

Relação de áreas verdes e temperatura da superfície para a cidade de Belém

Fernanda da Silva de Andrade Moreira¹

Maria Isabel Vitorino²



RESUMO:

O presente trabalho vem contribuir com o estudo da relação entre áreas verdes, temperatura da superfície e urbanização na cidade de Belém, localizada na Amazônia, no intuito de demonstrar de que forma a distribuição espacial da vegetação interfere na variável meteorológica, temperatura da superfície, alterando a qualidade de vida da população residente. Foram analisados dados demográficos do IBGE e imagem do LANDSAT 8 para quantificar aquelas variáveis. Os resultados indicaram que as áreas localizadas na parte continental, primeira légua patrimonial, DABEL e DAGUA têm as maiores taxas de urbanização, 99,02% e 98,47%, os menores índices de cobertura vegetal por habitante, 0,79 m²/hab e 0,67 m²/hab, e, conseqüentemente, as temperaturas de superfície mais elevadas, na faixa de 30°C a 36°C. Por outro lado, a parte ao norte, distrito de DAMOS, e a região das ilhas, DAOUT, apresentam, respectivamente, as melhores taxas de áreas verdes, 85,21% e 79,66%, apresentando os melhores índices de cobertura vegetal por habitante, 5.278,47 m²/hab e 1.910,01 m²/hab, e, conseqüentemente, as temperaturas de superfície mais amenas, na faixa de 20°C a 26°C. Esses resultados revelam a configuração urbano-rural que permeia a cidade.

Palavras-chave: Áreas verdes. Temperatura da superfície. Urbanização. Amazônia.

1 Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientas, PPGCA/UFPA. E-mail: fsamoreira@hotmail.com.

2 Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientas, PPGCA/UFPA. E-mail: vitorino@ufpa.br.

ABSTRACT:

The present work contributes to the study of the relationship between green areas, surface temperature and urbanization in the city of Belém, located in the Amazon, in order to demonstrate how the spatial distribution of vegetation interferes in the meteorological variable, surface temperature, altering the quality of life of the resident population. Demographic data from IBGE and LANDSAT 8 images were analyzed to quantify those variables. The results indicated that the areas located in the mainland, the first heritage region, DABEL and DAGUA have the highest rates of urbanization, 99.02% and 98.47%, the lowest vegetation coverage per capita, 0.79 m²/hab and 0,67 m²/hab, and consequently the highest surface temperatures, in the range of 30°C to 36°C. On the other hand, the northern part, DAMOS district, and the island region, DAOUT, show respectively the best rates of green areas, 85.21% and 79.66%, with the best rates of vegetation cover by inhabitant, 5,278.47 m²/hab and 1,910.01 m²/hab, and consequently the milder surface temperatures, in the range of 20°C to 26°C. These results reveal the urban-rural configuration that permeates the city.

Keywords: Green areas. Surface temperature. Urbanization. Amazon.

INTRODUÇÃO

A questão ambiental sempre suscitou grandes preocupações aceleradas, principalmente a partir da revolução industrial, período no qual o mundo presenciou o progresso econômico às custas da exploração dos recursos naturais e um expressivo crescimento urbano, quase sempre desordenado. Esses fatores provocaram e provocam a degradação do meio ambiente. Por conta disso, entende-se a necessidade de ações planejadas de desenvolvimento urbano e ambiental que propiciem, em alguma medida, a sustentabilidade³ dentro das cidades.

A verificação da qualidade ambiental⁴ das cidades é cada vez mais importante, pois é no espaço urbano que os problemas ambientais, geralmente, atingem maior amplitude, notando-se concentração de poluentes no ar e na água, a degradação do solo e subsolo, em consequência do uso intensivo do território pelas atividades urbanas (LOMBARDO, 1985 apud LONDE; MENDES, 2014). Ressalta-se que essas alterações repercutem em diversas variáveis climatológicas.

A expansão das áreas urbanas proporciona a formação de diferentes microclimas no interior e ao redor dos espaços urbanos. Assim, o aumento de áreas construídas favorece a absorção de radiação solar diurna e a reflexão noturna, tendo o fenômeno das “ilhas de calor” como a principal causa de diferencial térmico entre essas áreas e os locais vegetados. Nesse contexto, a supressão da cobertura vegetal contribui sobremaneira para alterar o clima da cidade, por meio de mudanças nos seus elementos meteorológicos, como a temperatura da superfície.

Diante dessas considerações, Londe e Mendes afirmam que:

se torna necessária a realização de pesquisas que discutam o papel das áreas verdes no espaço urbano, bem como suas contribuições para a qualidade ambiental das cidades e para a qualidade de vida⁵ da população, além de reflexões acerca da importância do planejamento municipal e de políticas públicas, na construção de cidades ambientalmente saudáveis e sustentáveis (LONDE e MENDES, 2014).

Dentro deste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo mapear a área urbanizada e quantificar a distribuição de áreas verdes no município de Belém, bem como o seu índice de cobertura vegetal por habitante, no intuito de perceber de que forma a distribuição espacial da vegetação interfere na variável meteorológica, temperatura da superfície, alterando a qualidade de vida da população residente.

Dentro deste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo mapear a área urbanizada e quantificar a distribuição de áreas verdes no município de Belém, bem como o seu índice de

3 Sustentabilidade: “A noção de sustentabilidade remete antes à lógica das práticas, em que efeitos práticos considerados desejáveis são levados a acontecer, do que ao campo do conhecimento científico, em que os conceitos são construídos para explicar o real. Aplicada ao espaço urbano, a noção de sustentabilidade tem acionado diversas representações para a gestão das cidades, desde a administração de riscos e incertezas ao incremento da “resiliência” – a capacidade adaptativa - das estruturas urbanas” (ACSELRAD, 1999).

4 Qualidade ambiental: “A qualidade ambiental pode ser entendida como o conjunto das condições ótimas que regem o comportamento do espaço habitável em termos de conforto associado ao ecológico, biológico, econômico-produtivo, socialcultural, tipológico e estático, em suas dimensões espaciais” (LUENGO, 1998).

5 Qualidade de vida: “A qualidade da vida humana está diretamente relacionada com a interferência da obra do ser humano no meio natural urbano. A natureza humanizada, através das modificações no ambiente alcança maior expressão nos espaços ocupados pelas cidades, criando um ambiente artificial” (LOMBARDO, 1995 apud LONDE; MENDES, 2014).

cobertura vegetal por habitante, no intuito de perceber de que forma a distribuição espacial da vegetação interfere na variável meteorológica, temperatura da superfície, alterando a qualidade de vida da população residente.

ASPECTOS DA URBANIZAÇÃO DAS CIDADES

Durante muitos séculos, o ser humano e a natureza viveram relativamente de forma sustentável. A ação daquele era mais contida e não chegava a impedir a renovação dos recursos naturais. Segundo Viana, a concentração populacional não era um fato preocupante e os recursos eram suficientes para a sobrevivência da humanidade (VIANA 2006 apud ALVES, 2010).

Monte-Mór ressalta que ao final do século passado:

as questões urbanas eram vistas como alheias e mesmo perniciosas para a questão ambiental e a natureza só aparecia como natureza produzida no seio das cidades, na forma de parques, praças e jardins. Impossível, parecia àquela época, pensar em uma articulação íntima do espaço urbano com o espaço natural. A natureza era restrita ao campo, ou às matas e florestas não ocupadas pelo ser humano civilizado. Como referência, estava a perspectiva de uma produção social do espaço humano inteiramente dominada pelo tecido urbano-industrial, moldando, equipando e organizando territórios à sua imagem (MONTE-MÓR, 2015).

No entanto, a partir do século XIX, o mundo presencia um novo modelo de civilização, sustentado na crescente industrialização e urbanização do espaço, o qual se impõe ao meio natural.

As cidades passaram a ser entendidas como organizações estritamente humanas, nas quais o ser humano atua com toda a sua força e plenitude, transformando a natureza em função de suas necessidades. Com esse novo modelo, houve uma grande concentração de pessoas nas cidades e, com isso, ocorreram transformações relevantes para as condições ambientais dessas (SANTOS, 1993).

