consisted of collecting meteorological data (air temperature, relative humidity and winds) and human activities (car flow). For this, meteorological shelters and thermo-

hygrometers were used, distributed in 10 collection points in the urban area of the capital of Rondônia. Such collections were carried out in the dry (2017) and rainy (2018) periods, for 11 consecutive days, at 9, 12, 15, 18, 21 hours. The results found showed significant evidence that the thermo-hygrometric fields have a strong association with urban morphological elements, especially when there is no application of the principles of bioclimatic urbanism, such as correct orientation and direction of roads, selection of topography, mold and orientation. of blocks and lots, land use, vegetation, template and distance from buildings.

Keywords: Urban climate. Urban morphology. Bioclimatic urbanism.

Resumen: En Brasil, varias ciudades han sufrido transformaciones espaciales sustanciales, lo que se refleja en el cambio climático local. Así, este estudio tuvo como objetivo analizar el campo termo-higrométrico y los elementos morfológicos urbanos, desde el punto de vista del urbanismo bioclimático en Porto Velho-RO. La metodología utilizada consistió en la recolección de datos meteorológicos (temperatura del aire, humedad relativa y vientos) y actividades humanas (flujo de automóviles). Para eso, se utilizaron refugios meteorológicos y termohigrómetros, distribuidos en 10 puntos de recolección en el área urbana de la capital de Rondônia. Dichas colectas se realizaron en los períodos seco (2017) y lluvioso (2018), durante 11 días consecutivos, a las 9, 12, 15, 18, 21 horas. Los resultados encontrados mostraron evidencia significativa de que los campos termo-higrométricos tienen una fuerte asociación con los elementos morfológicos urbanos, especialmente cuando no hay aplicación de los principios del urbanismo bioclimático, tales como la correcta orientación y sentido de las vías, elección de la topografía, forma y orientación. .de manzanas y lotes, uso de suelo, vegetación, plantilla y distancia a edificaciones.

Palabras clave: Clima urbano. Morfología urbana. Urbanismo bioclimático.

Submetido em: 18/04/2022
Aceito para publicação em: 08/07/2022
Publicado em: 29/07/2022

1. INTRODUÇÃO

O rápido crescimento urbano brasileiro a partir da metade do século XX resultou em expansão de áreas urbanas com ausência de planejamento urbano, contribuindo para formação de problemas ambientais nas cidades (OLIVEIRA; SALLES, 2020). Esse cenário foi caracterizado pela permanente degradação do ambiente urbanizado, cujas mudanças na permeabilidade do solo, redução de áreas verdes, rugosidade vertical e alteração do albedo alteraram gradativa e negativamente o microclima e o conforto térmico (JUSTI *et al.*, 2019; TEJAS *et al*., 2017).

No contexto das cidades da Amazônia, onde o processo mais intenso de urbanização é relativamente recente, por volta dos últimos 40 anos, o cenário de expansão desordenada da mancha urbana é uma realidade (NASCIMENTO, 2011). Dentre estas cidades, destaca-se Porto Velho, capital de Rondônia, nascida às margens do rio Madeira, entre os anos de 1908 e 1914, impulsionada, sobretudo, pelos denominados ciclos da borracha e pela construção da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré (EFMM) (CAVALCANTE *et al.,* 2011). Em Porto Velho, apenas a partir dos anos de 1970 houve a expansão da mancha urbana, começando efetivamente sua consolidação entre os anos de 1980 e 1990 pelo processo de colonização agrícola, e mais recentemente pela construção das hidrelétricas de Santo Antônio e de Jirau, no alto rio Madeira, assim como as obras do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC (NUNES *et al.*, 2015).

Nessa conjuntura, é preciso compreender que a capital rondoniense passou por um processo contínuo de crescimento populacional e de expansão da malha urbana, sem que houvesse planejamento adequado para estruturar a cidade diante das circunstâncias ao longo das décadas (SILVA; CAVALCANTE, 2020).

A referida expansão trouxe algumas consequências, entre as quais a influência no clima urbano local (MONTEIRO, 1976). Este é definido como as alterações que ocorrem na atmosfera, diante do despejo de toneladas de poluentes em área urbana e frente à alteração do ambiente natural, substituindo-o por ambiente edificado que contribui para o aumento da temperatura de superfície. Essa temática, devido à sua relevância, tem sido objeto de estudo de diversas pesquisas nacionais e internacionais (AMORIM, 2019; BARBIRATO;

SOUZA; TORRES, 2016; GARTLAND, 2010; LOMBARDO, 1985; MONTEIRO, 1976; OSCAR JUNIOR; BRANDÃO, 2015; SANT'ANNA NETO, 2001; SILVA; RIBEIRO, 2006).

Contribuindo com esses pensamentos, Mendonça e Monteiro (2013) afirmam que, assim como os demais sistemas da natureza, o clima urbano está em constante e permanente transformação, com muitos aspectos vinculados à própria morfologia urbana que influenciam no referido sistema.

Relacionada ao estudo da forma e do tecido físico, ou seja, construído (DEL RIO, 1990; LAMAS, 2016; ROSSI, 2001), a morfologia urbana considera a produção física das ações da sociedade sobre o meio, que vai se edificando ao longo do tempo; associa-se, portanto, ao solo edificado, apresentando uma relação direta com as construções, com as edificações, com os parcelamentos (lotes urbanos, ruas e quadras) e com os espaços livres (MOUDON, 1997; STAËL; NETTO, 2015).

Muitos elementos vinculados à própria morfologia urbana, como localização e tamanho das cidades, densidade da área construída (DUARTE; SERRA, 2003; GIVONI, 1994), altura dos edifícios - gabaritos (OLIVEIRA, 1985; ROMERO, 2017; SCUSSEL; SATTLER, 2010), cobertura do solo (ROMERO, 2013), orientação e largura das ruas, divisão dos lotes, existência ou não de áreas verdes (GIVONI, 1994), dentre outros, têm influência direta sobre o clima urbano (ALMEIDA; BARBIRATO, 2004; MONTEIRO, 1976; OKE, 1981; 1988; WOLLMANN *et al.*, 2021).

Essas particularidades físicas dos espaços urbanos devem ser consideradas a fim de se atenuar o planejamento das cidades sem a observação aos princípios do urbanismo bioclimático (LENGEN, 2014; ROMERO, 2017). Nesse sentido, este estudo tem por objetivo analisar o campo termo-higrométrico e os elementos morfológicos urbanos, sob o ponto de vista do urbanismo bioclimático em Porto Velho (RO).

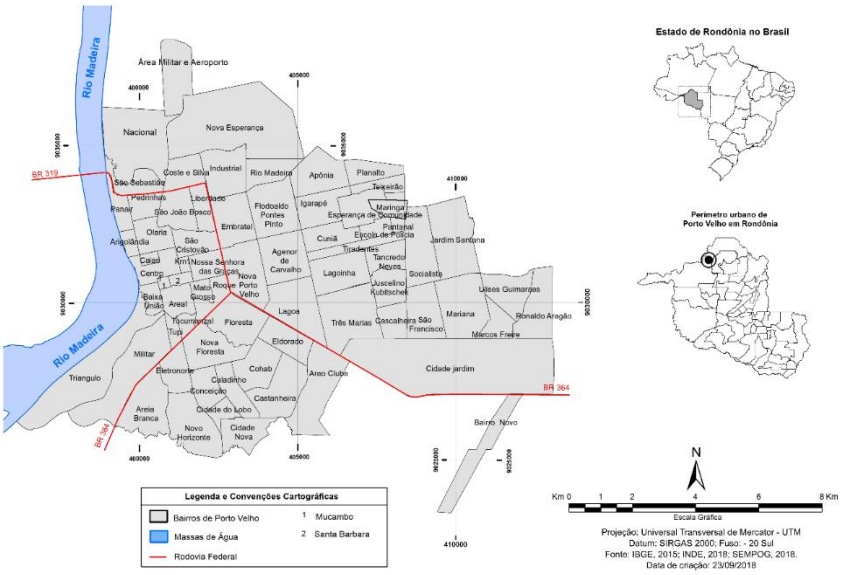
2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Descrição da área de estudo

A área de estudo compreende a mancha urbana de Porto Velho - cuja área perfaz um total de 117,34 Km² (TEJAS *et al.*, 2017), com população de 428.527 (IBGE, 2010) - capital do estado de Rondônia. Situa-se na porção norte do estado, entre as coordenadas geográficas

07°58’ e 13°43’ de Latitude Sul e 59°50’ e 66°48’ de Longitude a Oeste de Greenwich, sendo também definida como parte da Amazônia Sul Ocidental, ver figura 1.

Figura 1 – Localização da área urbana da cidade de Porto Velho (RO).



Fonte: Organizado pelos autores (2019), com base nos dados do IBGE (2015), INDE (2018) e SEMPOG (2018).

As características climáticas da cidade de Porto Velho, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am – clima tropical de monções (ALVARES *et al*., 2013). A referida região possui duas estações climáticas distintas e bem definidas: período chuvoso, que ocorre de dezembro a fevereiro; e o período seco, nos meses de junho, julho e agosto; por sua vez, os meses de março, abril, maio, setembro, outubro e novembro constituem períodos de transição (FERNANDES; GUIMARÃES, 2003; FRANCA, 2015; GAMA, 2003).

