

O CLIMA E A CIDADE: ILHAS DE CALOR EM ASSIS (SP)¹

Rafael Gotardi BRÚSSOLO

Mestre em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina

Email: rafaelgotardi@hotmail.com

Deise Fabiana ELY

Professora Adjunto de Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina

Email: deise@uel.br

Resumo: O modelo de urbanização adotado pelo Brasil e em muitos países, não levando em consideração as condições geocológicas e geoambientais locais, provoca alterações nos elementos climáticos na cidade, gerando condições favoráveis para a formação de um clima urbano específico e que implica mudanças significativas no bem-estar da população no que se refere ao conforto térmico, à qualidade do ar, ao impacto das chuvas, entre outros. Dessa maneira, a presente pesquisa analisa o campo termodinâmico, em específico a conduta, a intensidade, bem como os horários de atuação do fenômeno ilha de calor, no período de inverno (julho de 2013) em Assis (SP). Com a análise dos resultados foram comprovadas ilhas de calor de médio a forte intensidade, principalmente no período matutino e vespertino, em áreas com padrões de uso e ocupação do solo diferenciados.

Palavras-chave: Clima urbano. Ilhas de calor. Qualidade ambiental urbana. Assis (SP).

CLIMA Y LA CIUDAD: ISLAS DE CALOR EN ASSIS (SP)

Resumen: El modelo de urbanización adoptado por Brasil y en muchos países, sin tener en cuenta las condiciones geocológicas y geoambientales locales provoca cambios en los elementos del tiempo en la ciudad, creando condiciones favorables para la formación de un clima urbano específico y que implica cambios significativos en el bienestar de las personas en lo que respecta al confort térmico, calidad del aire, el impacto de la lluvia, entre otros. Por lo tanto, esta investigación analiza el campo termodinámico, en particular, la conducta, la intensidad y los tiempos de rendimiento del fenómeno de isla de calor en el período de invierno (julio de 2013) en Assis (SP).

Palabras clave: Clima urbano. Islas de calor. Calidad del medio ambiente urbano.

CLIMATE AND THE CITY: HEAT ISLANDS IN ASSIS (SP)

Abstract: The urbanization model adopted in Brazil and in many countries, not taking into account the local geocology and geoenvironmental conditions, causes changes in weather elements in the city. It also creates favorable conditions to form a specific urban climate that implies significant changes in people's well-being, concerning thermal comfort, air quality, the impact of rainfall, among others. Thus, this research analyzes the thermodynamic subsystem, especially the patterns intensity and variations over time in Assis's heat island phenomenon during the winter of July 2013.

Keywords: Urban climate. Heat islands. Urban environmental quality.

¹ Texto resultado de pesquisa em nível de mestrado.

1. Introdução e Justificativa do tema

Com a Revolução Industrial a cidade se tornou foco de atração populacional, devido à facilidade de trocas de bens, serviços, informações etc. O fluxo constante de pessoas oriundas do ambiente rural para as cidades propiciou o superpovoamento destas. No caso brasileiro, o êxodo rural contribuiu para o crescimento das pequenas e médias cidades do interior que, em sua maioria, não possuíam infraestrutura adequada para comportar a demanda de pessoas. Assim, foi instaurada uma ocupação desordenada do ambiente sem levar em conta os condicionantes geoecológicos e geoambientais, o que contribuiu para a insalubridade ambiental das áreas urbanas.

O meio natural é substituído pelas áreas construídas, pela pavimentação asfáltica, pelo adensamento populacional etc. Essa remoção da cobertura natural, e a formulação do sítio urbano, aliado as intensas atividades socioeconômicas, proporcionam mudanças no balanço de energia entre a superfície e a atmosfera, afetando o regime hídrico das precipitações pluviais, aumento da temperatura, queda da qualidade do ar, entre outros (BRANDÃO, 1996, p.85).

Sant'anna Neto (1995, p.30) afirma que,

[...] como este ambiente é vivo e regulado por processos e dinâmicas próprias, responde às alterações impostas pelo homem, resultando em níveis de derivações dos sistemas, naturais e antrópicos, dos mais variados.