O processo de urbanização no Brasil foi um reflexo das transformações estruturais de ordem política, econômica e social pelas quais o país tem desenvolvido, principalmente no início das décadas de 1960 e 1970, quando se iniciou um processo de ordenamento e integração social do país voltado à política de desenvolvimento econômico-social com base no crescimento das cidades.

Para se perceber a importância do fenômeno no contexto nacional, Neto (2007) e outros relatam que:

basta notar que em 1995 a população brasileira ultrapassava os 155 milhões de habitantes. Nesse mesmo ano, a população urbana representava 75,5% do total. No ano de 2000, a população do país atingiu, segundo o IBGE, a marca dos 170 milhões de habitantes, sendo quase 140 milhões de pessoas residindo em zonas urbanas, o que representa 81,2 % do total de habitantes (NETO et al., 2007).

Nessa mesma dinâmica, o Censo 2010 (IBGE, 2016) já apontava uma população com cerca de 191 milhões de habitantes.

Segundo Ribeiro,

o processo de urbanização no Brasil é singular, segundo demonstraram diversos autores, como os geógrafos Milton Santos (1990 e 1993) e Ana Fani Carlos (2001).

Para o primeiro, esse processo é marcado pela aceleração e pelo ritmo intenso. A outra autora afirma que é produto da lógica especulativa, que resultou em vazios urbanos, concentração de áreas nobres em meio à pobreza e na ocupação de sítios urbanos indevidos, que se tornaram áreas de risco ambiental (RIBEIRO, 2008).

A ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis por população pobre é um fenômeno típico do padrão de urbanização incompleta das cidades brasileiras, que revela nuances ainda mais críticas quando observado no espaço de fronteira na periferia do capitalismo, como é o caso da Amazônia (MELO; CARDOSO, 2014). Aqui a situação se torna mais difícil, pois nas cidades Amazônicas, a precariedade é mais acentuada, com forte degradação ambiental, o que gera distorções na sua dimensão social.

Assim, Trindade Júnior afirma que:

a Amazônia tornou-se um espaço de expansão e projeção das relações capitalistas de produção. Pode-se dizer que a urbanização amazônica é uma decorrência do processo de industrialização verificado no país, no qual a fronteira econômica se coloca como uma necessidade de busca de recursos que atendam não só à dinâmica econômica mundial, como também à industrialização interna; ainda que a industrialização não seja, como no caso de Belém, o elemento propulsor direto da metropolização (TRINDADE JÚNIOR, 2016).

O modo com que o processo de expansão urbana vem ocorrendo na Amazônia acentua ainda mais os problemas socioeconômicos e ambientais nas cidades. Percebe-se na formação do espaço uma forte presença de ocupações informais e irregulares, nas quais se articulam alto nível de desigualdade social e aprofundamento da segregação socioespacial (FERNANDES; SOUZA; RODRIGUES, 2015).

Esse mesmo padrão é observado em Belém. Segundo Trindade Júnior,

de 1960 a 1990 foram, aproximadamente, um milhão de pessoas que passaram a incrementar a dinâmica do espaço urbano de Belém. Num primeiro momento do processo de metropolização, grande parte desse contingente se concentrou nas áreas centrais da metrópole, em espaços sem infraestrutura e de péssima qualidade ambiental, as chamadas áreas de baixadas (TRINDADE JÚNIOR, 2016).

Acompanhando essa explosão, Santos e Rocha afirmam que:

em 2010, segundo dados do último censo demográfico (IBGE, 2016) a população de Belém já era de aproximadamente 1.393.399 habitantes, sinalizando para uma explosão demográfica que traz como consequência o efeito de um crescimento desordenado, através da ocupação de locais impróprios para moradia (SANTOS; ROCHA, 2013).

De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) (IBGE, 2016), em 2016 o município de Belém apresenta uma população estimada 1.446.042 habitantes. Ressalta-se que essa transformação da paisagem dentro do cenário urbano modifica os elementos naturais, como solo, temperatura, umidade, nebulosidade, mecanismos do vento, pluviosidade, flora e fauna, os quais, na maioria das vezes, são responsáveis pelas condições de conforto ambiental. Nesse quadro de profundas mudanças, buscam-se novas formas de tratar o território. acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) (IBGE, 2016), em 2016 o município de Belém apresenta uma população estimada 1.446.042 habitantes. Ressalta-se que essa transformação da paisagem dentro do cenário urbano modifica os elementos naturais, como solo, temperatura, umidade, nebulosidade,

mecanismos do vento, pluviosidade, flora e fauna, os quais, na maioria das vezes, são responsáveis pelas condições de conforto ambiental⁶. Nesse quadro de profundas mudanças, buscam-se novas formas de tratar o território.

A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES NAS CIDADES

Para Bahia e Figueiredo (2014), as relações socioambientais nas novas configurações das cidades pós-modernas passaram a sofrer intensas modificações, gerando preocupações quanto ao modelo produtivo que lhes dão sustentação, ocasionando significativos problemas à vida das pessoas no ambiente urbano.

De acordo com Santos e Rocha,

os espaços urbanizados cada vez mais sofrem com as alterações causadas a partir de intervenções provocadas pelo ser humano, principalmente pela falta de planejamento da ocupação urbana adequada e ausência de áreas verdes. Grande parte desse problema ocorre pela substituição das áreas verdes por casas e prédios, ruas e avenidas e uma série de outras construções, que é tanto maior quanto mais se aproxima do centro das grandes cidades, fazendo aumentar significativamente a irradiação de calor para a atmosfera em comparação com as zonas periféricas ou rurais, onde, em geral, é maior a cobertura vegetal (SANTOS; ROCHA, 2013).

Hardt (1994) conceitua áreas verdes urbanas como áreas livres da cidade, com características predominantemente naturais, sem levar em conta o porte da vegetação. São áreas onde predomina a permeabilidade⁷, podendo haver vegetação predominantemente rasteira ou uma vasta cobertura arbórea.

As áreas verdes são importantes para a qualidade ambiental das cidades, já que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente (LIMA; AMORIM, 2006). Essas áreas caracterizam, em última instância, a imagem da cidade, assumindo uma individualidade própria e desempenhando funções precisas.

A importância das áreas verdes é enorme, segundo Rodrigues e outros,

as mesmas garantem conforto térmico⁸ e impedem possíveis alterações no microclima, além de assumirem um papel fundamental de lazer e recreação para a população. Indo além, segundo vários autores, a vegetação urbana desempenha funções muito importantes nas cidades, não se restringindo a estética e paisagística, as quais valorizam a beleza no ambiente, mas vão além, apresentando as funções ecológica, social, educativa, estética, psicológica, cultural (RODRIGUES et al., 2014).

6 Conforto ambiental: “Compreende o estudo das condições térmicas, acústicas, luminosas e energéticas e os fenômenos físicos a elas associados, que devem ser encaradas como um dos condicionantes da forma e da organização do espaço. O conforto ambiental está ligado a uma resposta do indivíduo a parâmetros físicos ambientais e pessoais” (MONTEIRO; BITTENCOURT; YANNAS, 2015).

7 Permeabilidade: “É a capacidade dos solos de se deixar percolar pela água. A passagem da água ocorre pelos vazios, entre os grãos do solo” (NUVOLARI, 2013).

8 Conforto térmico: “É quando o balanço de todas as trocas de calor ao qual está exposto o corpo for zero e a temperatura da pele estiver dentro de certos limites” (FANGER, 1970).

A ausência de arborização nas cidades reflete o agravamento da questão ambiental, pois à medida que as cidades se expandem e se apropriam demasiadamente dos recursos naturais, transformam o espaço natural, reduzindo a qualidade de vida da população ali residente. Ressalta-se, ainda, que a arborização das vias públicas serve como um filtro para atenuar ruídos, retenção de pó, reoxigenação do ar, além de oferecer sombra e a sensação de frescor.

