

**Estudo da Variação Térmica e da Urbanização no Conforto Térmico no
Município de Belém**

*Estudio de Variación Térmica y Urbanización en Confort Térmico en el Municipio de
Belém*

Ana Carolina Ruivo Reis

Discente de Pós-graduação, UFSM, Brasil
carolinaruivoo@hotmail.com

Rosecélia Moreira da Silva Castro

Professora Doutora, UNAMA, Brasil.
rosecelia.castro@gmail.com

Antônio Carlos Lola da Costa

Professor Doutor, UFPA, Brasil.
lola@ufpa.br

Pedro Monteiro Cardoso

Graduando em Engenharia Ambiental, UFRA, Brasil.
pedrocardoso1901@gmail.com

Marcos Alberto Oss Vaghetti

Professor Doutor, UFSM, Brasil.
marcos.vaghetti@ufsm.br

RESUMO

A urbanização desenfreada e sem planejamento a que as cidades amazônicas vêm sendo submetidas nos últimos anos vem provocando modificações ambientais, seja pela falta de áreas verdes ou pela grande empregabilidade de asfalto e concreto. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a relação entre as variáveis meteorológicas e urbanísticas na cidade de Belém – PA, e relacionar a arquitetura da cidade com a sensação térmica dos bairros. Inicialmente, foi realizada pesquisa bibliográfica em bibliotecas científicas e arquivos públicos, a respeito da evolução urbanística e arquitetônica de Belém, bem como os atributos meteorológicos da cidade. Em seguida foram coletados e analisados dados meteorológicos de duas diferentes áreas da cidade, uma com grande concentração de vegetação (Parque do Utinga) e outra altamente urbanizada (São Brás), a fim de fazer um comparativo entre as variáveis meteorológicas dos dois pontos da cidade. Houve elaboração de mapas das classes de uso e cobertura do solo, a fim de entender como se deu a expansão urbana da cidade. O estudo possibilitou demonstrar a variação de temperatura e umidade entre áreas com vegetação e áreas altamente urbanizadas, onde percebeu-se que em comparação com a área vegetada, na área urbanizada a temperatura aumenta e a umidade diminui. É de grande relevância o desenvolvimento de trabalhos relacionados às ciências ambientais e metodologias construtivas, a fim de estudar de que forma o desenho urbano pode influenciar a qualidade do ambiente cotidiano e o conforto térmico, e assim possa contribuir com as políticas públicas de urbanização das cidades.

PALAVRAS-CHAVE: Alterações Climáticas; Sustentabilidade; Planejamento Urbano.

RESUMEN

La urbanización desenfreada y sin planificación a la que se han visto sometidas las ciudades amazónicas en los últimos años ha venido provocando cambios ambientales, ya sea por la falta de áreas verdes o por el gran uso de asfalto y hormigón. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la relación entre variables meteorológicas y urbanas en la ciudad de Belém - PA, y relacionar la arquitectura de la ciudad con la sensación térmica de los barrios. Inicialmente, se realizó una búsqueda bibliográfica en bibliotecas científicas y archivos públicos, respecto a la evolución urbana y arquitectónica de Belém, así como los atributos meteorológicos de la ciudad. Luego, se recopilaron y analizaron datos meteorológicos de dos áreas diferentes de la ciudad, una con alta concentración de vegetación (Parque do Utinga) y otra altamente urbanizada (São Brás), con el fin de hacer una comparación entre las variables meteorológicas de la ciudad. dos puntos de la ciudad. Se elaboraron mapas de usos del suelo y clases de cobertura del suelo para comprender cómo se dio la expansión urbana de la ciudad. El estudio permitió demostrar la variación de temperatura y humedad entre áreas con vegetación y áreas altamente urbanizadas, donde se percibió que, en comparación con el área vegetada, en el área urbanizada la temperatura aumenta y la humedad disminuye. Es de gran importancia desarrollar trabajos relacionados con las ciencias ambientales y metodologías constructivas, con el fin de estudiar cómo el diseño urbano puede influir en la calidad del ambiente cotidiano y el confort térmico, y así contribuir a las políticas públicas de urbanización de las ciudades.

PALABRAS CLAVE: Cambio Climático; Sostenibilidad; Urbanismo.

1. INTRODUÇÃO

A urbanização desenfreada e sem planejamento a que as cidades amazônicas vêm sendo submetidas nos últimos anos vem provocando modificações ambientais, seja pela falta de áreas verdes ou pela grande empregabilidade de asfalto e concreto. Segundo Silva *et al.* (2012), em Belém já se tem a presença do fenômeno climático ilhas de calor – anomalia térmica que faz o ar da cidade se tornar mais quente que em áreas rurais –, o que mostra a influência das edificações e variações do uso e ocupação do solo da área urbana nos elementos da meteorologia, influenciando notadamente a temperatura do ar na cidade de Belém.

A urbanização das cidades é orientada a partir do Plano Diretor, que é uma legislação que tem sua obrigatoriedade confirmada pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal no 10.257, de 10/07/2001). Cabe ao plano diretor da cidade, que tem por objetivo organizar a mesma para que o interesse coletivo prevaleça sobre o interesse individual ou de determinado grupo, criar legislações que melhorem o ambiente urbano, e ao poder público cumpri-las.