A formação das áreas urbanas derivadas desse processo acaba resultando na produção de fenômenos como a ilha de calor, a inversão térmica, o agravamento do efeito estufa, dentre outros. Além disso, provoca mudanças na circulação secundária da atmosfera, causando irregularidades das chuvas. É importante ressaltar que o clima urbano é particularizado em cada cidade, destarte, as intensidades e configurações dependem dos fatores geográficos pertinentes àquele local. Dentre os agravantes do clima urbano, a remoção da cobertura vegetal, a canalização das superfícies líquidas acompanhado da escassez de áreas verdes, propiciam a redução do fluxo de calor latente (armazenado na molécula de água) e aumento do calor sensível (o que o corpo humano sente). O resultado é o aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar, causando desconforto térmico.

As novas rugosidades (edifícios) formam verdadeiros *canyons urbanos*, aprisionando as ondas longas (térmicas), contribuindo para o aumento da temperatura urbana e, também, para o agravamento do fenômeno da ilha de calor. Brandão (1996) afirma que a ilha de calor representa a

ação mais efetiva do clima urbano e sua intensidade depende das condições micro e mesoclimáticas locais de cada cidade. Além do desconforto térmico, a péssima qualidade do ar e as chuvas concentradas que ocasionam inundações são outros agravamentos gerados pelo modo de vida urbano. O fluxo constante de veículos e a densidade industrial aumentam a concentração de poluentes na cidade, o que provoca doenças respiratórias, circulatórias etc., e contribuem para a intensificação das chuvas localizadas, porque esses poluentes em suspensão na atmosfera servem de núcleos de condensação para o vapor d' água.

No que se refere aos estudos relacionados com a modificação dos elementos climáticos na área urbana, um dos precursores foi Howard, em 1833, quando o autor analisou as características das ilhas de calor em uma cidade de clima temperado, segundo Amorim (2000).

Em se tratando dos estudos de climatologia urbana internacional, destaca-se o trabalho de Chandler (1965), que estudou o clima urbano de Londres, diagnosticando ilhas de calor com diferenças de até 2,0°C na área central em relação a sua circunvizinhança. Vale destacar que Londres foi a primeira cidade a ter seu clima urbano estudado detalhadamente, destacando as noções de uso e ocupação do solo como fatores fundamentais para o agravamento do fenômeno clima urbano.

Jauregui (1973) estudou as características climáticas da Cidade do México, relacionando os dados de temperatura da área central com as observações referentes à ilha de calor e distribuição das chuvas. O autor ressalta a importância das condições sinóticas locais e regionais na formação e desenvolvimento das ilhas de calor.

Oke (1976 e 1978) elaborou uma classificação e compreensão do clima urbano em duas escalas: o *urban boundary layer* (camada do dossel urbano), definido por processos de mesoescala e compreende a atmosfera alterada por todo o sítio urbano e o *urban canopy layer* (camada de cobertura urbana) definida por processos em microescala, tratando das questões intraurbanas (uso e ocupações do solo diferenciados, exposições das vertentes, relevo etc.). As diferenciações do urbano são elementos primários na identificação do clima urbano, pelo fato de possuírem características locais que interferem diferentemente na atmosfera. Essa análise colabora significativamente para o entendimento da ilha de calor como fenômeno geográfico.

Lowry (1977) analisou a influência da topografia e de outros fatores no estudo de clima urbano. Ele destaca que, se a localização topográfica do meio urbano e seu entorno rural possuir características semelhantes, as possíveis diferenças dos elementos climáticos ocorrerão devido, exclusivamente, ao sítio urbano.

Landsberg (1981) alertou sobre o aquecimento das áreas urbanas em relação às rurais, ocasionando chuvas concentradas e modificando a circulação de ar nas regiões tropicais. Adicionando a impermeabilização do solo urbano em associação com as chuvas concentradas como fator de enchentes e inundações urbanas.

No Brasil, as principais referências são os trabalhos realizados por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro que, em 1976, escreveu Teoria e Clima urbano e propôs o Sistema Clima Urbano (SCU). O SCU é dividido em três subsistemas: Termodinâmico, Físico-Químico e Meteorológico ou Impacto Hidrodinâmico, sendo que o primeiro enfoca mais diretamente a temperatura do ar, o segundo a qualidade do ar e o terceiro o impacto pluvial. Esta teoria tem subsidiado as pesquisas de climatologia urbana no Brasil até o presente momento.