No intuito de garantir o mínimo de áreas verdes dentro das cidades, em nível global diversas organizações, como a Organização das Nações Unidas (ONU) e a Organização Mundial de Saúde (OMS), criaram índices de cobertura vegetal ou de áreas verdes. A Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) também faz recomendações para o índice de área verde. Ela preconiza um mínimo de 15 m²/habitante para que as áreas verdes públicas destinadas à recreação venham a cumprir plenamente suas funções social e ambiental de fornecer bem-estar, lazer, recreação, isolamento acústico e microclima, entre outros benefícios (LUCON et al., 2013).

Para além dos benefícios para o clima, essas áreas desempenham uma importante fonte de lazer. Nesse sentido, Bahia e Figueiredo consideram que

as vivências de lazer em áreas verdes podem possibilitar comportamentos de contestação do status quo, de mudanças de atitudes cotidianas, de configurações de emancipação humana e de transformação de alguns desses valores, minimizando a ruptura ser humano-natureza nas cidades (BAHIA; FIGUEIREDO, 2014).

ÁREAS VERDES E CLIMA URBANO

Segundo Monteiro (1976 apud ALVES, 2010), o clima urbano abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização. As áreas urbanizadas produzem efeitos na atmosfera da camada intraurbana de uma região devido às diversas formas de uso e ocupação do solo e estrutura urbana.

Esses efeitos, segundo Rocha (2011) e outros, dependem da característica das superfícies. Assim,

o grau de transformação das superfícies, os materiais utilizados, a rugosidade, a densidade, a permeabilidade do solo, a contaminação do ar e a geração local de calor são fatores que irão determinar a reflexão, absorção ou armazenamento de calor, além de produzir efeitos na circulação e atrito da ventilação (ROCHA; SOUZA; CASTILHO, 2011).

Esses grandes aglomerados urbanos, ao serem construídos, criam um clima urbano que, por suas dinâmicas próprias, acabam gerando anomalias na temperatura do ar e da superfície e na umidade, tendo como as “ilhas de calor” (ilhas térmicas) o fenômeno mais representativo dessas modificações.

De acordo com Landsberg,

a ilha de calor é o reflexo de mudanças microclimáticas em consequência de alterações da superfície urbana feita pelo ser humano. Tais mudanças estão relacionadas com as alterações do balanço de energia e de radiação que ocorrem na zona urbana como consequência da substituição de superfícies naturais por superfícies pavimentadas e construções, que armazenam parte da energia recebida durante o dia, liberando-o para o ambiente após o por do sol. Deste modo, a energia que seria utilizada para evaporar a umidade presente na superfície, é diretamente absorvida pela superfície urbana, aquecendo-a

mais que o seu entorno rural. O calor de origem antrópico, assim como, a poluição atmosférica, também são fatores fundamentais nessas alterações (LANDSBERG, 1981).

As primeiras observações deste fenômeno datam do início do século XIX, quando Luke Howard, químico e meteorologista, fez suas primeiras observações em Londres. Bem mais recente, a comunidade científica internacional tem dado grande importância sobre o impacto que as megacidades produzem na atmosfera global, além dos efeitos no clima urbano em escala local e regional (MEIRELES, 2011).

Segundo Oke, as principais causas da formação da “ilha de calor” nas cidades são:

- O aumento da entrada de radiação de ondas longas, devido à absorção da mesma que sai e é reemitida pelos poluentes da atmosfera urbana;
- Menores perdas de radiação de ondas longas nas ruas e canyons urbanos, devido à redução do sky view fator pelos prédios e edifícios;
- Maior absorção da radiação de ondas curtas pela superfície urbana, devido ao efeito das construções no albedo;
- Grande estocagem de calor durante o dia, devido às propriedades térmicas dos materiais urbanos e grande emissão de radiação durante a noite;
- Adição de calor antropogênico⁹ na área urbana, devido à utilização de aquecedores e refrigeradores, transportes e operações industriais;
- Menor evaporação, devido à retirada da vegetação e à diminuição de superfícies líquidas, o que diminui o fluxo de calor latente ou evapotranspiração e aumenta o fluxo de calor sensível (OKE, 1987).

Desta forma, a expansão das áreas urbanas proporciona a formação de diferentes microclimas no interior e ao redor dos espaços urbanos. Assim, o aumento de áreas construídas favorece a absorção de radiação solar diurna e a reflexão noturna, tendo o fenômeno das “ilhas de calor” como a principal causa de diferencial térmico entre essas áreas e os locais vegetados.

Cabe observar que uma relação adequada entre área verde e população é importante, pois as áreas verdes minimizam os efeitos da impermeabilização e regulam o microclima, amenizando as altas temperaturas produzidas pela concentração de áreas edificadas ou pavimentadas (OLIVEIRA et al., 2013 apud COUTINHO et al., 2015).

O processo de ocupação urbana aliado à falta de planejamento de urbanização das cidades tem como consequências alterações no balanço de energia¹⁰ e alteração dos níveis de conforto urbano (elevação da temperatura e redução da umidade relativa).

Santos e Rocha afirmam que além desses aspectos,

o processo de urbanização impermeabiliza o solo proporcionando o aumento dos problemas relacionados às inundações que frequentemente afetam a população dessas áreas, tornando inevitável seu sofrimento por conta da perda de seus

⁹ Antropogênico: “Em sentido restrito, diz-se dos impactos ambientais causados pela ação do ser humano” (NUVOLARI, 2013).

¹⁰ Balanço de energia: “O balanço de energia, baseado no princípio físico da conservação da energia, relaciona as densidades dos fluxos de energia disponível na vegetação (radiação líquida) com a energia utilizada, principalmente o calor latente na evaporação e o calor sensível nas variações de temperatura do ar e do solo” (PEREIRA et al., 2002).

bens materiais e o aumento do risco de contaminação por doenças veiculadas por meios hídricos (SANTOS; ROCHA, 2013).

Estudos, como o de Trentini e Rocha (2006), apontam essa íntima relação entre clima e conforto, comparando o resultado da aferição térmica com o da percepção humana em três pontos da cidade de Bauru-SP, num raio que vai do centro à periferia, por meio de dados de temperatura do ar e entrevistas aplicadas à população da cidade. Foi levantada a diferença térmica entre o centro e a periferia de Bauru-SP na aferição térmica e observou-se que os resultados das entrevistas coincidem com os dos termômetros, ou seja, a sensação de conforto térmico é melhor onde os termômetros indicam uma temperatura menor, e nos locais onde há maior desconforto, provavelmente deve haver maior emissão de poluentes, devido à demanda de energia para amenizar o calor.

Dessa forma, a expansão das áreas urbanas proporciona a formação de diferentes microclimas no interior e ao redor dos espaços urbanos. O aumento de áreas construídas favorece a absorção de radiação solar diurna e a reflexão noturna, tendo o fenômeno das “ilhas de calor” como a principal causa de diferencial térmico entre essas áreas e os locais vegetados. Em contraponto, as áreas verdes minimizam os efeitos da impermeabilização e regulam estes microclimas.

Num recorte mais local, em Belém não é diferente. Nas últimas décadas a perda da cobertura vegetal vem apresentando uma mudança no meio físico da cidade, principalmente no que tange à área da primeira légua patrimonial. O trabalho de Rodrigues (2014) e outros aponta essa mesma tendência quando da observação de dois bairros: Nazaré e Guamá.