A cidade de Belém está rapidamente se verticalizando e com isto modificando as suas condições ambientais, em termos de temperatura e ventos, com variações diurna e noturna notadamente nos bairros (Silva *et al.*, 2012), gerando ondas de calor na população. Diante disso, é necessário informações a respeito dos métodos e materiais construtivos das edificações e suas distribuições nos bairros, bem como a forma/estrutura da urbanização e uso e cobertura do solo, a fim de se relacionar com os atributos meteorológicos, de forma a indicar a relação da arquitetura da cidade com o clima dos bairros.

Segundo Costa *et al.* (2013), existe uma correlação entre temperatura do ar, percentagem de urbanização e arborização na cidade de Belém. As atuais edificações, em sua maioria, utilizam materiais inadequados para as condições climáticas específicas da região. Outrora as edificações eram pintadas predominantemente com cores claras, já na atualidade tem-se uma maior empregabilidade de vidros, pastilhas, e cores escuras nas envoltórias das edificações, influenciando diretamente no conforto térmico. Além disto, há casos de edificações excedentes ao gabarito indicado para a zona habitacional em que foi implantado, como visto em alguns edifícios da Av. Visconde de Souza Franco, bairro do Umarizal, que devido as formas de ocupação e adensamento urbano, ocasiona alteração na velocidade do vento.

É de grande relevância o desenvolvimento de trabalhos relacionados às ciências ambientais e metodologias construtivas, a fim de estudar de que forma o desenho urbano pode influenciar a qualidade do ambiente cotidiano e o conforto térmico, e assim possa contribuir com as políticas públicas de urbanização das cidades. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a relação entre as variáveis meteorológicas e urbanísticas na cidade de Belém – PA, e relacionar a arquitetura da cidade com a sensação térmica dos bairros.

2. METODOLOGIA

2.1. Descrição da Área de estudo

Este trabalho foi desenvolvido na cidade metropolitana de Belém, no Estado do Pará, cujas coordenadas geográficas são 01° 23'S e 48° 29'W, estando situada às margens do Rio Guamá e Baía do Guajará. O município possui uma área territorial de 1.059,466km², composta por 39 ilhas, com população de 1.393.399, de acordo com o último censo (IBGE, 2010). Encontra-se a uma distância em torno de 100 km do Oceano Atlântico, apresentando uma topografia

praticamente plana, sendo que, aproximadamente 60% de suas terras encontram-se abaixo da cota de 4,0 metros acima do nível do mar. Próxima a Linha do Equador, a região Norte não possui as quatro estações do ano bem definidas, como nas regiões Sul e Sudeste do país. Considera-se assim, uma classificação geral entre época chuvosa e menos chuvosa na região (COSTA; MATTOS, 2000).

2.2. Caracterização do Clima da região

A área de estudo apresenta uma pequena variabilidade anual na sua temperatura média, sendo que o período mais quente ocorre entre os meses de outubro a abril, sendo janeiro o mês mais quente, com temperatura máxima de 33 °C e mínima de 23 °C, em média. O período mais fresco ocorre entre os meses de junho a agosto, com temperatura máxima diária em média abaixo de 29 °C. O mês mais frio é julho, com a máxima de 21 °C e mínima de 28 °C, em média (WEATHER SPARK, 2023).

O período chuvoso do ano dura 9,2 meses, entre os meses de dezembro a setembro, com precipitação de chuva de 31 dias contínuos mínima de 13 milímetros. O mês mais chuvoso em Belém é abril, com média de 107 milímetros de precipitação de chuva. Belém tem variação sazonal moderada na sensação de umidade, o período mais abafado do ano dura 9,1 meses, de outubro a julho, no qual o nível de conforto é abafado, opressivo ou extremamente úmido pelo menos em 89% do tempo. O mês com mais dias abafados em Belém é maio, com 30,8 dias abafados ou pior. O mês com menos dias abafados em Belém é setembro, com 25,9 dias abafados (WEATHER SPARK, 2023).

Localizada na região de confluência dos ventos Alísios, a cidade de Belém apresenta direção predominante dos ventos de Norte e Nordeste, com baixas velocidades médias anuais, oscilando entre 1,0 m/s e 2,0 m/s, sendo que os menores valores ocorrem, geralmente, na estação chuvosa (SILVA *et al.*, 2012).

Segundo Costa e Mattos (2000), as inúmeras variações no clima de um local para outro, proporcionadas por diferentes combinações dos processos atmosféricos, produzem, conseqüentemente, uma grande variedade de tipos climáticos. Dentre as diferentes classificações climáticas atualmente aceitas, destacam-se a de Köppen. O clima de Belém, segundo este sistema de classificação, é do tipo Am_i, clima tropical chuvoso de monção.

2.3. Levantamento e análise de dados

Inicialmente, foi realizada pesquisa bibliográfica em bibliotecas científicas e arquivos públicos, a respeito da evolução urbanística e arquitetônica de Belém, bem como os atributos meteorológicos da cidade. Em seguida foram coletados e analisados dados meteorológicos de duas diferentes áreas da cidade, uma com grande concentração de vegetação e outra altamente urbanizada, a fim de fazer um comparativo entre as variáveis meteorológicas dos dois pontos da cidade. Houve elaboração de mapas das classes de uso e cobertura do solo, a fim de entender como se deu a expansão urbana da cidade.