Os primeiros trabalhos desenvolvidos sobre a climatologia urbana no Brasil focaram as cidades de grande porte, principalmente pelo fato de representarem a maior alteração antrópica no meio natural. Um exemplo é a obra de Lombardo (1985) dedicada ao estudo das ilhas de calor na região metropolitana de São Paulo, diagnosticando diferenças na ordem de 10°C nos horários de máximo aquecimento, perdurando até às 21h.

Tavares (1974) pesquisou o clima local de Campinas, destacando o papel da circulação atmosférica regional e a sua influência no meio urbano. O autor destaca que a repercussão dos fenômenos atmosféricos depende dos fatores geourbanos e geocológicos e sua posição geográfica (latitude, longitude, altitude etc.).

Tarifa (1977) comparou a temperatura e umidade relativa do ar entre a área urbana e rural no município de São José dos Campos (SP), constatando diferenças térmicas entre a zona urbana e rural, sob atuação da Frente Polar Atlântica e Massa Polar Atlântica. Para a coleta de dados o autor utilizou psicrômetros em pontos fixos da área urbana e rural e comprovou a existência de ilhas de calor diurnas e noturnas na cidade.

Sampaio (1981) relacionou as variáveis do uso e ocupação do solo e a ilha de calor para a cidade de Salvador, constatando que as alterações no balanço de energia do ambiente foram proporcionadas pelo sítio urbano. O estudo foi realizado durante um único dia e comprovou diferenças térmicas entre áreas densamente construídas e outras menos densamente urbanizadas.

Danni (1987) estudou a espacialização das ilhas de calor na cidade de Porto Alegre (RS), em janeiro de 1982 e concluiu que as condições atmosféricas referentes ao período propiciaram o desencadeamento do fenômeno ilha de calor, tendo como base as áreas com padrão de ocupação do

solo mais denso e outras suburbanas, com características residenciais. Também foram detectadas ilhas de frescor nas áreas menos construídas.

Maitelli (1994) averiguou os efeitos da urbanização na temperatura e umidade do ar na cidade de Cuiabá (MT), usando como referência três abordagens: a análise estatística da série histórico-climatológica no período de 1920 a 1992, mensurações fixas e móveis das áreas com maior adensamento urbano e outras áreas periféricas. Os resultados comprovaram a elevação de 0,073°C no recorte temporal estudado (23 anos - 1970 a 1992). Com relação às coletas móveis realizadas, foram diagnosticadas ilhas de calor de 3,8°C no período noturno na estação seca e de 1,8°C no período noturno da estação chuvosa.

Mendonça (1994) estudou o clima urbano da cidade de Londrina (PR). A cidade possuía na época 380.000 habitantes. Para a pesquisa, o autor gerou os seguintes mapas: hipsometria, declividade, orientação de vertentes, direção e velocidade dos ventos de superfície, uso do solo (fotointerpretação) a partir de imagem do satélite LANDSAT 5 TM, do dia 2/01/1993 às 12h44. Foi processada a imagem termal da região onde Londrina está localizada. A cidade foi subdividida em 15 setores para a coleta de dados e também foram utilizados pontos fixos e móveis. O pesquisador diagnosticou a presença de ilhas de calor urbanas no inverno e no verão, com valores superiores a 10°C. Concluiu que as diferenças térmicas mais acentuadas entre o urbano e o rural foram em áreas com menor umidade do ar e que a posição geográfica (topografia e exposição das vertentes) foi decisiva na temperatura, sendo as áreas mais elevadas e com vertentes leste, norte e oeste mais quentes e as áreas de menor elevação e com vertentes voltadas para o sul, menos quentes.

Apesar da expressão territorial das cidades pequenas ou de porte médio não se comparar com as de grande porte, existe a demanda por estudos que se dediquem a averiguar o potencial de alterações que esta área urbanizada pode provocar na atmosfera em escala local. Vale destacar que algumas pesquisas em cidades de porte pequeno já detectaram diferenças na atuação dos elementos climáticos no meio urbano quando comparado ao meio rural.

As cidades de porte médio e pequeno possuem então características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas, e apresentam, portanto, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intraurbanas; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano. (MENDONÇA, 2003, p.96).