DADOS E METODOLOGIA

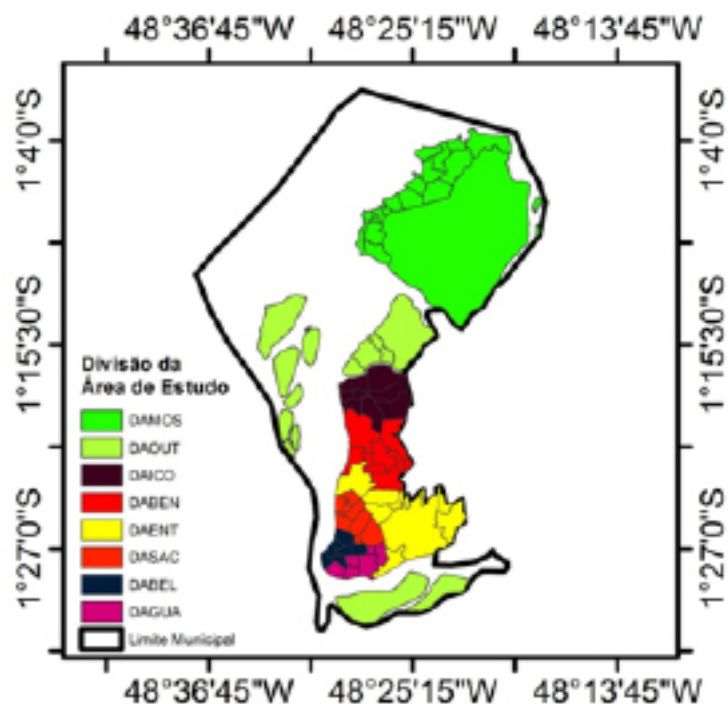
A área de estudo é cidade de Belém, capital do estado do Pará, localizada sob as coordenadas geográficas 01°27' S e 48°28' W. Segundo dados do Plano Nacional de Amostra de Domicílios (PNAD), a população estimada para o município, em 2016, é de 1.446.042 habitantes (IBGE, 2016), distribuídos num território de 1.065km². Segundo dados da Companhia de Desenvolvimento e Administração da área metropolitana de Belém (CODEM, 2005), o município de Belém, considerando a porção insular e continental, está dividido em oito Distritos Administrativos, englobando 39 ilhas e os 71 bairros.

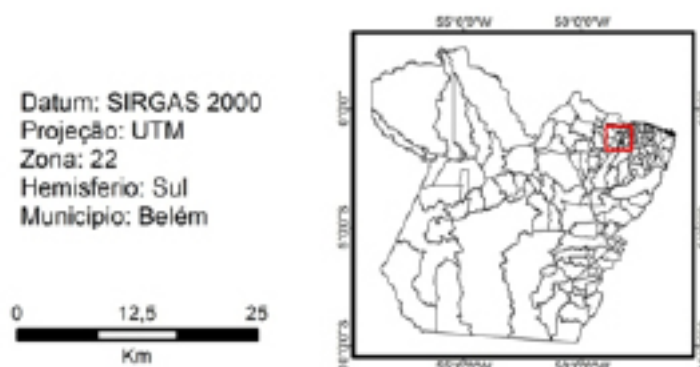
Para este trabalho, foi utilizada essa mesma divisão, no entanto, pequenos ajustes foram necessários, pois para mensurar a quantidade de áreas verdes, foram utilizados bairros inteiros, não se admitindo que o mesmo bairro pertencesse a dois distritos. Outro ponto importante seguido foi a escolha de incorporar as ilhas no Distrito de Outeiro. Ressalta-se, porém, que essa divisão agregada apresenta limitações, pois consegue nos mostrar apenas uma visão geral e ampla do município, sem levar em conta as especificidades de cada área. A Tabela 1 apresenta os bairros que compõem cada distrito e o Mapa 1 mostra a sua posição geográfica.

Tabela 1 - Relação nominal de bairros e ilhas dos Distritos Administrativos de Belém

Distritos Administrativos	Bairros	Ilhas
DAMOS	Maracajá, Vila Mangoeiras, Praia Grande, Aeroporto, Farol, Chapéu Virado, Naral do Marabira, Porto Arthur, Marabira, Azeitona, São Francisco, Bonfim, Caranduba, Marabá, Caruzá, Paraíso, Sucupiraçu e Baía do Sol e Água Boa, Brasília, São João do Ouro e Iraítoza	São Pedro, Maracajá, Pombas, Papagaio, Canuari, Conceição, Marum I, Marum II e 04 ilhas sem denominação
DAOUT		Santa Cruz, Juruba, Coróinha/Novo, Coróinha, Uruboca/Paqueta-Água, Cotijuba, Itaruoca, Uruboca/Papagaio/Jararaca, Barra Pato/Jessequinha, Redon da Jararaca/Lenga, Potos/Novo/Mirim, Cruzador, Formoso, Festim/Barrá, Cima/Macaco/Miraflores/Combu, Mirutus/Mirutusú, Povo da Cunha/Grande, Poticarvênia/Ilhas, Negra, Viçosa e 06 ilhas sem denominação
DAICO	Cruzeiro, Ponta Grossa, Maracocera, Campina de Icoaraci, Água Negra, Agulha, Paracuri, Parque Guaporé e Taxoná	
DABEN	Tapaná, Coqueiro, Pishaha, São Clemente, Parque Verde, Bengui, Cabanagem, Uxa e Mangueirão	
DAENT	Vão-de-Cães, Souza, Castanheira, Guajabara, Água Linda, Aua, Universitário, Curio-Utinga e Macambata	
DASAC	Sacramento, Maracangalha, Miramas, Barreiro, Telegrafo, Pedreira, Fátima e Maco	
DABEL	Reduro, Campina, Nazaré, Umasizal, São Bois, Batista Campos e Cidade Velha	
DAGUA	Montese (Teus Fiume), Condes, Juruas, Casmção, Guamá e Caudos	

Mapa 1 - Área de Estudo, com a Divisão dos Distritos Administrativos do Município de Belém





Nessa visão macro do município, foi utilizada uma base georreferenciada, a partir de dados e informações cartográficas e de sensoriamento remoto, que foram processados com o suporte do software ArcGisTM 10.2 para calcular as áreas verdes, seu respectivo índice de cobertura vegetal e a temperatura da superfície .

A imagem de satélite usada foi do LANDSAT 8 (Imagem 1) do dia de 22 de outubro de 2015, com resolução espacial de 30 metros, a qual é muito ampla, não sendo capaz de detectar, por exemplo, a presença de árvores em avenidas, o que se apresenta como limitação para um estudo mais detalhado e refinado. Essa imagem está disponível no site do Serviço de Levantamento Geológico do Estados Unidos – USGS no formato geotiff nas bandas azul (blue), vermelho (red), verde (green), infravermelho próximo (NIR) e na composição vermelho-verde-azul (RGB).

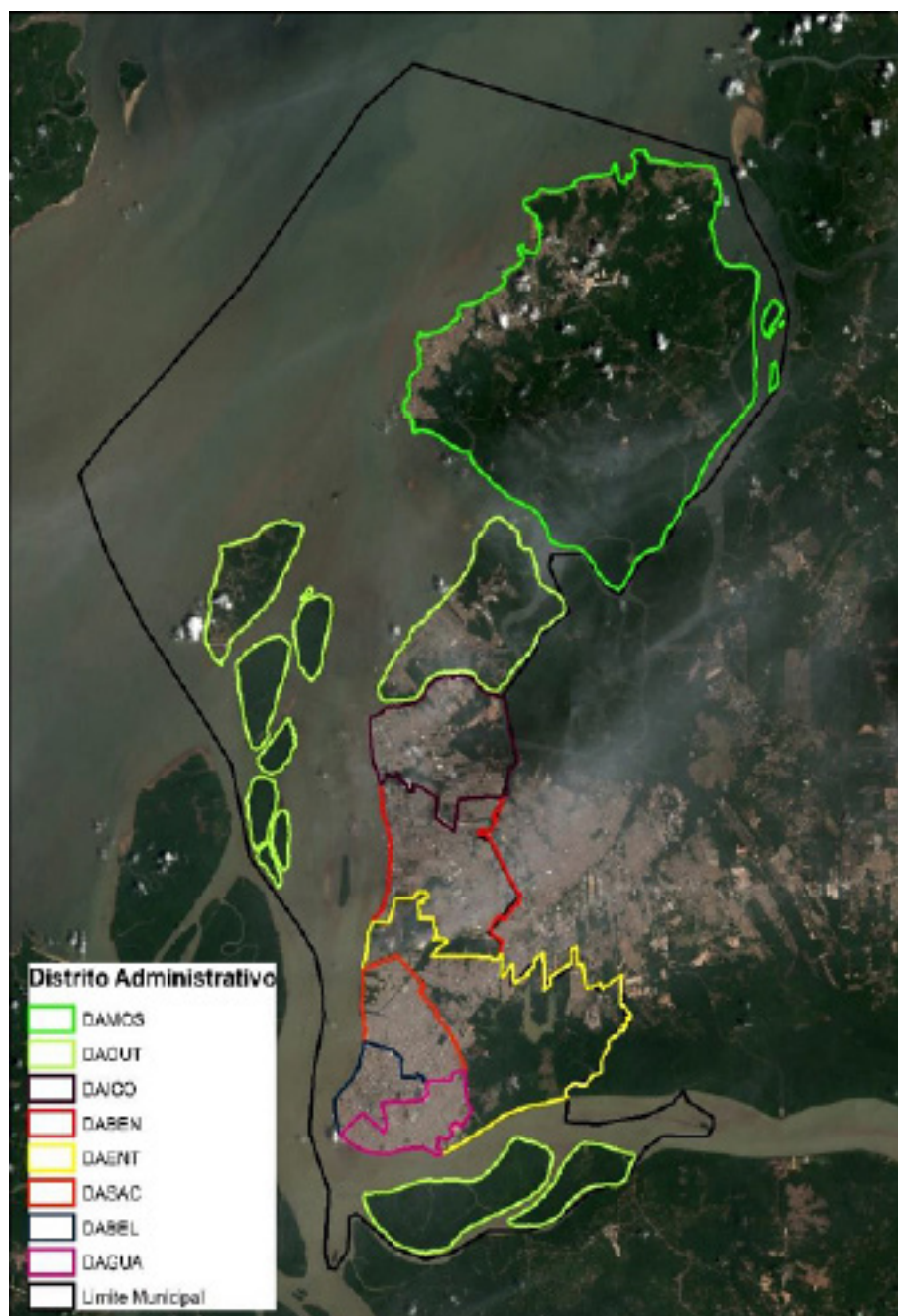
A imagem serviu de base para gerar o NDVI e foi plotada com a divisão administrativa do município, indicando, a olho nu, as áreas verdes, solo exposto e água (Imagem 1). Nela se percebe a urbanização consolidada da região central de Belém (DABEL, DASAC e DAGUA), bem como a área de expansão situada no entorno da Augusto Montenegro (DABEN).