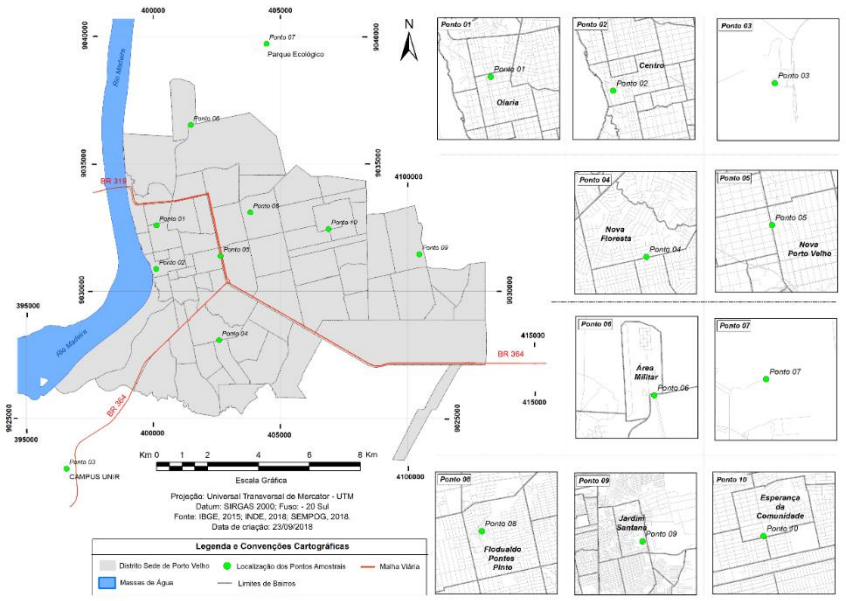
As precipitações pluviométricas da capital rondoniense apresentam média anual de 2353,7 mm (BRASIL, 1992) caracterizando-se por uma sazonalidade bem definida mensalmente. No período chuvoso, oscila entre 228,9 mm e 329,6 mm, com significativa presença de eventos intensos, preferencialmente ao término da madrugada. Em contrapartida, no período seco, a precipitação mensal oscila entre 38,7 mm e 107,7 mm (BEZERRA; DANTAS; TRINDADE, 2010; SANTOS NETO *et al*., 2014). Ainda nesse cenário, verifica-se a variabilidade diurna das precipitações na cidade, caracterizada por maiores frequências primeiro às 15h (horário local) e depois às 5 horas, sendo as mais intensas principalmente às 16h (SANTOS NETO et al., 2014).

Sobre os ventos em Porto Velho, estes apresentam predominância na direção Nordeste, e desvios de Sudoeste e Sul, com velocidade média de 9,0 m/s (RONDÔNIA, 2012). De acordo com Costa (2004), essa velocidade apresenta pouca variação no decorrer do ano e os ventos mais fortes constantemente são acompanhados por chuva.

2.2. Critérios de escolha dos pontos de coleta

O número de pontos de coleta desta pesquisa foi definido com base na necessidade de se analisar elementos morfológicos urbanos – rua, quadra, lote, áreas verdes, densidade da área construída, altura dos edifícios (gabaritos) e cobertura do solo – somados aos condicionantes mais significativos, conforme preconizado por Monteiro (1990a; 1990b) e Porangaba, Teixeira e Amorim (2017). Diante disso, foram definidos 10 pontos de coleta, baseados nos estudos de urbanismo bioclimático de Lengen (2014), Romero (2013) e Romero (2017), conforme observado na espacialização gráfica da Figura 2.

Figura 2 – Mapa da localização dos 10 pontos de coleta de campo, distribuídos na mancha urbana de Porto Velho (RO).



Fonte: Organizado pelos autores (2019), com base nos dados do IBGE (2015), INDE (2018) e SEMPOG (2018).

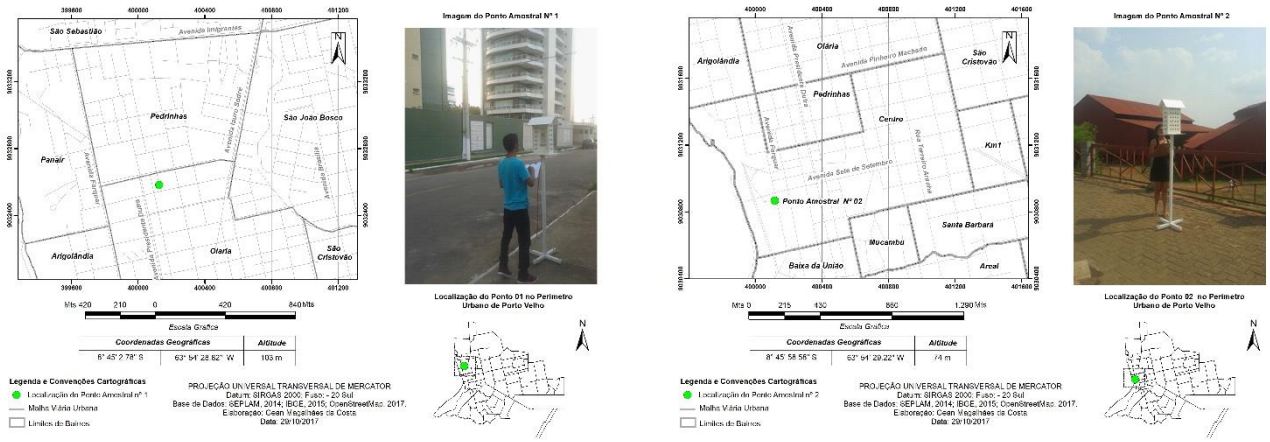
2.3. Caracterização dos pontos de coleta de dados

O Ponto 1 (P1) foi alocado entre edifícios de uso do solo misto, com predominância residencial multifamiliar/unifamiliar e gabarito acima de 3 pavimentos, ver figura 3. As vias apresentam-se com orientação da caixa viária maior, no sentido leste/oeste. Os quarteirões a oeste possuem forma retangular, enquanto os localizados a leste possuem forma quadrangular. Os lotes, em sua maioria, se apresentam de forma retangular, com a face maior voltada para oeste. A densidade construída se apresenta de forma baixa com grande área permeável, principalmente a leste.

A malha viária onde encontrava-se o Ponto 2 (P2), apresenta-se de forma ortogonal, e os lotes com suas maiores faces no sentido leste/oeste. O uso do solo é predominantemente comercial, com gabaritos variando entre 1 e 2 pavimentos. A densidade construída se apresenta de forma baixa, com grande área permeável, principalmente a leste. A oeste, a densidade é praticamente nula, em virtude do rio Madeira e devido aos edifícios da EFMM, ver figura 3.

Figura 3 – Mapas e fotos da localização dos pontos de coleta (P1 e P2).

a) Ponto 1 b) Ponto 2



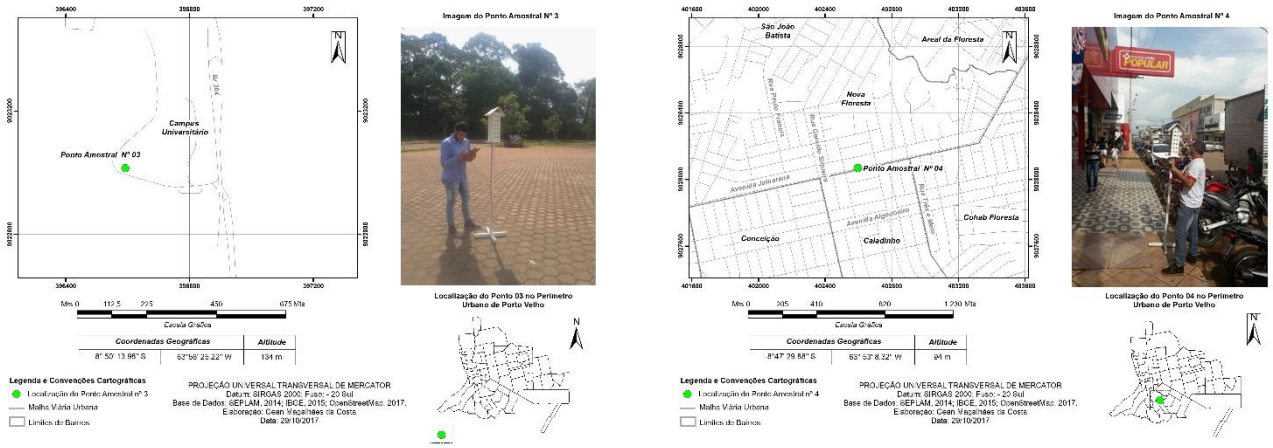
Fonte: Organizado pelos autores (2019), com base nos dados do IBGE (2015), INDE (2018) e SEMPOG (2018).

No Ponto 3 (P3), ver figura 4, o traçado das vias é orgânico. O quarteirão é único, sem lotes. As edificações possuem a menor face voltada para oeste, porém muito adensadas. O uso institucional é exclusivo (Campus Porto Velho da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR), com gabaritos entre 1 e 4 pavimentos.

Localizado na principal avenida da zona sul, o Ponto 4 (P4) apresenta traçado ortogonal, quarteirões com maior face a sul, lotes retangulares, estando a maior face voltada para o leste/oeste. As alturas das edificações se manifestam, em sua maioria, por 1 pavimento. A densidade construída é considerada alta, com pouca permeabilidade do solo, ver figura 4.

Figura 4 – Mapas e fotos da localização dos pontos de coleta (P3 e P4).

a) Ponto 3 b) Ponto 4

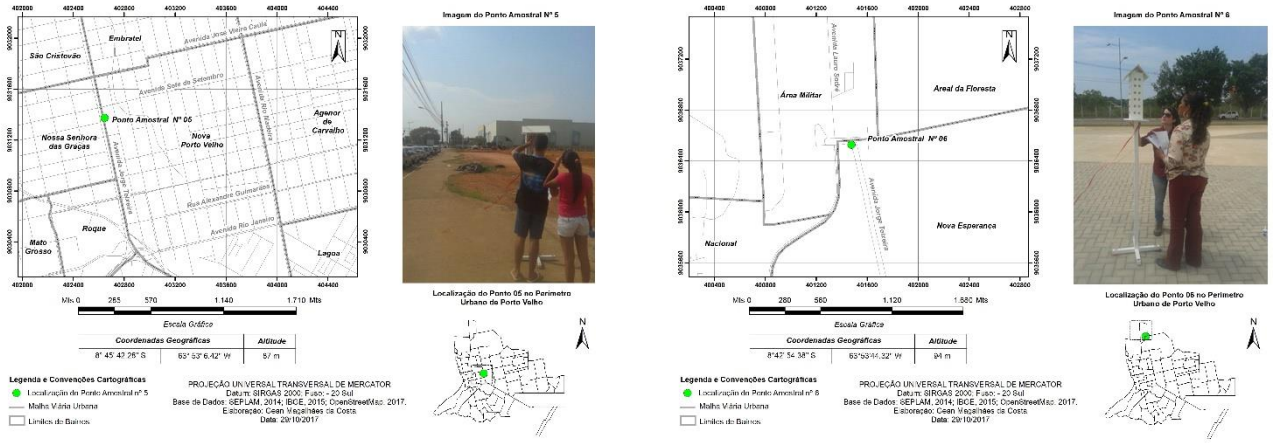


Fonte: Organizado pelos autores (2019), com base nos dados do IBGE (2015), INDE (2018) e SEMPOG (2018).