Sette (1996) realizou um estudo de caso de clima urbano para a cidade de Rondonópolis (MT) e também contribuiu para aprimorar o conhecimento do clima regional do estado do Mato

Grosso. A autora trabalhou com os processos genéticos da pluviosidade nos climas Tropicais Úmidos e Secos, relacionando com as questões ambientais urbanas. Verificou que as áreas mais arborizadas da cidade possuem efeito atenuador do aquecimento, trazendo melhorias ao conforto térmico.

Amorim (2000) pesquisou o clima urbano de Presidente Prudente (SP), dando destaque para o campo termodinâmico. Utilizou a exposição das vertentes, as áreas verdes e o uso e ocupação do solo para a caracterização de um clima urbano específico.

Souza (2007) analisou o campo térmico das cidades de Americana, Nova Odessa, Santa Bárbara D'Oeste e Sumaré, todas localizadas no estado de São Paulo, e defende a tese de que é possível alterar os impactos do clima urbano em um curto período de tempo, desde que se tenha uma participação efetiva do poder público no ordenamento territorial urbano.

Ugeda Júnior (2011) estudou o clima urbano e o planejamento na cidade de Jales (SP) e constatou diferenças na temperatura e umidade relativa do ar entre a cidade e o campo, além dos gradientes intraurbanos. O uso e ocupação do solo, o tamanho dos lotes e, conseqüentemente, a densidade de material antropogênico foram os principais fatores para a composição do clima urbano dessa cidade.

Ortiz (2011) analisou as ilhas de calor em episódios de verão na cidade de Cândido Mota (SP), com aproximadamente 29.000 habitantes. Foram constatadas diferenças térmicas devido à exposição das vertentes e o uso e ocupação do solo. No período matutino, as porções leste e noroeste da cidade estavam mais quentes que o centro e outros bairros, em decorrência do rápido aquecimento das áreas menos ocupadas ou rurais que influenciam no aumento da temperatura nesse momento do dia. Nos períodos vespertino e noturno a área central apresentou menores taxas de umidade relativa do ar e maiores temperaturas, por causa da absorção de energia dos materiais antrópicos. É importante detalhar que os bairros localizados na porção sudeste apresentaram os mesmos padrões da área central nesse período. Esses bairros são ocupados pela população mais carente da cidade e os lotes são parcelados ao extremo, ocorrendo a intensa ocupação do terreno, aumentando a impermeabilização e dificultando a circulação natural dos ventos.

Ludmila Silva (2011) realizou a análise térmica na cidade de São Carlos (SP) em episódio de inverno e verificou diferenças de temperatura intraurbanas. Ela relaciona os tipos de tempo com a urbanização e a presença ou não de vegetação. A autora faz uma ressalva no que se refere à atuação da Massa Polar Atlântica, visualizando um padrão de homogeneidade da temperatura em

São Carlos devido a grande presença de nebulosidade e os elevados índices de umidade relativa do ar.

Assis se insere neste contexto, caracterizada como uma cidade de porte médio. Assim sendo, estudos relacionados a essa temática são importantes porque são nas cidades de pequeno e médio porte que podemos, com mais facilidade, mitigar e propor medidas paliativas ou de solução para os efeitos adversos da dinâmica climática, dentre eles o desconforto térmico. O diagnóstico prévio desses problemas pode auxiliar no desenvolvimento e crescimento urbano na perspectiva da qualidade ambiental urbana, trazendo melhorias ao conforto térmico de seus habitantes.

Dessa forma, o objetivo principal deste estudo é diagnosticar as ilhas de calor no município de Assis, comparando as características da temperatura e umidade relativa do ar durante 31 dias do mês de julho de 2013, de modo a constatar possíveis diferenças associadas aos distintos tipos de uso e ocupação do solo, evidenciando a atuação do fenômeno ilha de calor. Compreender os mecanismos geradores do tempo atmosférico e sua relação com o meio natural e urbano e, como estes interferem na temperatura e umidade relativa do ar, e, em seguida, fornecer sugestões ao planejamento e ordenamento territorial urbano na perspectiva da melhoria da qualidade ambiental urbana.

Esta pesquisa possibilitará o entendimento da atuação da temperatura e umidade relativa do ar relacionado aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo urbano em comparação ao meio rural do município de Assis, e poderá ajudar na análise das relações cidade-campo através das observações meteorológicas básicas para a interpretação da geração do clima da cidade, colaborando para o diagnóstico de um clima urbano específico e fornecendo direcionamentos para a implantação de medidas mitigatórias com a finalidade de melhorar o conforto térmico.

2. Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento desta pesquisa, primeiramente foram realizadas leituras, fichamentos e discussões acerca da dinâmica atmosférica regional e local, da temática clima urbano e sobre o histórico do município de Assis (SP), desde a sua origem até o desenvolvimento e adensamento urbano atual.

O alicerce teórico-metodológico pautou-se nas proposições apresentadas por Monteiro (1976 e 1990). Este, com base na Teoria Geral dos Sistemas, elaborou o método denominado Sistema Clima Urbano (S.C.U) para o entendimento da organização climática da cidade. Segundo o

próprio autor, o clima urbano pode ser compreendido como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO, 1976, p.95). E também que,

A estrutura interna do S.C.U. não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica, ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas (MONTEIRO, 1976, p.99).

Esse sistema é concebido através dos canais de percepção humana e Monteiro (1976) os dividiu em três subsistemas: Termodinâmico, compreendendo as alterações no conforto térmico; Físico-Químico, referindo-se à qualidade do ar; Hidrometeorológico, tecendo os impactos da precipitação no solo urbano.

Portanto, o clima urbano é materializado por uma gama de subsistemas integrados, organizados e hierarquizados horizontalmente (na estrutura) e verticalmente (na função), representando as condições atmosféricas, objetivadas da interação de diferentes escalas climáticas e de superfície.

No estudo do clima urbano é fundamental a relação entre as diferentes escalas geográficas, desde a zonal até a local, onde se encontra o urbano e as diversas possibilidades de articulações entre os mesoclimas, topoclimas e microclimas. A estrutura interna do clima urbano é definida por meio da conexão de suas partes (AMORIM, p.35, 2000).

A pesquisa do clima urbano de Assis (SP) baseou-se na teoria e no método elaborado por Monteiro (1976 e 1990). O enfoque foi dado ao subsistema termodinâmico, analisado através do fenômeno ilha de calor a partir da comparação das características da temperatura e umidade relativa do ar nos diferentes tipos de uso e ocupação do solo e em suas variações cotidianas no período de inverno (julho de 2013).

2.1 Os levantamentos de campo e as coletas de dados

Os primeiros trabalhos de campo serviram para o conhecimento da malha urbana e coleta de informações para o mapeamento do uso e ocupação do solo da cidade de Assis (SP).

Para realizar a carta de ocupação do solo da área urbana de Assis foram analisadas imagens de satélite do programa *Google Earth*®, datadas de 09/12/2011 e realizados trabalhos de campo para constatar usos e ocupações do solo diferenciados, densidade de construções e vegetação arbórea. As referências teóricas que subsidiaram essa caracterização foram Lombardo (1985),

Mendonça (1994), Amorim (2000) e Secchi Camargo (2007). Dessa maneira, foi possível definir nove setores com diferentes características urbanas relacionadas ao tipo de uso e ocupação do solo.

Através do Manual Técnico de Arborização Urbana da Prefeitura de São Paulo – Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (2005), das análises das imagens de satélites e com os trabalhos de campo realizados, a vegetação foi classificada em pequeno (de 4 a 5m de altura e raio na copa em torno de 3m), médio (6 a 8m de altura e raio na copa em torno de 4 a 5m) e grande porte (mais de 8m de altura e raio na copa superior a 5m). Essa tipificação ajuda a compreender como a cobertura arbórea contribui para a amenização do fenômeno ilha de calor, por meio da maior reflectância dos raios solares e pela liberação de umidade para a atmosfera.

Através da planta de arruamento, disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Assis, foram digitalizadas as informações sobre a ocupação do solo urbano.

Posteriormente, foi produzida a carta hipsométrica da área urbana com o objetivo de analisar o relevo intraurbano e exposição das vertentes, com base na Carta Topográfica de Assis (FOLHA SF-22-Z-A-V-1), disponibilizada pelo IBGE - Superintendência de Cartografia/Departamento de Cartografia. Essa metodologia é importante para conhecer como o relevo interfere no balanço de energia da superfície, proporcionando a uma área um período de sombreamento ou insolação e vice-versa e, também, sua influência na direção dos ventos. As curvas de nível possuem a equidistância de 20 metros e foram vetorizadas no software *Spring 5.0* e utilizou-se o software *Corel Draw X5* para finalizar a carta.