Na análise de áreas verdes, usou-se as bandas 4 e 5 para gerar o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) que, segundo Velasco (2007) e outros, consiste em uma equação 1, que tem como variáveis as bandas do vermelho e infravermelho próximo, como se segue:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V}$$

Em que: IVP: valor da reflectância da banda no Infravermelho próximo; V: valor de reflectância da banda no vermelho.

Imagem 1 - Imagem do LANDSAT 8 com os Distritos Administrativos



Fonte: USGS (2015).

A correção de ajustes de imagens foi feita por meio do software ArcGisTM 10.2, que permitiu visualizar e classificar os elementos urbanos. Desse ajuste, foi então gerado o NDVI, que é um índice muito utilizado, pois, reduz o efeito topográfico e apresenta uma escala de medida linear entre -1 e 1.

A partir da imagem raster, foi possível convertê-la em shapefile, tipo polígono, para assim quantificar, em quilômetros quadrados, a cobertura de água, solo exposto e vegetal do município. Segundo Perreira (2010) e outros, o índice de áreas verdes é aquele que expressa a quantidade de espaços livres de uso público, em km² ou m², pela quantidade de habitantes que vivem em uma determinada cidade. Entende-se aqui áreas verdes como sinônimo

de cobertura vegetal. Seguindo essa linha, para o presente trabalho, pode-se extrair a quantidade de áreas verdes por distrito, gerando assim o índice de cobertura vegetal por habitante (ICVH), expresso pela seguinte equação 2:

$$ICVH = \frac{\sum \text{das áreas verdes}}{n^{\circ} \text{ de habitantes}}$$

No entanto, para se chegar ao índice de Cobertura Vegetal por Habitante para o ano da imagem de satélite, 2015, foi necessário fazer uma projeção da população para cada distrito, no intuito de se aproximar ao máximo da realidade. Para tal, se aplicou o método de projeção geométrica, que consiste em estimar o crescimento populacional em função da população existente a cada instante (HELLER; PÁDUA, 2010). Os dados de população utilizados foram do Censo 2000 (IBGE, 2016) (P_0 e t_0) e do Censo 2010 (IBGE, 2016) (P_1 e t_1), gerando o coeficiente geométrico (equação 3).

$$Kg = \frac{\ln P_1 - \ln P_0}{t_1 - t_0}$$

Em que: Kg: Coeficiente geométrico; $\ln P_1$: Log Natural da População final (hab); $\ln P_0$: Log Natural da População inicial (hab); t_1 : Tempo final; t_0 : Tempo inicial.

Achado o valor do coeficiente, substituímos-o na equação 4 abaixo para se chegar ao valor estimado da população.

$$P_t = P_0 \times e^{Kg \times (t - t_0)}$$

Em que: P_t : População total (hab); P_0 : População inicial (hab); Kg: Coeficiente geométrico; t: Ano para projeção; t_0 : Tempo inicial.

Na análise de temperatura da superfície, usou-se a banda 10 da imagem do LANDSAT 8 (Imagem 1). Segundo Coelho e Correa (2013), a organização e tratamento do dado raster iniciou-se com o recorte da imagem infravermelha termal (banda 10) na área desejada seguido do uso dos parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza da imagem (NC) para radiância, depois para temperatura Kelvin, fundamentado nas equações 5 e 6 abaixo.

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

Em que: L_{λ} : Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts/($m^2 \text{ sr } \mu m$); M_L : Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04; A_L : Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000; Q_{cal} : Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda 10.

Conforme o exposto, após a transformação dos valores em radiância, na equação 5 aplicou-se a equação 6 da temperatura, com a finalidade de transformar os valores obtidos na primeira, em temperatura de valor em Kelvin, a qual será subtraída pelo seu valor absoluto

(273,15), gerando o raster de temperatura de superfície em graus Celsius (°C) (COELHO; CORREA, 2013).

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

Em que: T: Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K); K₂: Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K); K₁: Constante de calibração 1 = 774.89 (K); L_λ: Radiância espectral em Watts/ (m² sr μm).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao aplicar as metodologias, chegou-se aos seguintes resultados: o NDVI (Mapa 2) para o município de Belém revelou altos índices de urbanização em grande parte dos distritos, dos quais apenas três apresentaram taxas de vegetação superior as de solo exposto.

Em situações críticas (Tabela 2), nos quais mais de 80% da sua área total correspondem a solo exposto, encontram-se os distritos de DASAC, DABEL, DAGUA, distritos localizados na primeira légua patrimonial, área de surgimento da cidade, por apresentarem as melhores condições do terreno (mais elevados e sem várzea); e DABEN, localizado no entorno da Rodovia Augusto Montenegro, zona de expansão da cidade. Nesses distritos, houve, e ainda há, uma intensa supressão da cobertura vegetal, o que nos leva a crer que esse processo continue numa crescente.

Isso se reflete nas análises, as quais demonstram que os distritos de DABEL e DAGUA, além de apresentarem altas taxas de solo exposto, apresentam menos de 5% de áreas verdes, ocasionando alterações no meio físico e, conseqüentemente, na qualidade de vida. Os distritos de DASAC e DABEN têm grande parte da sua área de solo exposto, no entanto ainda apresentam, respectivamente, 8,16% e 14,73% de áreas verdes, o que lhes conferem um melhor conforto ambiental em relação àqueles.

O distrito de DAICO apresenta 70,47% da sua área como solo exposto; em oposição tem 26,85% de áreas verdes. Essa taxa ainda não é adequada, mas já coloca o distrito numa zona com melhores índices ambientais. Corroborando com esses resultados, segundo Oke,

no que diz respeito aos índices de áreas verdes adequados, estima-se que um índice de cobertura vegetal na faixa de 30% seja o recomendável para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas, sendo que áreas com índice de arborização inferior a 5% determinam características semelhantes a um deserto vegetal (OKE, 1973).

Aqui, cabe ressaltar que o autor fazia referência à sua área de estudo, hemisfério norte, no entanto, guardada as devidas proporções.