No Ponto 5 (P5), constatou-se a avenida de Porto Velho com maior caixa viária e canteiro central com pequeno curso d'água, orientada no sentido norte/sul. O quarteirão manifesta-se predominantemente longo no sentido norte/sul, com lotes retangulares e suas menores faces a leste/oeste. O uso do solo é de caráter residencial e comercial, apresentando gabarito com 1 pavimento e alta densidade construída, ver figura 5.

Figura 5 – Mapas e fotos da localização dos pontos de coleta (P5 e P6).

a) Ponto 5 b) Ponto 6

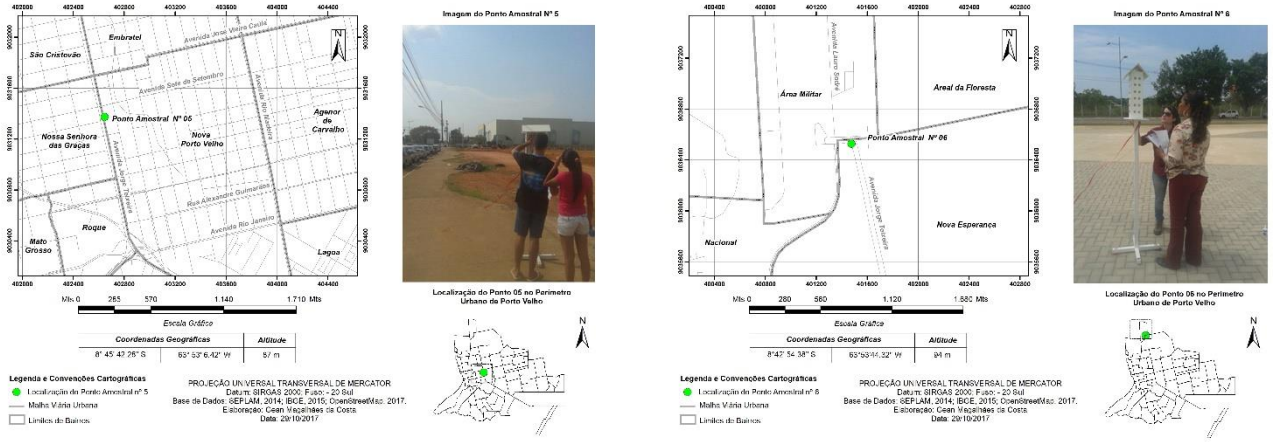


Fonte: Organizado pelos autores (2019), com base nos dados do IBGE (2015), INDE (2018) e SEMPOG (2018).

Com traçado de forma orgânica, no Ponto 6 (P6) não há quarteirões e lotes. O gabarito apresenta-se, geralmente, através de 1 pavimento. A densidade construída é considerada bem espaçada, com uso do solo institucional por tratar-se da região do Aeroporto Internacional Governador Jorge Teixeira, ver figura 5.

Figura 5 – Mapas e fotos da localização dos pontos de coleta (P5 e P6).

a) Ponto 5 b) Ponto 6

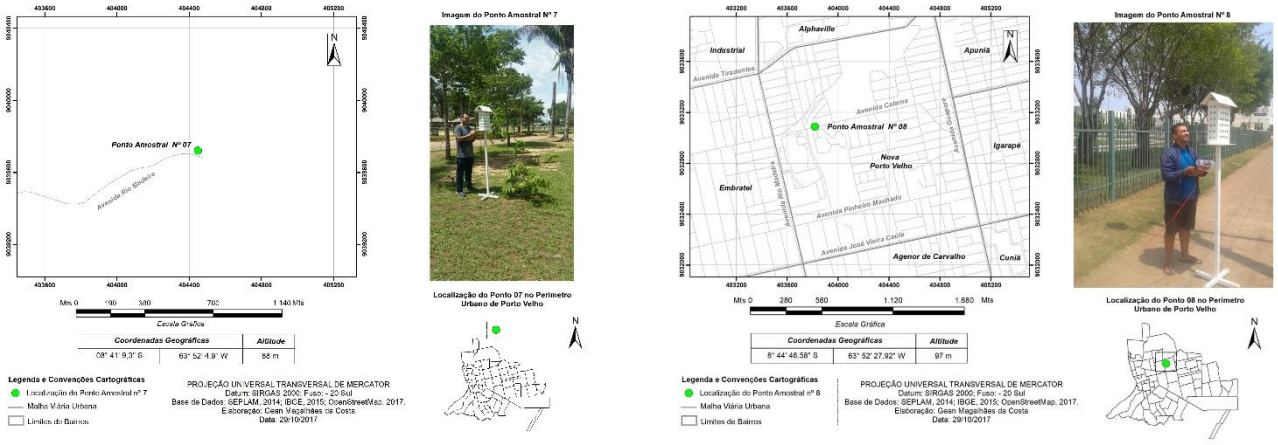


Fonte: Organizado pelos autores (2019), com base nos dados do IBGE (2015), INDE (2018) e SEMPOG (2018).

No Ponto 7 (P7), o traçado de vias é quase inexistente, possuindo apenas a via que conduz ao Parque Natural Municipal Olavo Pires (Parque Ecológico), não havendo quarteirões e lotes. O gabarito é composto exclusivamente por 1 pavimento, com densidade construída bem espaçada, sendo, por isso, considerada de baixa densidade, ver figura 6.

Figura 6 – Mapas e fotos da localização dos pontos de coleta (P7 e P8).

a) Ponto 7 b) Ponto 8



Fonte: Organizado pelos autores (2019), com base nos dados do IBGE (2015), INDE (2018) e SEMPOG (2018).

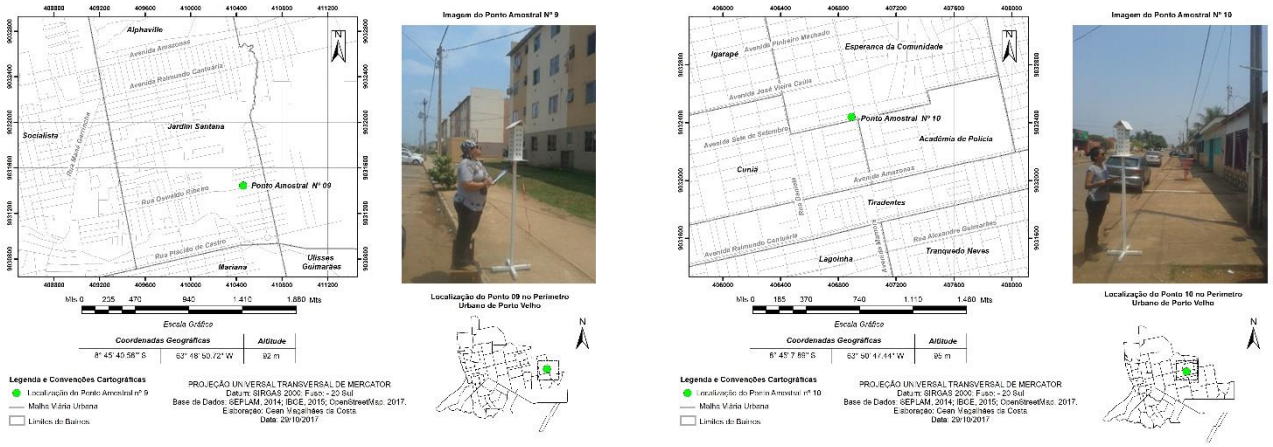
No Ponto 8 (P8), quanto ao traçado das vias, ao norte este apresenta-se de forma ortogonal, com orientação das ruas no sentido leste/oeste, formando quarteirões de forma retangular, com as maiores faces voltadas para norte/sul. Os lotes são retangulares, com as maiores faces no sentido leste-oeste, enquanto o gabarito predominante é de um pavimento. A densidade construída, ao norte, é bastante elevada; o uso do solo, sobretudo residencial e comercial, manifesta-se de grande porte a oeste, ver figura 6.

A leste da cidade, o Ponto 9 (P9) encontra-se em vias de traçado ortogonal, no sentido leste/oeste. Quarteirões em forma retangular, com as maiores faces no sentido norte/sul. Há pouquíssima representatividade de lotes, pois, trata-se de área de habitação popular com quatro pavimentos. A densidade é considerada média, com elevada permeabilidade do solo, ver figura 7.

Com traçado de vias ortogonais, o Ponto 10 (P10) possui quarteirões retangulares, com a maior face no sentido norte/sul; e lotes retangulares, com maior face a oeste. O gabarito é predominantemente composto por edificações de 1 pavimento, com uso do solo residencial e alta densidade construída, ver figura 7.

Figura 7 – Mapas e fotos da localização dos pontos de coleta (P9 e P10).

a) Ponto 9 b) Ponto 10



Fonte: Organizado pelos autores (2019), com base nos dados do IBGE (2015), INDE (2018) e SEMPOG (2018).

2.4. Definição do período de coleta de dados

As coletas foram realizadas em dois períodos (MONTEIRO, 1990a), seco (21.08.2017 a 31.08.2017) e chuvoso (26.02.2018 a 08.03.2018), durante 11 dias consecutivos, sendo as coletas executadas nos horários de 9h, porque se inicia o aquecimento urbano; 12h, 15h representando o ápice de intensidade de calor; 18h e 21h, quando há o início do resfriamento (horário local de Porto Velho) (ANJOS; GANHO; ARAÚJO, 2013), além da regulamentação preconizada pela World Meteorological Organization (WMO, 2010).