A coleta dos dados de latitude, longitude e altitude dos pontos foi realizada através do aparelho *Garmin GPS 60*. É importante ressaltar a atuação desses fatores nos elementos climáticos, principalmente pela ação da altitude na pressão atmosférica, desta forma, quanto maior a pressão (baixas altitudes), maior a temperatura, quanto menor a pressão (altas altitudes), mais frio. Todavia, é preciso ressaltar que não é somente a pressão atmosférica que propicia a relação inversa entre altitude e temperatura. As regiões mais altas geralmente possuem maiores incidências de ventos e precipitações, o que também contribui para a queda das temperaturas (FORSDYKE, 1978).

Os aparelhos de coleta de temperatura e umidade relativa do ar foram instalados em cotas altimétricas próximas para que não houvesse as interferências destacadas acima.

A partir dos itens descritos, foram escolhidos os pontos fixos para a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Assis (SP). Para a realização dessa coleta foram utilizadas miniestações meteorológicas automáticas, fornecidas pelo Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista, campus de Presidente Prudente, a partir das quais foram coletados

dados de temperatura e umidade relativa do ar em 31 dias do mês de julho de 2013 (mês representativo de inverno) a cada 2 horas com o intuito de caracterizar a atuação dos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) diurnos e noturnos. Esses sensores foram instalados na altura do telhado, com distância superior a 1,5m do mesmo, para não sofrer interferências do aquecimento do teto superior.

Após essa compilação de informações, foram escolhidos os horários das 8h, 10h, 16h e 22h para uma análise detalhada. Os dias 9/7 às 8h, 16/7 às 10h, 14/7 às 16h e 16/7 às 22h foram escolhidos para a espacialização dos resultados, em virtude de o fenômeno ilha de calor atingir as maiores magnitudes nesses respectivos horários.

A escolha não se configura de maneira aleatória e, sim, por representar a dinâmica atmosférica diária, em condições estáveis. Sendo assim, às 8h seria o início do aquecimento diurno, entre às 10h e 16h configura-se como o período de maior aquecimento diurno e, às 22h o sol já se põe e inicia-se o período de resfriamento, contemplando os três horários representativos de um dia: manhã, tarde e noite.

Para a caracterização das ilhas de calor, bem como as ilhas de frescor, úmida e seca, foram escolhidos os dias representativos de estabilidade atmosférica, pois essas condições são favoráveis para a magnitude e intensidade das ilhas de calor.

Para calcular e tabular os dados foi utilizada a planilha eletrônica EXCEL e para espacializar os dados dos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) foi utilizado o software *Surfer for Windows*, sendo utilizada a base cartográfica por setor censitário do IBGE, datada do ano 2000. Esse procedimento foi adotado em virtude da compatibilidade do georreferenciamento da base cartográfica e do software.

O conhecimento das diferenças do uso e ocupação do solo e dos condicionantes geoecológicos e geoambientais fornecem condições para a compreensão do clima urbano. A morfologia, a estrutura e funcionalidade urbana também são fatores fundamentais para a elaboração de um clima urbano específico.

Os procedimentos metodológicos descritos forneceram as condições básicas para analisar grande parte dos elementos e fatores que compõe e interferem na geração de ilhas de calor em Assis (SP).

3. Recorte territorial: a caracterização da área de estudo

Assis possui população em torno de 95 mil habitantes (IBGE, 2010), sendo que 4000 vivem na área rural. O município ocupa uma área de 462 Km² e se distancia 440 km da capital paulista. Tem suas divisas territoriais com os municípios de Paraguaçu Paulista, Echaporã, Platina e Palmital (FIG. 1).