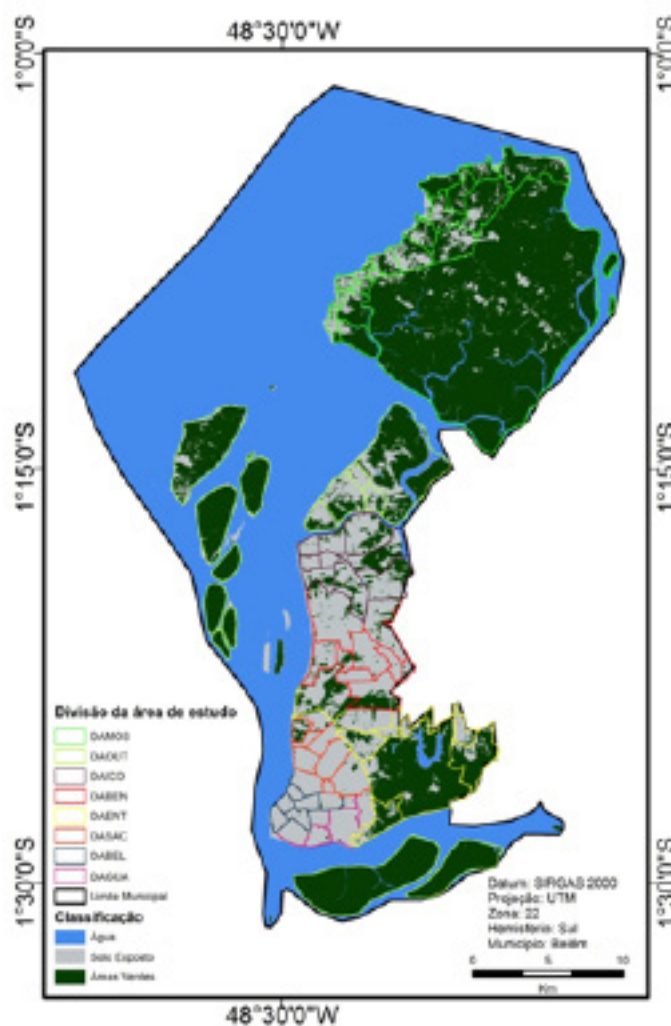
Na direção inversa estão os distritos de DAMOS, DAOUT e DAENT. Nos dois primeiros, se têm poucas áreas urbanizadas, menos de 16% da sua área total, e uma predominância de áreas verdes, que ocupam, respectivamente, 85,21% e 79,66% do território. O distrito de DAENT apresenta 34,63% de solo exposto e mais de 60% de áreas verdes. Esses distritos apresentam

mais áreas verdes e um melhor conforto térmico para a população ali residente. Essa análise reflete a configuração urbano-rural que permeia a cidade de Belém.

Tabela 2 - Quantitativo da Classificação nos Distritos Administrativos de Belém

Distritos Administrativos	ÁGUA		SOLO EXPOSTO		ÁREAS VERDES	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
DAMOS	4,21	1,87	29,05	12,92	191,42	85,21
DAOUT	4,89	4,34	18,05	16	89,91	79,66
DAICO	0,9	2,68	23,05	70,47	8,95	26,85
DABEN	0	0	31,88	85,27	5,51	14,73
DAENT	1,97	3,09	22,26	34,63	40,03	62,28
DASAC	0	0	16,94	91,84	1,5	8,16
DABEL	0,01	0,1	10,37	99,02	0,09	0,87
DAGUA	0	0	13,04	98,47	0,20	1,53

Mapa 2 - Classificação do NDVI com os distritos administrativos de Belém



Os resultados do NDVI corroboram para outras análises. Com os dados da projeção geométrica (Tabela 3) em cada distrito, foi possível obter os índices de cobertura vegetal por habitante em cada uma dessas áreas (Mapa 3).

Verifica-se que apenas os distritos DAMOS, com 5.278,47 m²/hab, DAOUT, com 1.910,01 m²/hab e DAENT, com 255,18 m²/hab, apresentam percentuais de cobertura vegetal superior e com folga dos 15 m²/hab preconizados pela SBAU, o que se justifica pela presença de áreas protegidas, como o Parque Municipal da Ilha de Mosqueiro, e das ilhas, que compõem o município e que ainda não sofreram grandes pressões de urbanização.

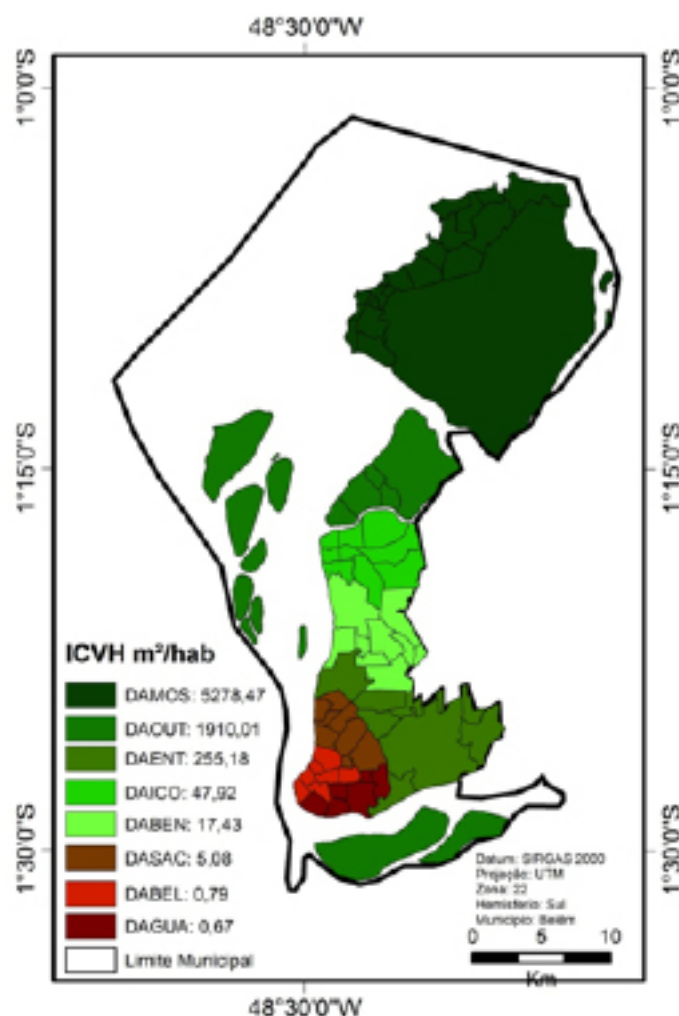
Acima do mínimo encontram-se, ainda, os distritos DAICO, com 47,92 m²/hab, e DABEN, com 17,43 m²/hab; no entanto, sobre este último, é preciso atenção, pois essa área nos últimos anos apresentou e apresenta um intenso processo de urbanização, culminando com a criação de shopping centers, condomínios horizontais e escolas de grande porte.

Na contramão, estão os distritos de DASAC, com 5,08 m²/hab, DABEL, com 0,79 m²/hab, e DAGUA, com 0,67 m²/hab, apresentando os piores índices e bem abaixo dos 15 m²/hab da SBAU. Aqui está presente um processo de urbanização acelerado, refletindo a ausência de vegetação, que interfere na temperatura da superfície, e que, em última instância, prejudica a qualidade de vida dos habitantes dessas áreas. Assim, a cidade se encontra em total desequilíbrio, uma cidade insustentável e incapaz de gerir os seus passivos ambientais. Aqui se põe um grande dilema da sociedade dita moderna: conciliar as questões ambientais com as sociais.