2.5. Abrigos meteorológicos

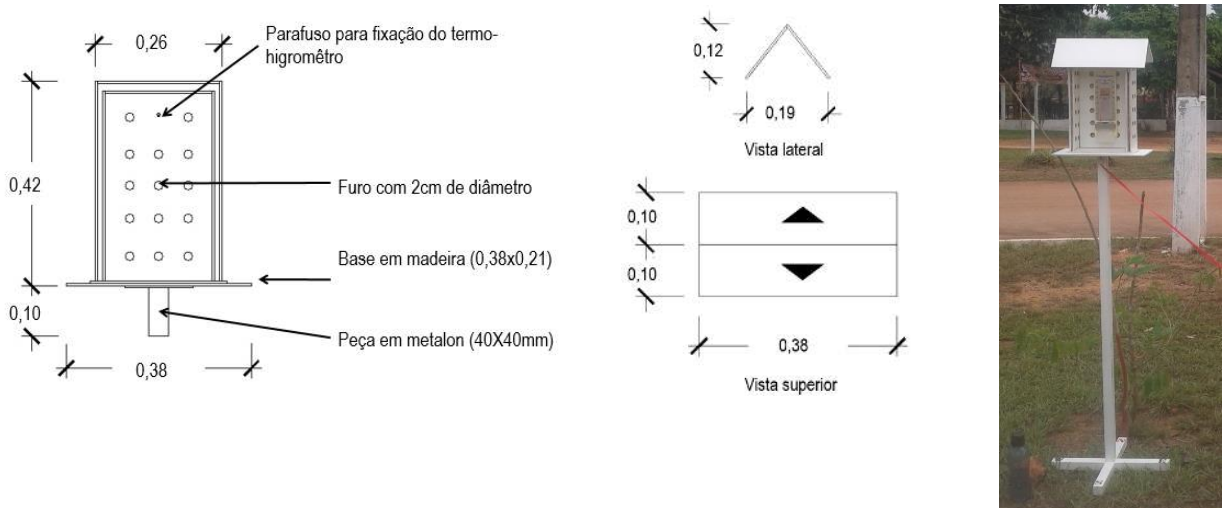
Para o trabalho de campo foram utilizados 10 abrigos meteorológicos confeccionados em madeira (Figura 8) (FERREIRA; LOBO; ASSIS, 2019; MACHADO; ASSIS, 2017; MONTEIRO, 1990a; 1990b; SEZERINO; MONTEIRO, 1990; PORANGABA *et al.*, 2017). A base do referido abrigo foi constituída por duas caixas perfuradas (35 furos no total, cada um com 2 cm de diâmetro), sendo a interna 1cm menor que a externa. A caixa externa, por outro lado, possuía as seguintes dimensões: 26 cm de comprimento, 11 cm de largura e 42 cm de altura, ver figura 8.

Para a estabilização dos abrigos foram produzidos 10 suportes metálicos, com altura de 1,42 m, de modo a posicionar o termo-higrômetro na altura de 1,50 m. Em cada base

metálica foi fixada 01 fita em cetim (na cor vermelha) com 1,20 m de comprimento, com objetivo de facilitar a observação do sentido dos ventos. Por sua vez, a fim de classificar a intensidade dos ventos, utilizou-se a escala Beaufort.

Figura 8 – Desenho da vista frontal das caixas perfuradas (externa e interna) (a), vistas lateral e superior da cobertura móvel (b), com seus respectivos dimensionamentos e (c) o abrigo mais a base.

a) b) c)

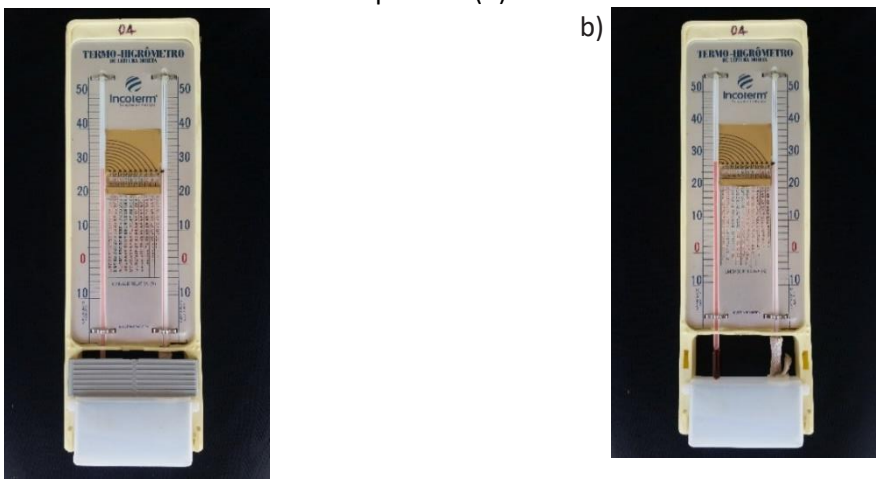


Fonte: Organizado pelos autores (2019), baseado na metodologia elaborada por Sezerino e Monteiro (1990), Monteiro (1990a; 1990b), Machado e Assis (2017), Poranga, Teixeira e Amorim (2017) e Ferreira, Lobo e Assis (2019).

Os dados da temperatura e da umidade relativa do ar foram obtidos através da utilização de termo-higrômetros analógicos (total de 10 aparelhos), de leitura direta (mod. 5203.03.0.00, Incoterm®), contendo bulbo seco e bulbo úmido (compostos por mercúrio), com escalas de 10°C até 50°C e divisão a cada 1°C, apresentado na figura 9.

Figura 8 – Foto do termo-higrômetro de leitura direta com o protetor plástico (a) e sem o protetor plástico (b).

a) b)



Fonte: Organizado pelos autores (2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

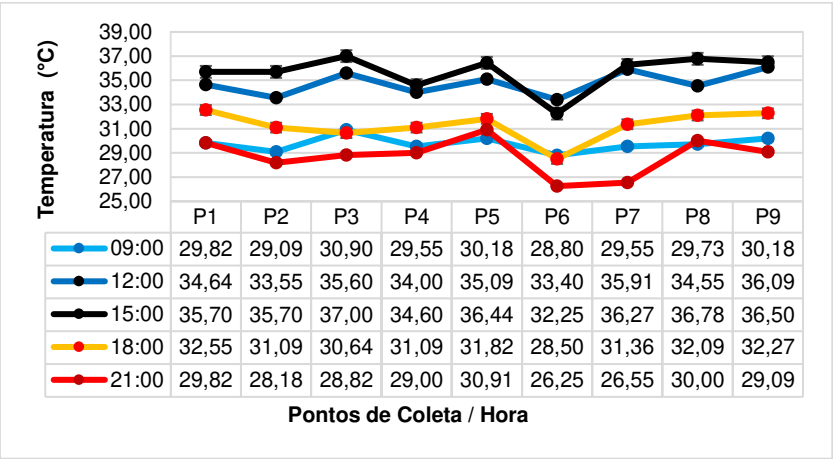
3.1. Período seco

3.1.1. Temperatura do ar

A média geral da temperatura máxima do ar foi de 32,30°C. O P3 foi o que apresentou maior valor (42°C, às 15h), enquanto o menor valor (25°C) foi registrado nos seguintes pontos de coleta: P4, P8, P9 e P10 às 9h; e P7 às 21h (Gráfico 1).

Esses valores justificam-se pelo fato de o P3 se localizar em área altamente pavimentada e com revestimento de concreto, sendo que esse material, segundo Shigue e Faria (2011), tem entre 21% e 20% de albedo. Ademais, o P3 está posicionado, paralelamente, próximo ao edifício com quatro gabaritos, impossibilitando a circulação de ventos (FERREIRA; ASSIS; FERREIRA, 2009). Em contrapartida, tal achado não foi encontrado nos demais pontos, pois, os que poderiam apresentar maiores valores (P1, P4 e P9) estavam posicionados em área sombreada, gerada pelas edificações adjacentes (SCUSSEL; SATTLER, 2010).

Gráfico 1 – Identificação da média de temperatura (bulbo seco) entre os 10 pontos, demonstrando a variação do comportamento nos horários de 9, 12, 15, 18 e 21 horas – período seco.



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
09:00	29,82	29,09	30,90	29,55	30,18	28,80	29,55	29,73	30,18
12:00	34,64	33,55	35,60	34,00	35,09	33,40	35,91	34,55	36,09
15:00	35,70	35,70	37,00	34,60	36,44	32,25	36,27	36,78	36,50
18:00	32,55	31,09	30,64	31,09	31,82	28,50	31,36	32,09	32,27
21:00	29,82	28,18	28,82	29,00	30,91	26,25	26,55	30,00	29,09

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

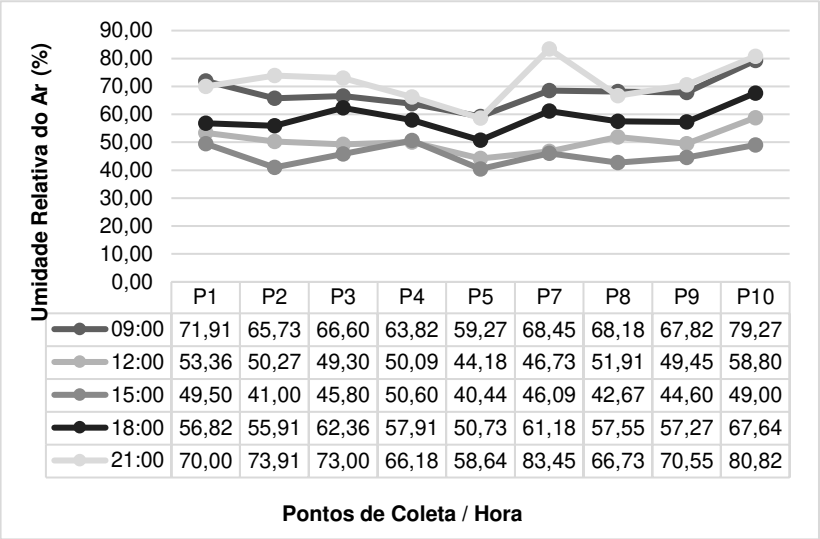
3.1.2. Umidade relativa do ar

O valor médio geral da umidade relativa do ar (Gráfico 2), no período seco (58,79%), apresenta resultado semelhante ao estudo de Zuffo e Franca (2010) realizado em Porto

Velho, no qual foram obtidos os seguintes resultados: umidade relativa do ar inferior em relação à Normal Climatológica, em torno de 6% a 8% nos meses de agosto a outubro.