Os dados meteorológicos urbanos foram coletados no bairro de São Brás, localizado na Av. Magalhães Barata esquina da Av. José Bonifácio, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (COSANPA), e os dados rurais foram coletados no Parque Estadual do UTINGA (Av. João Paulo II - Curió Utinga), na fazenda experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (EMBRAPA). Ambos foram obtidos com estações meteorológicas automáticas, modelo *Campbell Scientific*. Para as medidas diárias de temperatura e umidade relativa do ar foram utilizados sensores HMP45C. Os dados foram coletados durante 24 horas, entre os anos de 2016 à 2018, onde foram transformados em médias mensais para apresentação no presente trabalho.

Os mapas das classes de uso e cobertura do solo foram produzidos a partir da seleção *pixel-pixel* de imagens de todos os satélites da série Landsat de resolução espacial de até 30 metros, os anos catalogados para a análise foram 1985, 1995, 2005, 2015 e 2020.

O processo para aquisição de dados é realizado por extensivos algoritmos (*JavaScript* e *Python*) de aprendizagem de máquina (*machine learning*) através do *Google Earth Engine* disponíveis na hospedagem em nuvem fornecida pela Google podendo ser operado diretamente pelo *Google Chrome*.

A partir da aquisição das imagens, organizou-se os dados em Sistema de Informações Geográficas – SIG no software *QGIS Desktop 3.16.11*, onde foram identificadas e mapeadas cada classe na área de interesse do estudo. Para a compilação de gráficos utilizou-se o programa *Excel* com os dados das classes reconhecidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Planejamento Urbano de Belém

O instrumento de planejamento urbano da cidade de Belém é o Plano Diretor municipal (2008), este é quem estabelece zonas que podem ser: Zonas habitacionais, zonas de proteção ambiental, zonas de interesse social, zonas industriais, entre outras. Cada zona é estabelecida 3 importantes fatores: Taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento e índice de permeabilidade. A taxa de ocupação e o coeficiente de aproveitamento funcionam como um limitador do crescimento urbano, estabelecendo a forma como acontecerá a ocupação dos terrenos em determinada área da cidade ao longo dos anos.

Segundo Silva *et al.* (2012), durante o processo de urbanização realizada pela gestão de Antônio Lemos (1897 - 1912), as respectivas avenidas Presidente Vargas, Av. Nazaré, Av. Gov. José Malcher e a Av. Gentil Bittencourt foram abertas e em seu decorrer houve o plantio de grandes quantidades de mangueiras (*mangifera indica L.*) que juntamente com o sombreamento dos edifícios colaboram para atenuar a incidência dos raios solares, tornando essas áreas menos desconfortáveis termicamente.

Por serem áreas centrais e terem sido urbanizadas primeiro, em comparação a outras áreas, elas sofreram um processo maior de valorização. Tais avenidas, devido sua riqueza arbórea, hoje possuem um gabarito - que corresponde à limitação efetiva da altura das construções - bem limitado, evitando que a altura dos prédios prejudique os devidos cuidados necessários às diversas espécies paisagísticas, como as existentes na Praça da República localizada na Avenida Presidente Vargas.

Ainda segundo Silva *et al.* (2012), a zona Leste da cidade, que é onde há a predominância das tipologias sociais popular e médio, possui o bairro do Curió-Utinga como o menos desconfortável termicamente devido ser uma Área de Proteção Permanente (APA) de Belém. Tal bairro possui o valor do Índice de Calor (IC) de 27,4°C. Os demais bairros da zona Leste são bastante urbanizados, não possuem edifícios muito altos e possuem uma pequena quantidade de áreas vegetadas, ocasionando menos conforto térmico se comparado ao bairro do Curió-

Utinga. Isto porque, segundo Ayoade (1996) a umidade desempenha o papel de regulador térmico no sistema terra-atmosfera, a quantidade de vapor d'água no ar é importante fator que determina a temperatura sentida pela pele humana e, em decorrência, o conforto humano.

Na zona Sul da cidade predominam os bairros com a tipologia social Operário e Popular, onde os valores do IC variaram entre 29,0 °C e 29,8 °C. Os bairros do Jurunas e Condor são bastante populosos e apresentaram valores de desconforto térmico com o IC de 29,8 °C e 28,9 °C, respectivamente. Esses bairros estão situados nas margens do Rio Guamá, que possuem diversos portos privados, com pouca presença de vegetação arbórea, onde a altura das edificações são, predominante, de dois pavimentos, construídas em alvenaria e/ou madeira. Na zona Oeste da cidade encontram-se os bairros com as tipologias sociais Operário e Popular, sendo encontrados construções baixas com dois a três pavimentos e alguns edifícios, o IC encontrado foi de 29,8 °C (SILVA et al., 2012).

Na zona central da cidade predominam os bairros com tipologia social Superior, esta área da cidade foi a primeira a ser ocupada historicamente, devido a sua localização estratégica estar as margens do Rio Guamá e da Baía do Guajará, as condições do terreno serem melhores (mais elevados e sem várzea), e posteriormente, a cidade cresceu em direção aos outros bairros mais afastados do rio. Esta área, atualmente, é a mais verticalizada da cidade e o efeito do sombreamento, gerada tanto pelos edifícios como pelas árvores, ajudam a amenizar o desconforto térmico para os pedestres. O bairro de Nazaré que possui muitos edifícios e arborização no decorrer das avenidas, apresentou um valor de IC 28,7 °C, enquanto o bairro do Umarizal que é bastante verticalizado, mas pouco arborizado, o valor do IC encontrado foi de 29,3 °C.