Tabela 3 - Dados dos Censos 2000 E 2010 e Projeção Geométrica para os Distritos Administrativos de Belém

Distritos Administrativos	Censo 2000 (hab)	Censo 2010 (hab)	Projeção Geométrica (hab)
DAMOS	27.896	33.232	36.265
DAOUT	26.225	38.731	47.074
DAICO	133.150	167.035	186.809
DABEN	238.734	287.981	316.080
DAENT	141.204	151.488	156.878
DASAC	285.730	292.255	293.445
DABEL	112.493	114.323	115.93
DAGUA	315.185	308.353	305.099

Mapa 3 - Índice de Cobertura Vegetal por Habitante



É visível o entrelaçamento das ações, que tem consequências reflexas. Com essa configuração urbano-espacial posta, é possível analisar uma variável meteorológica de grande importância para a qualidade de vida nas cidades: a temperatura da superfície, visto que a supressão de cobertura vegetal contribui para a alteração do microclima. De acordo com Oke,

na área menos urbanizada, onde há menos edificações, o vento flui com mais facilidade, existem mais áreas com vegetação e menos impermeabilização do solo, o que facilita a evapotranspiração. À medida que se desloca para a área central da cidade essas características vão se invertendo, onde existem mais edificações, menos quantidade de vegetação, maior impermeabilização do solo e obstáculos para reduzir a circulação dos ventos (OKE, 1987).

A análise da temperatura da superfície demonstra que os maiores picos estão localizados nas áreas mais urbanizadas (Mapa 4), em oposição às áreas com maior índice de cobertura vegetal, que de certa forma as “refrigeram”. Nesse sentido, as menores temperaturas de superfície situam-se em áreas com maior cobertura de verde, DAMOS e DAOUT. Esses distritos, por terem áreas com menor grau de urbanização, apresentam, predominantemente, temperaturas mais amenas, variando de 20°C a 26°C.

No distrito de DAENT, a área onde se situa o Parque Estadual do Utinga apresenta temperatura da superfície na faixa de 24°C a 26°C, o mesmo observado na zona Norte do município e nas ilhas, bem como, no Jardim Botânico Bosque Rodrigues Alves.

Em uma zona híbrida encontra-se o distrito de DAICO. Nas áreas de intensa urbanização, com a presença dos bairros, as temperaturas de superfície são mais elevadas, ao passo que nas áreas com a maior presença de cobertura vegetal, mais a oeste, foram observadas temperatura de superfície na faixa de 24°C a 26°C.

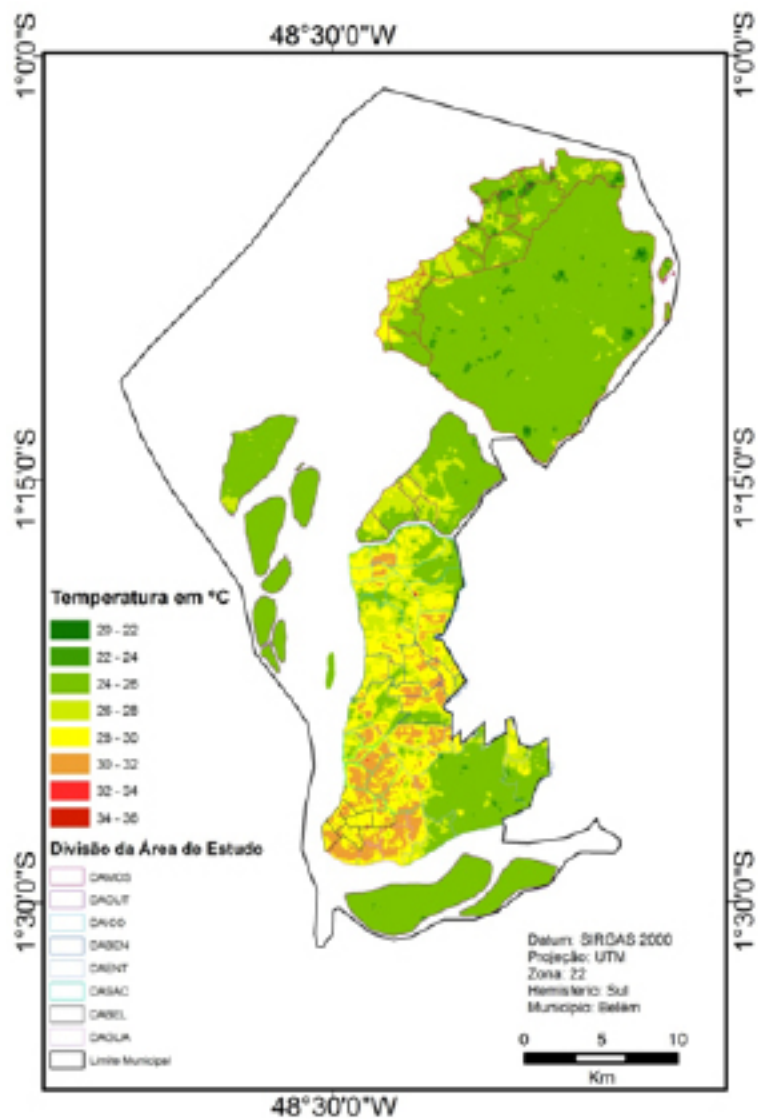
Em oposição, a mancha urbana, DASAC, DABEL e DAGUA, e área de expansão, DABEN, apresentam as maiores temperaturas de superfície captadas pelo satélite, indicando níveis extremos, com temperaturas variando de 30°C a 36°C, o que ocasiona um verdadeiro desconforto ambiental. Ressalta-se que nas áreas de maiores temperaturas, observam-se pequenos pontos com temperaturas de superfície mais amenas; isso se deve à presença de áreas arborizadas como as praças públicas.

Ratificando o observado, Silva Júnior e outros (2013) fazem uma análise de índice de calor para a cidade de Belém, na qual observam que as zonas da cidade menos confortáveis termicamente foram a Oeste e Central, devido à baixa quantidade de áreas vegetadas e a grande quantidade de áreas pavimentadas e edificadas. Os autores afirmam que:

na zona Central da cidade existe um número maior de edifício altos, que dificultam a circulação do vento e reduzem sua velocidade, o que implica na redução da troca das massas de ar daquela região, e teoricamente propiciaria a formação de microclimas mais desconfortáveis (SILVA JÚNIOR et al., 2013).

É possível que esse levantamento traduza o óbvio, como afirmam Andrade e Blumenschein (2013), de que as cidades ocidentais dos países centrais seguiram padrões de urbanização que desconsideravam os elementos naturais no planejamento urbano, gerando impactos na biodiversidade, alterando os ciclos hidrológicos, os ecossistemas e disponibilidade de água, causando diversos problemas ambientais.

Mapa 4 - Temperatura da Superfície, obtida a partir do LANDSAT 8



CONCLUSÃO

Por meio da metodologia proposta, foi mapeado e quantificado para o município de Belém, áreas com solo exposto, água e áreas verdes. Com isso foi analisado como essa distribuição espacial interfere na temperatura da superfície, alterando a qualidade de vida da população residente. Verificou-se que a cidade apresenta recortes bem heterogêneos, os quais decorrem da configuração urbano-rural do município, que apresentam “lógicas” diferenciadas de relação com o ambiente.

A parte ao norte, distrito de DAMOS, e a região das ilhas, DAOUT, apresentam, respectivamente, as melhores taxas de áreas verdes, 85,21% e 79,66%, com pouca população residente, 47.074 e 36.265 habitantes, apresentando os melhores índices de cobertura vegetal por habitante, 5.278,47 m²/hab e 1.910,01 m²/hab, e, conseqüentemente, as temperaturas de superfície mais amenas, na faixa de 20°C a 26°C.

Na parte continental da cidade, estão os piores resultados, com destaque para os distritos de DABEL e DAGUA, que nessa ordem apresentam as menores taxas de áreas verdes, 0,87% e 1,53%, com altas taxas populacionais, 115.193 e 305.099 habitantes, apresentando os piores índices de cobertura vegetal por habitante, 0,79 m²/hab e 0,67 m²/hab, e, conseqüentemente, as temperaturas de superfície mais elevadas, na faixa de 30°C a 36°C.

Como apontado, essas variáveis estão intimamente ligadas e decorrem claramente da baixa taxa de áreas verdes dispostas na superfície da cidade e das altas taxas de urbanização.

Esses dados apontam que a escassez da vegetação leva a um aumento significativo na temperatura da superfície, que, por sua vez, gera impactos, como a diminuição da umidade relativa do ar, favorecimento da ilha de calor, além da ineficiência da “limpeza” do ar, que poderia ser propiciado com o serviço das folhas das árvores, por meio do ciclo do CO₂.