Durante os dias de levantamento de campo, os pontos de coleta P3, P7 e P10 foram os que apresentaram o maior valor da umidade relativa (92%). Destaca-se o P7 por apresentar, em três dias, no horário de 21 h, o valor máximo; e o P10, devido ao valor máximo nos horários de 9h, 18h e 21h, distribuídos em dias distintos. Esses dados são resultantes da vegetação adjacente, considerada um fator climático que desempenha papel importante como regulador de umidade e de temperatura, devido ao mecanismo de evapotranspiração (LABAKI *et al*., 2011).

Gráfico 2 – Média da umidade relativa do ar entre os pontos de coleta no período seco, nos horários das 9, 12, 15, 18 e 21 horas.



	P1	P2	P3	P4	P5	P7	P8	P9	P10
09:00	71,91	65,73	66,60	63,82	59,27	68,45	68,18	67,82	79,27
12:00	53,36	50,27	49,30	50,09	44,18	46,73	51,91	49,45	58,80
15:00	49,50	41,00	45,80	50,60	40,44	46,09	42,67	44,60	49,00
18:00	56,82	55,91	62,36	57,91	50,73	61,18	57,55	57,27	67,64
21:00	70,00	73,91	73,00	66,18	58,64	83,45	66,73	70,55	80,82

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

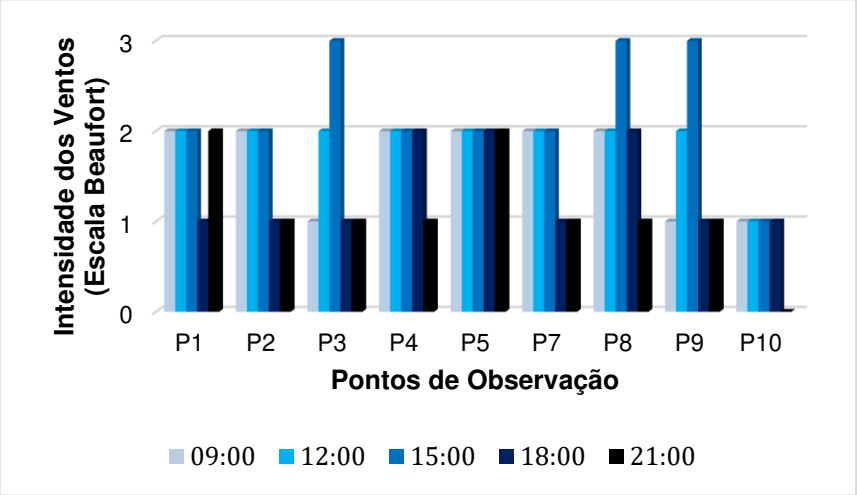
Por outro lado, o menor valor (13%) da umidade relativa do ar foi registrado no P2 às 15h. Esse resultado advém das características do albedo da água, que é baixo, porque a água tem maior capacidade de absorção e transmissão de radiação (LEIVAS *et al*., 2007).

Este estudo evidenciou significativos valores de umidade relativa abaixo do mínimo (60%) recomendado pela OMS, principalmente nos horários de 12h e 15h, em todos os pontos de coleta. Apenas o P3 e o P7 apresentaram valores superiores ao recomendado pela OMS, ocasionados pela elevada quantidade de massa vegetada, que contribui para o conforto térmico em áreas urbanizadas, conforme estabelecido por Gomes e Amorim (2003), Duarte *et al*. (2015) e Muniz-Gäal *et al.* (2018).

3.1.3. Ventos (intensidade e direção)

Sobre as intensidades dos ventos durante as observações (Gráfico 3), este estudo demonstrou que a média geral consistiu no nível 2 da escala Beaufort, classificada como “aragem”, ou seja, cujas características na Terra correspondem ao vento sentido no rosto e ao vento nas folhas das árvores que farfalham sem arrebentação.

Gráfico 3 - Média da intensidade dos ventos nos pontos de coleta durante o período seco.

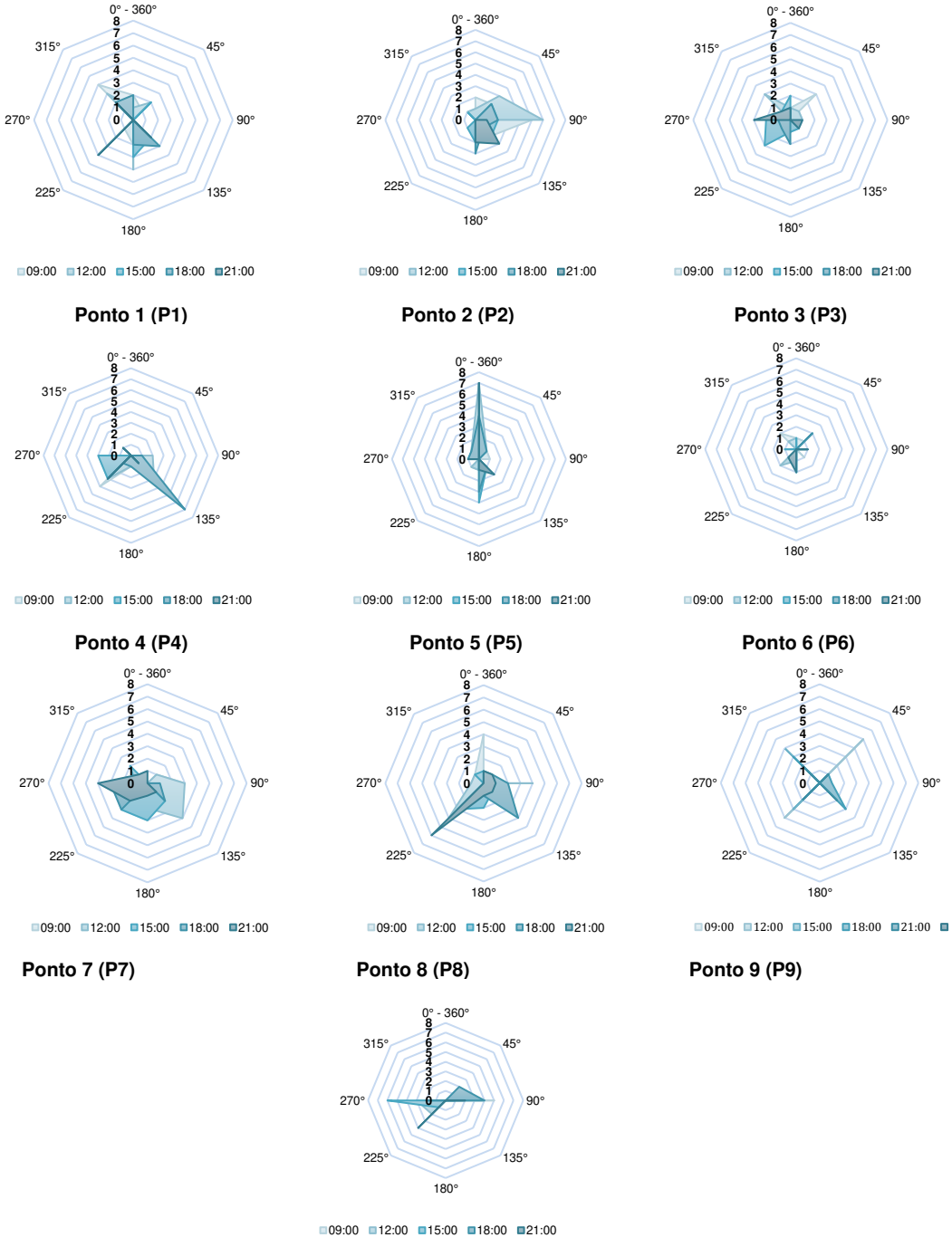


Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Os menores valores médios pontuais foram observados nos pontos P3, P9 e P10 com nível 1 (“bafagem”) na escala Beaufort, com destaque ao P10, pois, no referido ponto o vento apresentou-se no nível 1 em todos os horários. Esses valores demonstram que os elementos morfológicos urbanos contribuíram para a mudança de direção dos ventos e até mesmo para sua nulidade (CARPENTIERI; ROBINS, 2015; BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2016; HANG; SANDBERG; LI, 2009; JAVANROODI; NIK, 2020; SANTOS *et al*., 2017).

Porém, em se tratando da direção dos ventos, esta pesquisa demonstrou que os ventos se apresentaram de forma bastante distinta em cada ponto de coleta, nos diferentes horários, ver gráfico 4.

Gráfico 4 – Média da direção dos ventos observados nos pontos de coleta durante o período seco.