Na zona Norte da cidade predominam os bairros com as tipologias sociais popular operário, e médio. Essa região é caracterizada por edificações baixas, diversos conjuntos habitacionais, sendo alguns de alto padrão. Ao longo do eixo da Avenida Augusto Montenegro, via de grande importância para a região, por ainda existirem terrenos disponíveis, está havendo uma expansão para essa direção, aumentando a presença de comércios, condomínios verticais e casas de alto padrão.

Como é possível notar através da distribuição dos bairros, o processo de segregação urbana na cidade é bem evidente, e segundo Oliveira *et al.* (2005) também é antigo, e data da época de fundação da cidade, onde as instituições que conduziram a fundação da mesma, instalaram-se nas melhores áreas, as mais elevadas, enquanto que as família desprovidas de posses foram ocupar as áreas mais baixas, sujeitas a alagamentos, e essa configuração de segregação existiu por um longo período, baseando-se nas áreas centrais e na cota dos terrenos da cidade.

Villaça (2001) definiu a segregação das classes sociais como "um processo segundo o qual diferentes classes ou camadas sociais tendem a se concentrar cada vez mais em diferentes regiões gerais ou conjuntos de bairros das metrópoles". Esta situação pode ser facilmente exemplificada com a criação de condomínios cada vez maiores e mais complexos, com equipamentos de lazer e mercados, uma espécie de cidade dentro da própria cidade, que faz os moradores terem cada vez menos necessidade de se deslocar para fora de seu local de moradia. Esta tipologia de habitação está cada vez mais presente em Belém, onde a cada ano surgem mais condomínios fechados de alto padrão, com bairros planejados e arborizados (Figura 1). Enquanto bairros de tipologias sociais inferiores se tornam esquecidos, com ausência de

planejamento urbano e falta de arborização.

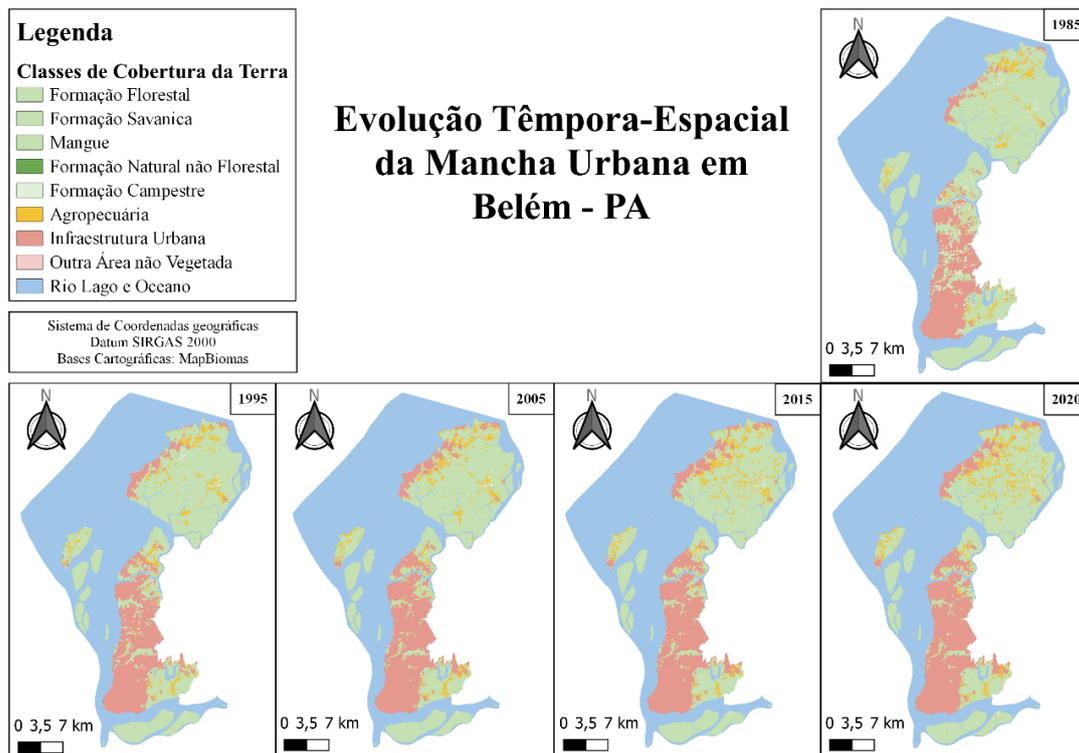
Figura 1: A verticalização de torres de alto padrão em Belém, nos bairros do Marco e Pedreira, outrora bairros de classe média e baixa, onde ainda convivem edifícios e moradias populares.