A compreensão da combinação do espaço urbano com as áreas verdes e as suas consequências são de fundamental importância, pois provoca uma discussão acerca de um projeto de planejamento adequado para esta realidade de valorização do ambiente natural e de uma mudança na qualidade ambiental, ocasionando, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida para os cidadãos. Assim, a cidade se encontra em total desequilíbrio, pois é uma cidade insustentável e incapaz de gerir os seus passivos ambientais. Aqui se põe um dilema da sociedade dita moderna: conciliar as questões ambientais com as sociais.

Uma alternativa viável para esta conciliação é a implementação de um planejamento urbano sustentável. Recomenda-se, ainda, a adoção de uma agenda que incorpore a temática ambiental e promova o desenvolvimento sustentável do ambiente. Essa prática precisa ser associada à criação de mais áreas verdes na cidade de Belém, seja em ruas ou em quintais, com o objetivo de atenuar as elevadas temperaturas provocadas pelas ilhas de calor.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. discursos da sustentabilidade urbana. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, n. 1, 1999.
- ALVES, E. D. L. Ilha de Calor ou Ilha de Energia Térmica: um conceito aberto à discussão. *Revista Espaço Acadêmico*, nº 110, p. 124 a 129, 2010.
- ANDRADE, L; BLUMENSCHNEIN, R. Cidades sensíveis à água: cidades verdes ou cidades compactas, eis a questão?. In: *Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, v. 15, n. 29, jan-jun, p. 123-42, 2013.
- BAHIA, M. C.; FIGUEIREDO, S. J. L. . Lazer em áreas verdes públicas urbanas: as vivências na praça Batista Campos em Belém ? Pará. *Revista Brasileira de Estudos do Lazer*, v. 1, p. 85-98, 2014.
- CARDOSO, A. C. D.; VENTURA NETO, R. A evolução urbana de Belém: trajetória de ambiguidades e conflitos sócio-ambientais. *Cadernos Metrópole (PUCSP)*, v. 1, p. 55-76, 2013.
- COELHO, A.L.N.; CORREA, W.S.C. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor Tirs/Landsat- 8: Metodologia e Aplicações. *Revista Geografia Acadêmica*, v.7, n.1. 2013.
- FANGER, P. O. Thermal comfort – analysis and application in engineering. New York: MacGraw-Hill Book Company, 1970.
- FERNANDES, D. A.; SOUSA, C. N.; RODRIGUES, D. L. A metrópole Belém na transição econômica: estrutura produtiva e mercado de trabalho. In: CARDOSO, A. C. D.; LIMA, J. J. F. (Orgs.). *Belém: transformações na ordem urbana*. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2015. p.89-120.
- FIEBER, S. D. Áreas verdes urbanas imagem e uso – o caso do passeio público de Curitiba-PR. *RAE. GA O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba: Editora UFPR, n. 8, p. 93-105, 2004.
- HARDT, L. P. A. Subsídios ao planejamento de Sistemas de Áreas Verdes baseado em princípios de ecologia urbana: aplicação à Curitiba - PR. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. *Dissertação de Mestrado*, 1994.
- HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (ORGS). *Abastecimento de água para consumo humano*. 2ª ed. rev. e atual. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *CENSO 2000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *CENSO 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Segurança Alimentar 2016*. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- LANDSBERG, H. E. *The urban climate*. New York. Academic Press, 1981.
- LIMA NETO, E. M.; RESENDE, W. X.; SENA, M. G. D.; SOUZA, R. M. Análise das áreas verdes das praças do centro e principais avenidas da cidade de Aracaju-SE. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 2, n. 1, 2007.
- LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. *Revista Formação*, nº13, p. 139 – 165, 2006.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*. Hygeia 10 (18): 264 - 272, 2014.

LUCON, T. N., PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G. Índice e percentual de áreas verdes para o perímetro urbano de Ouro Preto-MG. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, SP, v. 8, n. 3, p. 63-78, 2013.

LUENGO, F., G. Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana: una propuesta teórico-metodológica. Seminário Latinoamericano de Calidad de Vida Urbana, 4, 1998. Tandil. *Anais...* Tandil: (s. n.), 1998.

MEIRELES, V.H.P. *Estudo do Fenômeno da Ilha de Calor Urbana na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) Usando Dados do Sensor AVHRR dos Satélites NOAA - 14 e 18*. Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. 2011. 142p.

MELO, A. C.; CARDOSO, A. C. D. Cidades para quem? Descompasso entre políticas ambientais e urbanas na periferia do capitalismo. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo (PUCMG)*, v. v. 21, p. 83-103, 2014.

MONTE MÓR, R. L. M. Urbanização, sustentabilidade, desenvolvimento: Complexidades e diversidades contemporâneas na produção do espaço urbano. In: COSTA, G. M.; COSTA, H. S. M.; MONTE MÓR, R. L. M. (Org.). *Teorias e Práticas Urbanas - Condições para a sociedade urbana*. 01 ed. Belo Horizonte: C/Arte, 2015.

MONTEIRO, L. M.; BITTENCOURT, L.; YANNAS, S. Arquitetura da Adaptação. In: GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. (Org.). *Edifício Ambiental*. São Paulo: Oficina dos Textos, 2015.

NUVOLARI, A. *Dicionário de Saneamento Ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

OKE, T. R. *Boundary layer climates*. Second Edition. London & New York: Routledge, 1987. 435 p.

OKE, T. R. City size and urban heat island. *Atmospheric environment*, New York, v. 7, n. 8, 1973. pp. 769-779.

OLIVEIRA, P. C.; ANDRADE, A. R.; HABERLAND, N. T.; POTTKER, G. S.; SILVIA, F. C. B. A importância das áreas verdes em uma cidade de pequeno porte: estudo de caso na cidade de Irati-PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 8, n. 1, p. 89-99, 2013.

PEREIRA, M. C.; ROCHA, J. R.; MENGUE, V. P. Comparação de índices e espacialização da cobertura vegetal arbórea dos bairros centro de duas metrópoles brasileiras: Belo Horizonte e Porto Alegre. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba-SP, v. 5, n. 1, p. 106-125, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM. *Anuário Estatístico do Município de Belém*. Belém, 2011.

RIBEIRO, W.C. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, v. 27, p. 297-321, 2008.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 161-175, jul./set. 2011.

RODRIGUES, J. E. C.; LUZ, L. M.; SARAIVA, J. S. Análise Morfológica dos bairros de Nazaré e Guamá no processo de redução das áreas verdes urbanas no município de Belém-PA. In: VI Congresso Ibero-americano de Estudos Territoriais e Ambientais. *Anais*. São Paulo, v. 1, p. 2813-2838, 2014.

SANTOS, F. A. A.; ROCHA, E. J. P. Alagamento e inundação em áreas urbanas. Estudo de caso: cidade de Belém. *Revista Geoamazônia*, Belém, v. 02, p. 33-55, 2013.

SANTOS, M. *A urbanização brasileira*. Ed. Hucitec. São Paulo, 1993.

SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, A. C. L.; PEZZUTI, J. C. B.; COSTA, R. F. Variabilidade espacial do conforto térmico e a segregação social do espaço urbano na cidade de Belém-PA. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 28, n. 4, p. 419-428, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA – SBAU. “Carta a Londrina e Ibiporã”. *Boletim Informativo*, v.3 , n.5, p.3, 1996.

SOUSA, S. B.; FERREIRA JÚNIOR, L. G. Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (GO). *RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 26, p. 75-99, 2012.

TRENTINI, P. M.; ROCHA, J. C. R. A ilha de calor em Bauru-SP: aferição térmica e a percepção humana sobre o problema. In: *Anais do II Fórum Ambiental da Alta Paulista*. Estância Turística de Tupã – SP, ANAP, 2006.

TRINDADE JÚNIOR., S-C. C. *Formação Metropolitana de Belém (1960-1997)*. Belém: Paka-Tatu, 2016

VELASCO, G. D. N.; POLIZEL, J. L.; COLTRI, P. P.; LIMA, A. M. L. P.; SILVA FILHO, D. F. Aplicação do índice de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) em imagens de alta resolução no município de São Paulo e suas limitações. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 2, n. 3, 2007.