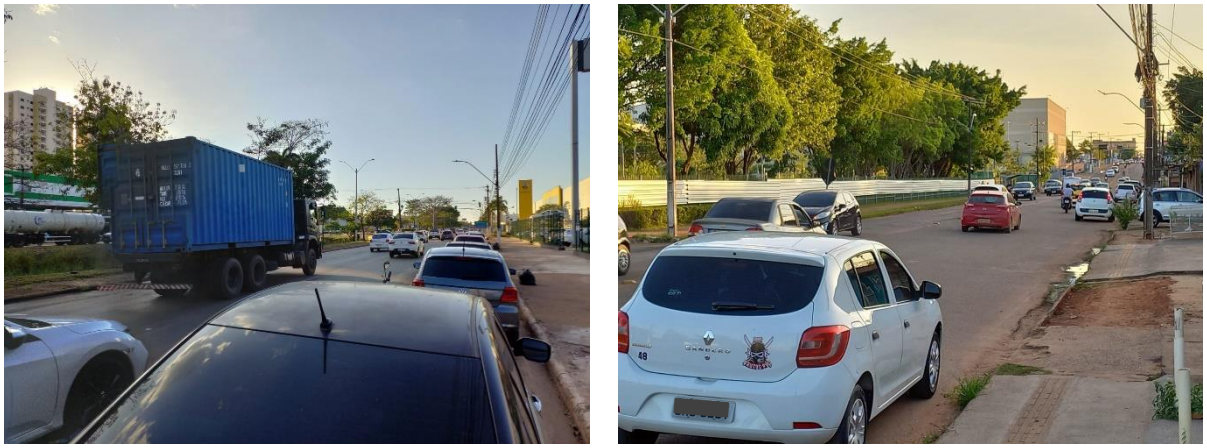
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

3.1.4. Atividades humanas (fluxo de automóveis)

Observou-se o maior fluxo (movimentação) de veículos no P5 e P8, em todos os horários de coleta. Esses pontos estão localizados no passeio público de duas grandes

avenidas de Porto Velho, que são, respectivamente, a Avenida Jorge Teixeira/BR-319 e a Avenida Calama, ver figura 9.

Figura 9 – Avenidas Jorge Teixeira e Calama, respectivamente, em momentos de grande fluxo de veículos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O fluxo de automóveis, com consequente emissão de material dispersado por eles, contribui para as alterações climáticas urbanas e para o conforto térmico humano (GONÇALVES *et al.*, 2014; KAUR; PANDEY, 2021; LIMA *et al*., 2012; MAIA; NETTO; COSTA, 2019; RIBEIRO, 2001).

3.2. Período chuvoso

3.2.1. Temperatura do ar

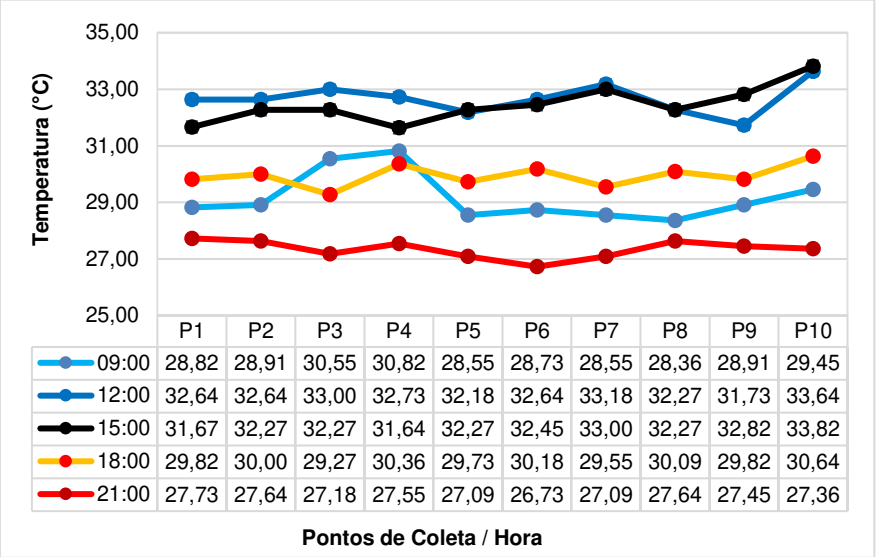
Em relação à temperatura máxima do ar, coletada no período chuvoso, percebeu-se que a média geral obtida durante os 11 dias de levantamento foi de 30,31°C, sendo 1,99°C menor que a média do período seco. Esses achados apresentam-se relacionados ao regime de chuva apresentado por Bezerra, Dantas e Trindade (2010) e Santos Neto *et al.* (2014) e pela baixa insolação (98,3h), segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Dentre todos os pontos coletados, o P10 apresentou o maior valor de temperatura, sendo este às 15 horas. Portanto, apesar dos episódios chuvosos, as características morfológicas urbanas desse ponto inviabilizaram a redução da temperatura local. Nesse sentido, depreende-se que a presença de chuva, mediante a ausência de planejamento

bioclimático e de vegetação, pode estar associada ao aumento da temperatura urbana (DUARTE; SERRA, 2003; GIVONI, 1994; LENGEN, 2014; ROMERO, 2017; TAVARES, 2012).

No período analisado também é possível aferir a elevada quantidade de valores das médias iguais entre os diferentes pontos (Gráfico 5), mesmo diante das mais divergentes conformações urbanas.

Gráfico 5 – Identificação da média de temperatura (bulbo seco) entre os 10 pontos, demonstrando a variação do comportamento nos horários de 9, 12, 15, 18 e 21 horas – período chuvoso.



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
09:00	28,82	28,91	30,55	30,82	28,55	28,73	28,55	28,36	28,91	29,45
12:00	32,64	32,64	33,00	32,73	32,18	32,64	33,18	32,27	31,73	33,64
15:00	31,67	32,27	32,27	31,64	32,27	32,45	33,00	32,27	32,82	33,82
18:00	29,82	30,00	29,27	30,36	29,73	30,18	29,55	30,09	29,82	30,64
21:00	27,73	27,64	27,18	27,55	27,09	26,73	27,09	27,64	27,45	27,36

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

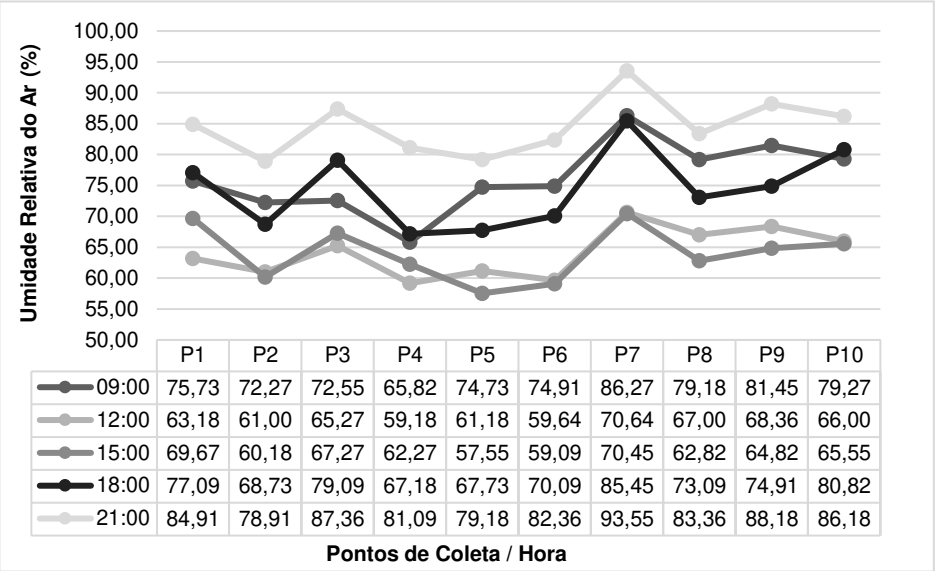
Às 18 horas no P1 e P9, e às 21 horas no P2 e P8 evidenciou-se os mesmos valores, 29,82°C e 27,64°C, respectivamente, e nesses pontos de coleta predominaram as mesmas características morfológicas urbanas que contribuem para o aumento da temperatura e, se comparada ao P6 e P7, verifica-se o surgimento de fenômenos urbanos, tais como as ilhas de calor.

3.2.2. Umidade relativa do ar

O valor médio geral da umidade relativa (Gráfico 6) para este período da coleta foi de 72,65%; portanto, 13,15% menor que a média climatológica (85,80%) para o mesmo período, entre os anos de 1981 e 2010 (INMET). No P7 e P10 ocorreram os valores máximos da umidade relativa do ar, devido às características morfológicas do entorno dos referidos

pontos, repletos de vegetação. Por outro lado, o valor mínimo foi registrado no P5, às 15 horas.

Gráfico 6 – Média da umidade relativa do ar entre os pontos de coleta no período chuvoso, nos horários das 9, 12, 15, 18 e 21 horas.



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
09:00	75,73	72,27	72,55	65,82	74,73	74,91	86,27	79,18	81,45	79,27
12:00	63,18	61,00	65,27	59,18	61,18	59,64	70,64	67,00	68,36	66,00
15:00	69,67	60,18	67,27	62,27	57,55	59,09	70,45	62,82	64,82	65,55
18:00	77,09	68,73	79,09	67,18	67,73	70,09	85,45	73,09	74,91	80,82
21:00	84,91	78,91	87,36	81,09	79,18	82,36	93,55	83,36	88,18	86,18

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

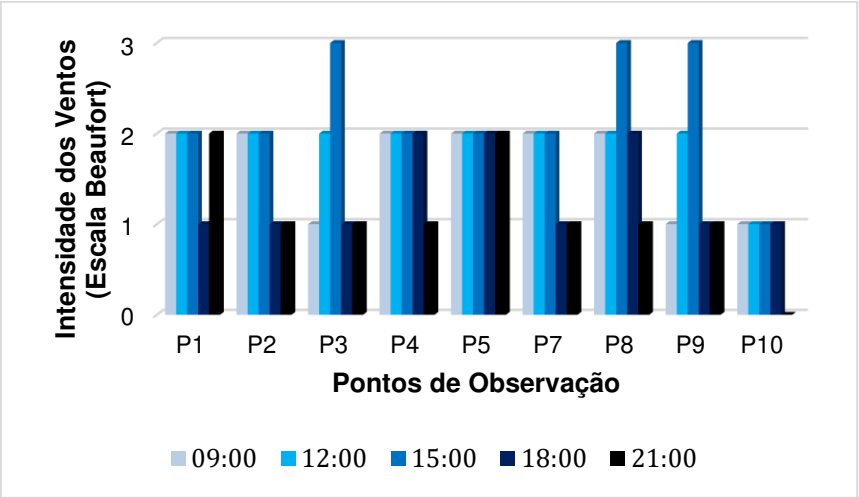
Os menores valores da umidade relativa do ar foram detectados em áreas mais urbanizadas e impermeabilizadas, enquanto os maiores valores estiveram em áreas com forte presença de vegetação. Nesse contexto, considera-se que tais resultados são ocasionados pela concentração de umidade no solo e na camada de ar acima deste, ao passo que a altitude não se apresentou de forma marcante, pois, os pontos com menor valor de umidade relativa estão equiparados neste fator, variando entre 74 m e 94 m (JARDIM, 2011; HU; MONAGHAN; BRUNSELL, 2015).