Fonte: Os autores (2023)

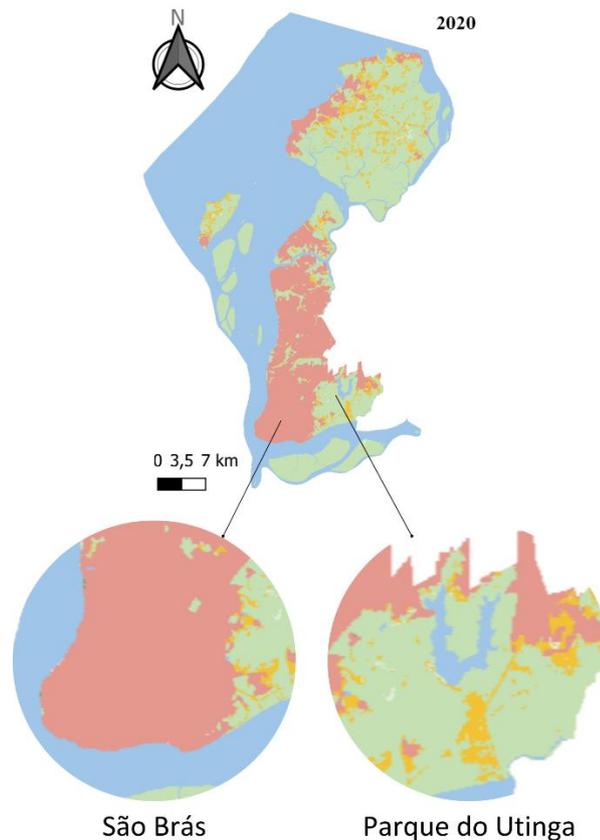
Analisando os mapas das classes de uso e cobertura do solo dos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2020, percebeu-se a evolução da ocupação da cidade com as áreas vegetadas transformando-se em áreas urbanizadas (Figuras 2 e 3).

Figura 2: Mapas de evolução das classes de uso e cobertura do solo.



Fonte: Os autores (2023)

Figura 3: Imagens da classe do uso e cobertura do solo do entorno das estações meteorológicas, bairro de São Brás e Parque do Utinga.