3.2.3. Ventos (intensidade e direção)

Os ventos, no quesito intensidade (Gráfico 6), se apresentaram de forma bastante distinta em cada ponto, havendo significativa mudança de direção, pois, ao adentrar a cidade, os ventos (RONDÔNIA, 2012) foram canalizados seguindo a morfologia urbana, como foi observado no P1, P4, P8 e P10. Ressalta-se ainda que, nesses pontos, os ventos sempre revelam, segundo a média, direção oposta aos ventos predominantes (Gráfico 7), seguindo o fluxo das barreiras artificiais da cidade (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2016; COSTA, 2004;

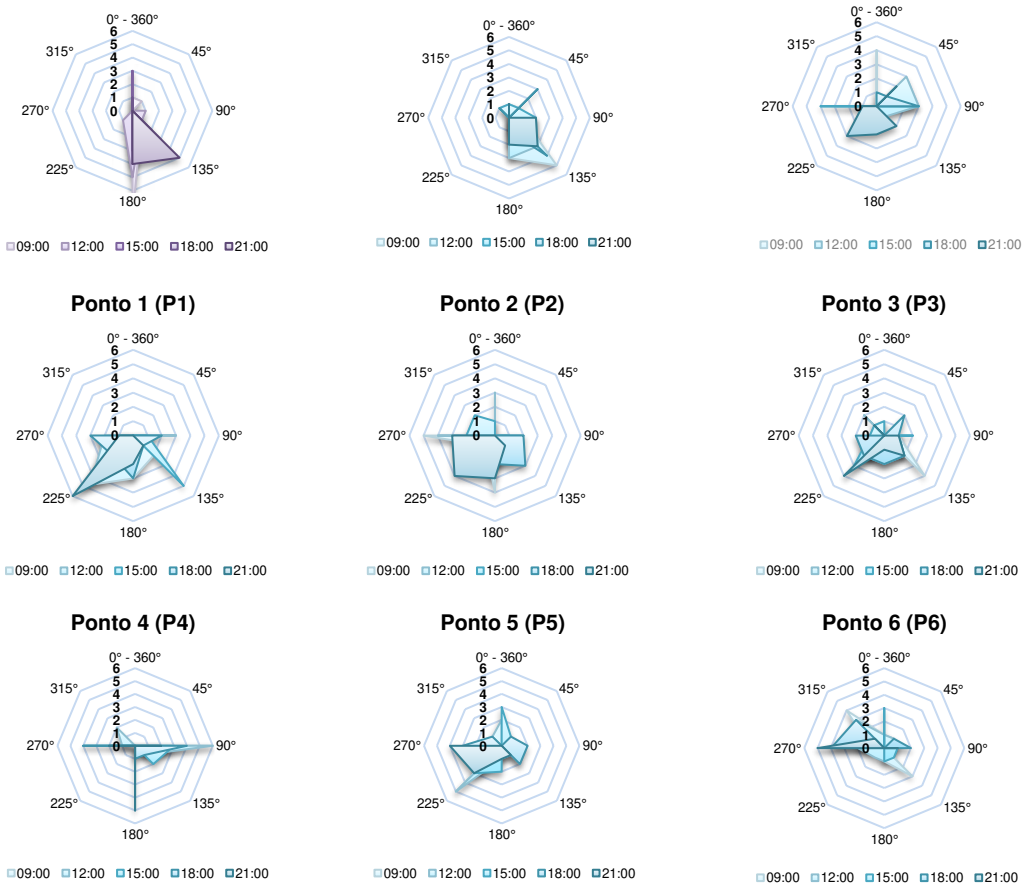
KARIMIMOSHAVER; KHALVANDI; KHALVANDIC, 2021; LENGEN, 2014; SANTOS *et al.*, 2017; YIN *et al*., 2014).

Gráfico 6 - Média da intensidade dos ventos nos pontos de coleta durante o período chuvoso.

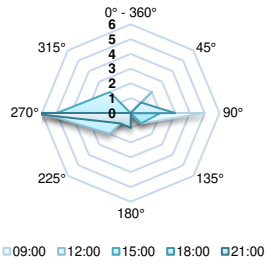


Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Gráfico 7 – Média da direção dos ventos observados nos pontos de coleta durante o período chuvoso.



Ponto 7 (P7) **Ponto 8 (P8)** **Ponto 9 (P9)**



Ponto 10 (P10)

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

3.2.4. Atividades humanas (fluxo de automóveis)

Neste período observou-se que o fluxo de automóveis, nos distintos pontos de coleta, permaneceu próximo ao que foi observado no período seco. Foram detectadas apenas algumas alterações devido às ocorrências de chuvas entre os horários de coleta, principalmente entre 12 horas e 18 horas, conforme verificado também no estudo de Santos Neto *et al.* (2014).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A acelerada e desorganizada expansão urbana faz com que as cidades percam suas paisagens naturais, ocasionando áreas cada vez mais impermeáveis, com elevadas quantidades de construções, refletindo, em contrapartida, na significativa redução das áreas verdes. Dessa forma, este estudo analisou o campo termo-higrométrico e os elementos morfológicos urbanos, sob o ponto de vista do urbanismo bioclimático em Porto Velho (RO).

Nesse contexto, verificou-se que na capital rondoniense, tanto no período seco quanto no chuvoso, apesar da alternância entre os pontos de coleta, as maiores temperaturas do ar estiveram em áreas mais urbanizadas ou em áreas cujas edificações bloqueavam o fluxo natural dos ventos. Constatou-se ainda que, em ambos os períodos analisados, a umidade relativa do ar apresentou-se no mesmo ponto de coleta abaixo do recomendado, sendo esse ponto caracterizado pela elevada urbanização e intenso fluxo de veículos. Ademais, as intensidades mais baixas dos ventos foram registradas nos pontos onde as ruas estavam em direção contrária ao sentido natural dos ventos.

Percebe-se, assim, a significativa influência que a produção do espaço urbano possui, podendo esta interferir (ou não) na temperatura e na umidade relativa do ar. Logo, o planejamento das cidades sem a observação dos princípios do urbanismo bioclimático impacta no desconforto térmico e higrométrico para a população, refletindo, por conseguinte, nas práticas cotidianas das pessoas (atividades desportivas e uso dos espaços públicos, por exemplo) e na qualidade de vida destas.

Diante disso, ressalta-se a importância da inclusão de espaços cada vez mais arborizados nas cidades, espaços que favoreçam o sombreamento, implantação de bairros com altitudes mais elevadas, ruas com maiores dimensões de sua caixa viária, no mesmo sentido dos ventos predominantes, alternância no alinhamento das edificações, bem como lotes mais largos que compridos, ou seja, ações que maximizem a ventilação no espaço urbanizado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Eveline; BARBIRATO, Gianna Melo. A morfologia urbana como determinante de variações climáticas locais: estudo comparativo das orlas marítima e lagunar de Maceió – AL. *In:* CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., 2004, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo, 2004.

ALVARES, Clayton Alcarde *et al*. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Métodos e técnicas de pesquisa em climatologia geográfica. **Revista Geografia em Atos**, v. 3, n. 10, p. 255-260, 2019.

ANJOS, Max Wendell Batista; GANHO, Nuno; ARAÚJO, Hélio Mário de. Uma análise dos contrastes topoclimáticos no espaço urbano e periurbano de Aracaju/SE: os campos térmicos e higrométricos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, p. 298-318, 2013.

BARBIRATO, Gianna Melo; SOUZA, Léa Cristina Lucas; TORRES, Simone Carnaúba. **Clima e cidade**: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. 2. ed. Maceió: EDUFAL, 2016.

BEZERRA, Ricardo Braz; DANTAS, Renilson Targino; TRINDADE, Avenildson Gomes. Caracterização temporal da precipitação pluvial do município de Porto Velho/RO no período de 1945 a 2003. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 3, p. 609-623, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992.

BRASIL. Sistema de Proteção da Amazônia. **Dados Pluviométricos do Estado de Rondônia**. Rondônia, 2017.

CARPENTIERI, Matteo; ROBINS, Alan. Influence of urban morphology on air flow over building arrays. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 145, p. 61-74, 2015.

CAVALCANTE, Maria Madalena *et al*. Políticas Territoriais e Mobilidade Populacional na Amazônia: contribuições sobre a áreas de influência das hidrelétricas no rio Madeira (Rondônia/Brasil). **Revista Confins**, v. 11, p. 01-18, 2011.

COSTA, Marcos Cortez. Climatologia de Rondônia. **Primeira Versão**, Porto Velho, v. 11, n. 171, 2004.

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: Pini, 1990.

DUARTE, Denise Helena Silva; SERRA, Geraldo Gomes. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 2, p. 7-20, 2003.

DUARTE, Denise Helena Silva et al. The impact of vegetation on urban microclimate to counterbalance built density in a subtropical changing climate. **Urban Climate**, v. 14, n. 2, 2015.

FERNANDES, Luiz Claudio; GUIMARÃES, Siane Cristhina Pedroso (Org.). **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, 2003.