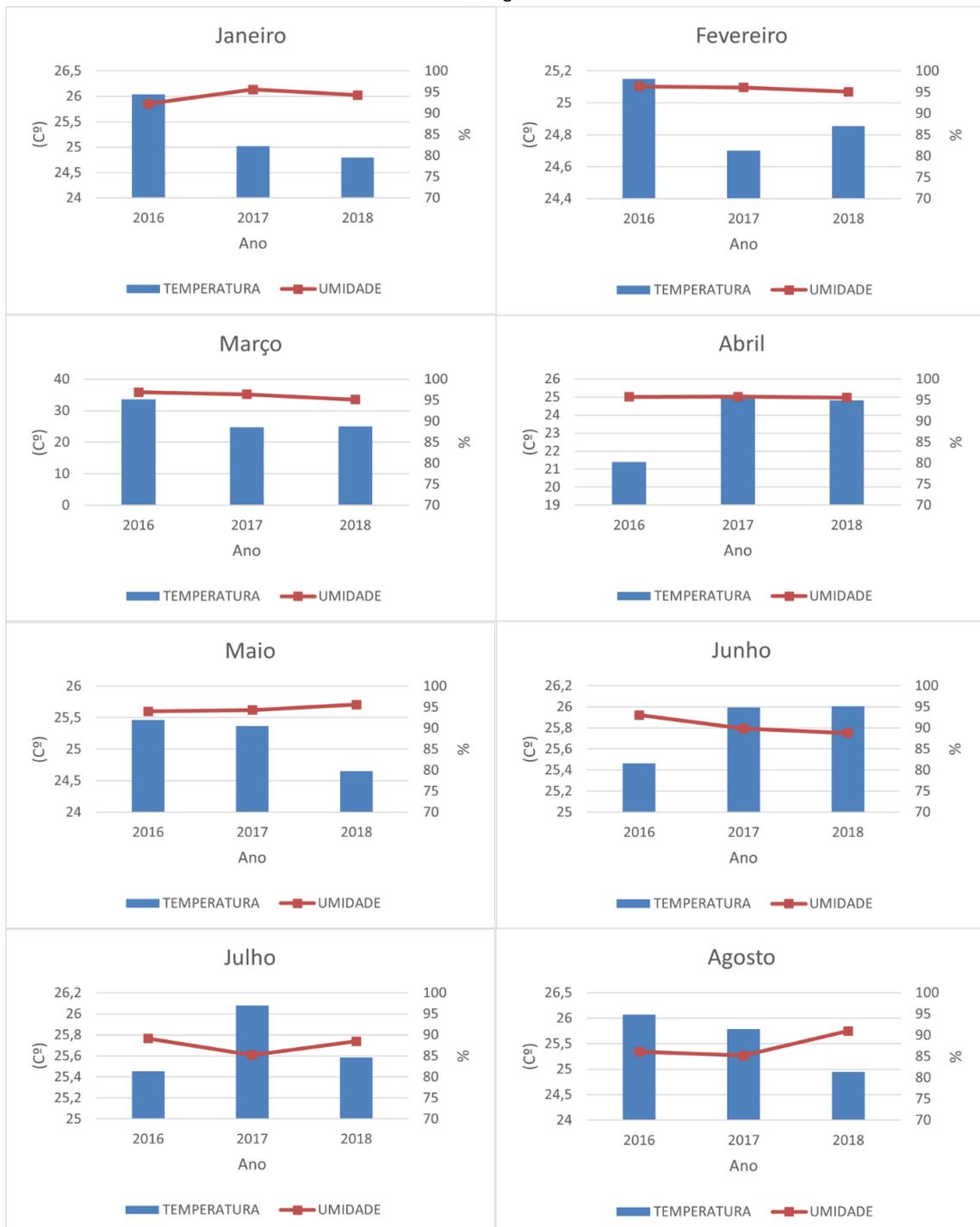
Fonte: Os autores

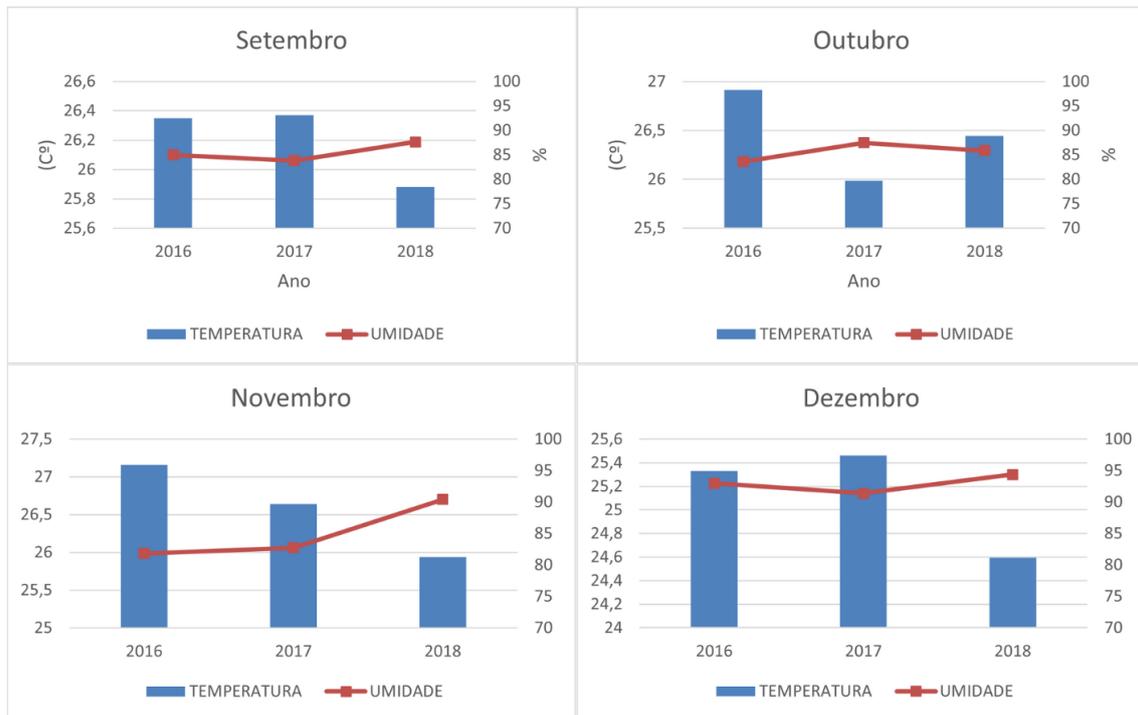
3.2. Dados Meteorológicos da área metropolitana (Parque do Utinga e Bairro de São Braz)

A estação meteorológica do Parque do Utinga, situado em um bairro na zona Leste da cidade, possui bastante vegetação em seus arredores, já que é uma área de proteção ambiental (APA), com poucas edificações e vias pavimentadas, e baixo fluxo de veículos quando comparado a outras áreas da cidade. Já a estação metrológica da COSANPA, localizada no bairro de São Brás, na zona Central da cidade, possui a cobertura do solo predominante de calçamento por asfalto e cimento, com pouca arborização, a área apresenta edificações altas e baixas, e o fluxo intenso de veículos.

Foi detectado que a estação meteorológica do Utinga apresenta condições de menor desconforto térmico, com temperaturas que variam de 24º C e 26º C e umidade que variam entre 88% e 95% (Figura 4). Já o bairro de São Brás, que possui pouca arborização, alto fluxo de veículos, alta densidade demográfica, predominância de pavimentação asfáltica, observa-se temperaturas mais elevadas, que variam entre 25º C à 27º C e umidade com variações entre 66% e 80% nos anos de coleta (Figura 5).

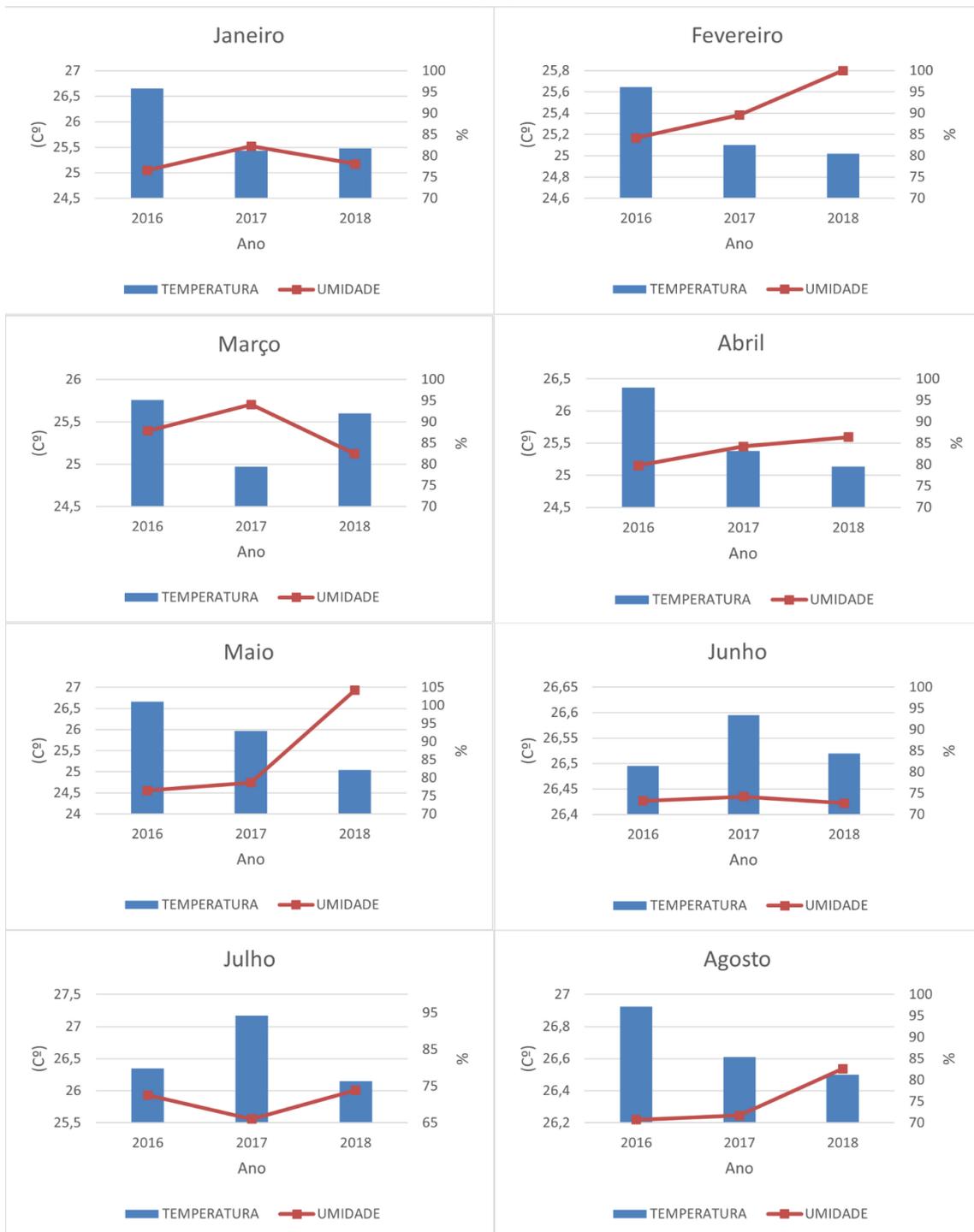
Figura 4: Temperatura e umidade relativa média dos anos de 2016 e 2018 da estação meteorológica do Parque do Utinga.

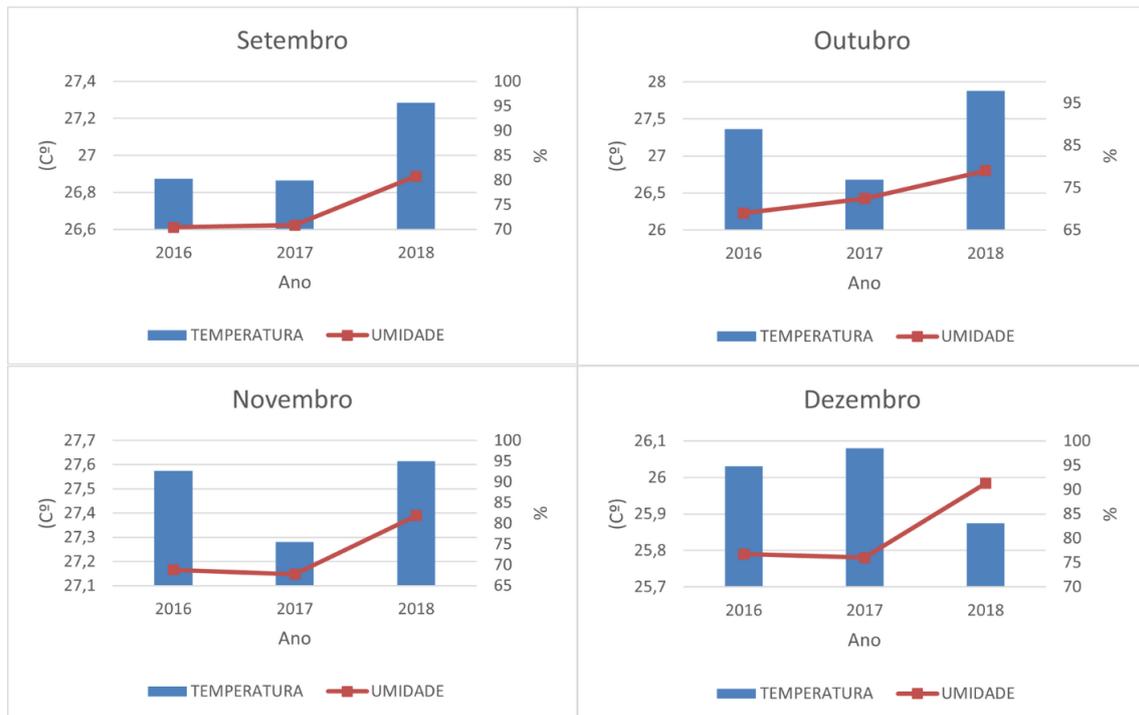




Fonte: Os autores (2023)

Figura 5: Temperatura e umidade relativa média dos anos de 2016 e 2018 da Estação meteorológica do Bairro de São Braz.