FERREIRA, Daniele Gomes; ASSIS, Eleonora Sad; FERREIRA, Clara Maíra Oliveira. Verificação da alteração dos padrões de vento devido à ocupação urbana na cidade de Belo Horizonte, MG. *In:* ENCONTRO NACIONAL, 10, ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2009, Natal. **Anais** [...]. Natal, 2009.

FERREIRA, Daniele Gomes; LOBO, Carlos Fernando Ferreira; ASSIS, Wellington Lopes. Temperatura do Ar, Densidade de Volume Construído e Topografia em Belo Horizonte/MG. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 37, 2019.

FRANCA, Rafael Rodrigues. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. **Revista Geografias**, v. 11, n. 12, p. 44-58, 2015.

GAMA, Marcelo José. Clima. *In:* FERNANDES, Luiz Claudio; GUIMARÃES, Siane Cristhina Pedroso (orgs.). **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, 2003. p. 35-37.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de Calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Trad. Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GIVONI, Baruch. Urban design for hot humid regions. **Renewable Energy**, v. 5, n. 5-8, p. 1047-1053, ago. 1994.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre Gomes; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Revista Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 10, p. 94-106, 2003.

GONÇALVES, Karen dos Santos *et al*. Indicador de vulnerabilidade socioambiental na Amazônia Ocidental. O caso do município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3809-3817, 2014.

HANG, Jian; SANDBERG, Mats; LI, Yuguo. Effect of urban morphology on wind condition in idealized city models. **Atmospheric Environment**, v. 43, 2009.

HU, Leiqiu; MONAGHAN, Andrew; BRUNSELL, Nathaniel. Investigation of Urban Air Temperature and Humidity Patterns during Extreme Heat Conditions Using Satellite-Derived Data. **Journal of applied meteorology and climatology**, v. 54, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Bases Cartográficas Contínuas**. 2015. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=sobre. Acesso em: 10 jun. 2018.

INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS (INDE). **Visualizador de dados**. Trecho rodoviário de Rondônia. 2018. Disponível em: https://visualizador.inde.gov.br/. Acesso em: 23 de set de 2018.

JARDIM, Carlos Henrique. Relações entre temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica em área urbana: comparação horária entre dois bairros no município de São Paulo-SP. **Geografias Artigos Científicos**, v. 7, n. 1, p. 128-142, 2011.

JAVANROODI, Kavan; NIK, Vahid. Interactions between extreme climate and urban morphology: Investigating the evolution of extreme wind speeds from mesoscale to microscale. **Urban Climate**, v. 31, 2020.

JUSTI, Ana Clara Alves *et al*. Impacto da morfologia de parque urbano no microclima e no conforto térmico de Cuiabá – Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, n. 15, p. 20-38, 2019.

KAUR, Rajveer; PANDEY, Puneeta. Air Pollution, Climate Change, and Human Health in Indian Cities: A Brief Review. **Frontiers in Sustainable Cities**, v. 3, 2021.

KARIMIMOSHAVER, Mehrdad; KHALVANDI, Rezvan; KHALVANDIC, Mohammad. The effect of urban morphology on heat accumulation in urban street canyons and mitigation approach. **Sustainable Cities and Society**, v. 73, 2021.

LABAKI, Lucila Chebel *et al*. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

LAMAS, José Manuel Ressano Garcia. **Morfologia urbana e o desenho da cidade**. 8. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2016.

LEIVAS, Janice *et al*. Variação diária do albedo sobre uma superfície vegetada e sobre um lago na estação experimental da UFRGS-RS. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju**. Anais [...]**. Aracaju, 2007.

LENGEN, Johan Van. **Manual do arquiteto descalço**. 1. ed. 8. reimpr. São Paulo: B4 Edição, 2014.

LIMA, Yara da Luz *et al*. Poluição atmosférica e clima: refletindo sobre os padrões de qualidade do ar no Brasil. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 5, p. 555-564, 2012.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilhas de calor nas metrópoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

MACHADO, Lilian Aline; ASSIS, Wellington Lopes. Proposta metodológica de mapeamento de unidades topoclimáticas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 21, 2017.

MAIA, Juliana Lúcio Motta; NETTO, Vinicius; COSTA, Bruno Lucian Gonçalves. Forma urbana e poluição atmosférica: impactos na cidade do Rio de Janeiro. **Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

MENDONÇA, Francisco; MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (Org.) **Clima Urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto. 2013.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: 1976. 181 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1976.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, a. 5, n. 9, p. 61-79, 1990a.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 5, n. 9, p. 7-9, 1990b.

MOUDON, Anne Vernez. Urban morphology as an emerging interdisciplinary field. **Urban Morphology**, n. 1, p. 3-10, 1997.

MUNIZ-GÄAL, Lígia Parreira *et al*. Parâmetros urbanísticos e o conforto térmico de cânions urbanos: o exemplo de Campinas, SP. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 177-196, 2018.

NASCIMENTO, Claudia Pinheiro. O processo de urbanização da Amazônia e seus mecanismos entre a década de 1930 e 1980. **Ateliê Geográfico**, v. 5, n. 2, p. 227-256, 2011.

NUNES, Dorisvalder Dias *et al*. Formação Socioambiental do Estado de Rondônia. *In*: SIMONIAN, Ligia Terezinha Lopes.; BAPTISTA, Éster Roseli (org.). **Formação Socioambiental da Amazônia**. Belém: Ed. NAEA, 2015. p. 527-622.

OKE, Tim. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and field observations. **International Journal of Climatology**, v. 1, n. 3, p. 237-254, 1981.

OKE, Tim. The urban energy: street design and urban canopy layer climate. **Energy and Buildings**, v. 11, p. 103-113, 1988.

OLIVEIRA, Emmanuela Lopes de; SALLES, Mara Telles. Relações entre o subsolo urbano e mudanças climáticas em diferentes bairros do Rio de Janeiro. **Revista Ambiente e Sociedade**, v.23, p. 1-21, 2020.

OLIVEIRA, Paulo Marcos Paiva. **Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano**. 1985. 135 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 1985.

OSCAR JÚNIOR, Antonio Carlos; BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. O Clima Urbano da Ilha do Fundão (RJ): Subsídio a um Planejamento Urbano Sustentável. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 1, p. 113-127, 2015.

PORANGABA, Gislene Figueiredo Ortiz; TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Procedimentos metodológicos para análise das ilhas de calor em cidades de pequeno e médio porte. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 21, p. 225-247, 2017.

RIBEIRO, Helena. Poluição do ar e doenças respiratórias. *In:* TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende (orgs.). **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP, 2001. p. 136-144.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura bioclimática do espaço público**. 1. ed. 2. reimpr. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2013.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2017.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Boletim Climatológico de Rondônia**. Porto Velho: COGEO/SEDAM, 2012.

ROSSI, Aldo. **A arquitetura da cidade**. 2. ed. Trad. Eduardo Brandão. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Por uma geografia do clima, antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. **Terra Livre**, n. 17, p. 49-62, 2001.

SANTOS NETO, Luiz Alves *et al*. Distribuição horária da precipitação em Porto Velho-RO no período de 1998 – 2013. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 14, n. 10, p. 213-228, 2014.

SANTOS, Rafael Gonçalves *et al.* Morfologia urbana e corredores de ventilação como subsídio à resiliência urbana. **Revista LABVERDE**, v. 8, n. 2, 2017.

SCUSSEL, Maria Conceição Barletta; SATTLER, Miguel Aloysio. Cidades em (trans)formação: impacto da verticalização e densificação na qualidade do espaço residencial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 137-150, 2010.

SEZERINO, Maria Lurdes; MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. O campo térmico da cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. **Geosu**l, v. 5, n. 9, p. 20-60, 1990.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO (SEMPOG). **Bairros de Porto Velho**. 2018. Disponível em: https://sempog.portovelho.ro.gov.br/artigo/19400/bairros-de-porto-velho. Acesso em: 23 de set de 2018.

SHIGUE, Erich Kazuo; FARIA, João Roberto Gomes. Avaliação da determinação de albedo feita com instrumentos com baixas resoluções espectrais. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, Búzios, 2011. **Anais [...]**. Búzios, 2011.

SILVA, Gilberto Paulino; CAVALCANTE, Maria Madalena de Aguiar. A configuração urbana: a cidade de Porto Velho/RO em face da instalação das hidrelétricas no rio Madeira. **Revista GeoAmazônia**, v. 8, n. 15-16, p. 166-190, 2020.

SILVA, Edelci Nunes; RIBEIRO, Helena. Alterações da temperatura em ambientes externos de favela e desconforto térmico. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 663-670, 2006.

STAËL, Alvarenga Pereira Costa; NETTO, Maria Manoela Gimmler. **Fundamentos de morfologia urbana**. Belo Horizonte: C/Arte, 2015.

TAVARES, João Paulo Nardin. Interação entre a vegetação e a atmosfera para formação de nuvens e chuva na Amazônia: uma revisão. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, 2012.

TEJAS, Graziela Tosini *et al.* Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio do sensoriamento remoto na cidade de Porto Velho/RO (1985-2011). **Revue Franco-Brésilienne de Géographie/Revista Franco-Brasilera de Geografia Confins**, v. 32, n. 32, p.01-25, 2017. https://doi.org/10.4000/confins.12191

WOLLMANN, Cássio Arthur *et al*. Thermo-Hygrometric Variability on Waterfronts in Negative Radiation Balance: A Case Study of Balneário Camboriú/SC, Brazil. **Atmosphere**, v. 12, p. 2-19, 2021.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **WMO Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation**. WMO-n.8. WMO, edition 2008, updated 2010. Disponível em: https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html

YIN, Jie *et al*. Correlation between urban morphology and wind environment in digital city using GIS and CFD Simulations. **International Journal of Online Engineering**, v. 10, n. 3, p. 42-48, 2014.

ZUFFO, Catia Eliza; FRANCA, Rafael Rodrigues. Caracterização climática de Rondônia e variabilidade do clima em Porto Velho. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA – CLIMATOLOGIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO, 9., 2010, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza, 2010.