Fonte: Os autores (2023)

Com base na análise dos dados coletados nas estações meteorológicas do Parque do Utinga e de São Brás, constata-se que a região do Parque do Utinga é mais confortável termicamente quando comparada a área de São Brás, onde há pouca ou nenhuma presença de vegetação, e grande quantidade de áreas pavimentadas e edificadas. Na área de São Brás há um número maior de edifícios, o que dificulta a circulação do vento e reduz sua velocidade, implicando na redução da troca das massas de ar daquela região, e teoricamente propiciando a formação de microclimas mais desconfortáveis.

Apesar de Belém demonstrar alto nível de desconforto térmico ao longo do ano, a intensidade deste desconforto sofre variações em diferentes bairros, indicando outros fatores que influenciam no microclima. São esses: A baixa arborização, o fluxo intenso de veículos, a pavimentação, a densidade demográfica, os materiais utilizados nas construções, a morfologia urbana destes bairros, as barreiras visuais.

CONCLUSÃO

O estudo possibilitou demonstrar a variação de temperatura e umidade entre áreas com vegetação e áreas altamente urbanizadas, onde percebeu-se que em comparação com a área vegetada (Parque do Utinga), na área urbanizada (São Brás) a temperatura aumenta e a umidade diminui. Os dados produzidos foram analisados de forma comparativa e as diferenças verificadas foram atribuídas à influência das condições atmosféricas de uso da terra. Com isto, nota-se a importância da vegetação, que tem grande influência na variação do conforto térmico, podendo atenuar o clima através da absorção de radiação, umidade, produção de sombreamento e influência na circulação do vento.

Portanto, para minimizar os impactos gerados pela ação humana sob o meio ambiente, os atores que produzem e consomem o espaço urbano deverão pensar em medidas sustentáveis, com cidades planejadas que levem em conta o potencial de equilíbrio dos

elementos naturais, para isso a presença de áreas verdes espalhadas pelo perímetro urbano aumentariam a evapotranspiração e diminuiria o calor urbano. Processo que reverteria diretamente em sensação de bem-estar à população. Em uma cidade como Belém, que nos últimos anos está se verticalizando, cabe ao plano diretor do município criar legislações que melhorem o ambiente urbano, e ao poder público efetivá-las na cidade, visando atender o bem-estar, a saúde e o direito da população.

Com os avanços da urbanização, o planejamento e intervenção no desenvolvimento das cidades pode ser a saída para amenizar os impactos causados pela urbanização, uma vez que as áreas urbanas são áreas mais transformadas pelo fato de concentrar grande número de atividades humanas. O planejamento urbano deve dar transparência e democratizar a política urbana, ou seja, deve ser um instrumento de gestão democrática da cidade que contemple os aspectos humanos, naturais e climáticos de determinadas áreas. A área de proteção ambiental do bairro do Utinga, é de suma importância para a cidade, bem como outras áreas de conservação na cidade, pois serve – dentre tantos outros fatores – como termorregulador natural na cidade. Neste contexto, pode-se considerar a importância da vegetação como sistema regulador do clima urbano na cidade de Belém-PA.

REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Sueli Bastos. 5ª ed – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

COSTA, A. C. L.; SILVA, A. J.; CUNHA, A. C.; FEITOSA, J. R. P.; TAKESH, B.; PORTELA, T.; SILVA, G. G. C.; COSTA, R. F. 2013. Índices de conforto térmico e suas variações sazonais em cidades de diferentes dimensões na Região Amazônica. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 06, n. 03. p. 478-487.

COSTA, A. C. L.; MATTOS, A. Variações sazonais a ilha de calor urbana na cidade de Belém-PA. In: **Congresso Brasileiro De Meteorologia**. 2000.

IBGE. IBGE Cidades Belém PA. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>. (Acesso: 20/01/2023)

Lei Federal n.º 10.257 de 10 de julho de 2001: Estatuto da Cidade. 2001.

OLIVEIRA, J. M. G. C.; FRANÇA, C. F.; BORDALO, C. A. L. A verticalização em Belém-Pará, Brasil, nos últimos trinta anos: a produção de espaços segregados e as transformações socioambientais. **ANAIS DO X Encontro de Geógrafos da América Latina**, v. 10, p. 10609-10620, 2005.

PREFEITURA DE BELÉM. Lei Nº 8.655 de 30 de julho de 2008. **Plano Diretor do Município de Belém**, 2008.

SILVA, A. J. Avaliação de parâmetros micro meteorológicos, do conforto e da percepção térmica na área urbana da cidade de Belém – Pa. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém, 2012. 137f.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 2001.

WEATHER SPARK. Clima e condições meteorológicas médias em Belém no ano todo. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30136/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Bel%C3%A9m-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 10 de mar. 2023.