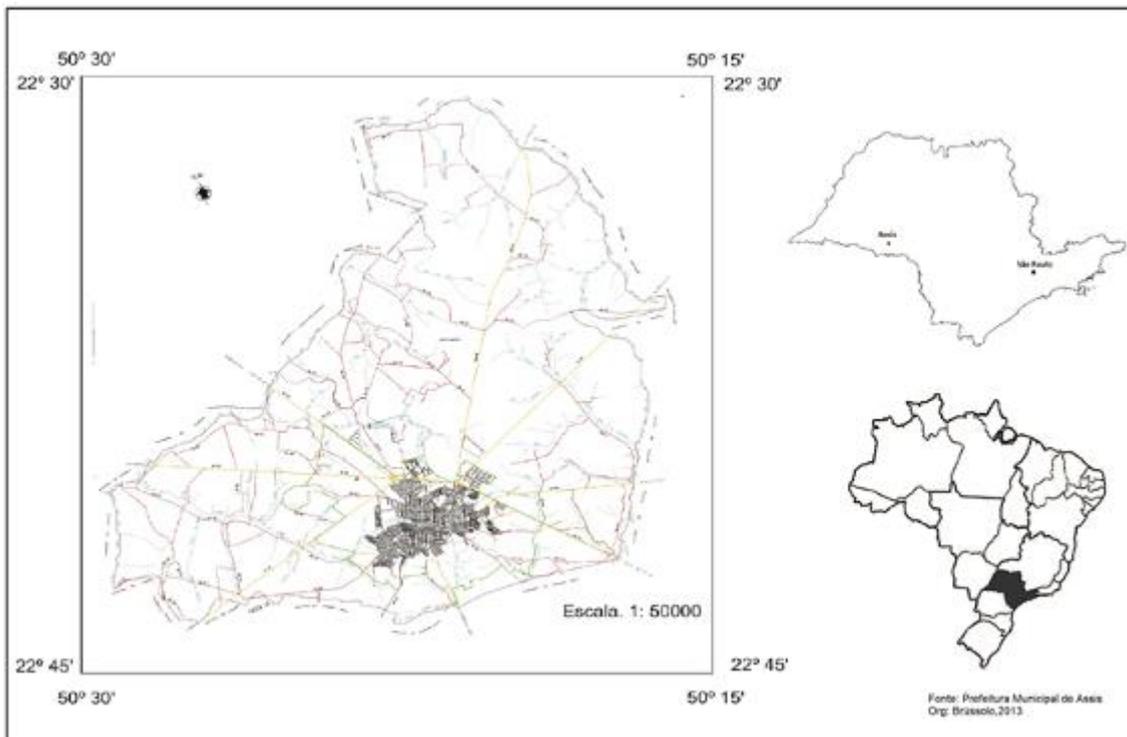


FIGURA 1: Localização do município de Assis (SP). Fonte: Prefeitura Municipal de Assis.

As atividades econômicas primárias do município estão baseadas na pecuária de corte e no cultivo de soja, trigo, milho e cana-de-açúcar. A indústria aparece como segunda colocada no PIB (Produto Interno Bruto) e o setor de comércio e serviços é o detentor da maior produção de bens e riquezas do município.

Assis apresenta altitude média de 546 metros acima do nível do mar. É sede da Região de governo do Estado e do Consórcio Intermunicipal Vale do Paranapanema, o CIVAP, que agrupa 21 municípios, somando aproximadamente 400 mil habitantes.

Possui grande quantidade de rios que enriquecem o solo e garantem o abastecimento para a agricultura. Destacam-se o Rio Cervo, Jacu, Pavão, Capivara, Palmitalzinho, Fortuna e Matão, pertencentes à bacia hidrográfica do Médio Paranapanema - Rio Paranapanema. Há nove córregos que possuem suas nascentes dentro do perímetro urbano, sendo eles: Água da Mata, Água da Porca,

Água do Pavãozinho ou Caçador, Córrego do Matão, do Jacu, da Cabiúna, do Freire, do Pavão e Fortuninha. Muitos desses córregos já sofreram alterações no que tange a largura, profundidade, mata ciliar, entre outros elementos.

O município está inserido na região intertropical e, devido, a sua localização geográfica, as chuvas estão concentradas no verão, de dezembro a março e o inverno é seco. A vegetação se diversifica em campo, cerrados e uma pequena parcela de mata tropical atlântica. Cabe salientar que, devido à expansão do agronegócio na região, principalmente da cana-de-açúcar, grande parte da vegetação original foi derrubada.

O relevo é caracterizado como Planalto Suave Ondulado e a FIG. 2 apresenta a hipsometria da cidade de Assis juntamente com a localização dos sensores que coletaram dados de temperatura e umidade relativa do ar. É importante ressaltar que os locais de coleta de dados estão em cotas altimétricas próximas, com o objetivo de atenuar a influência do fator altitude na temperatura.

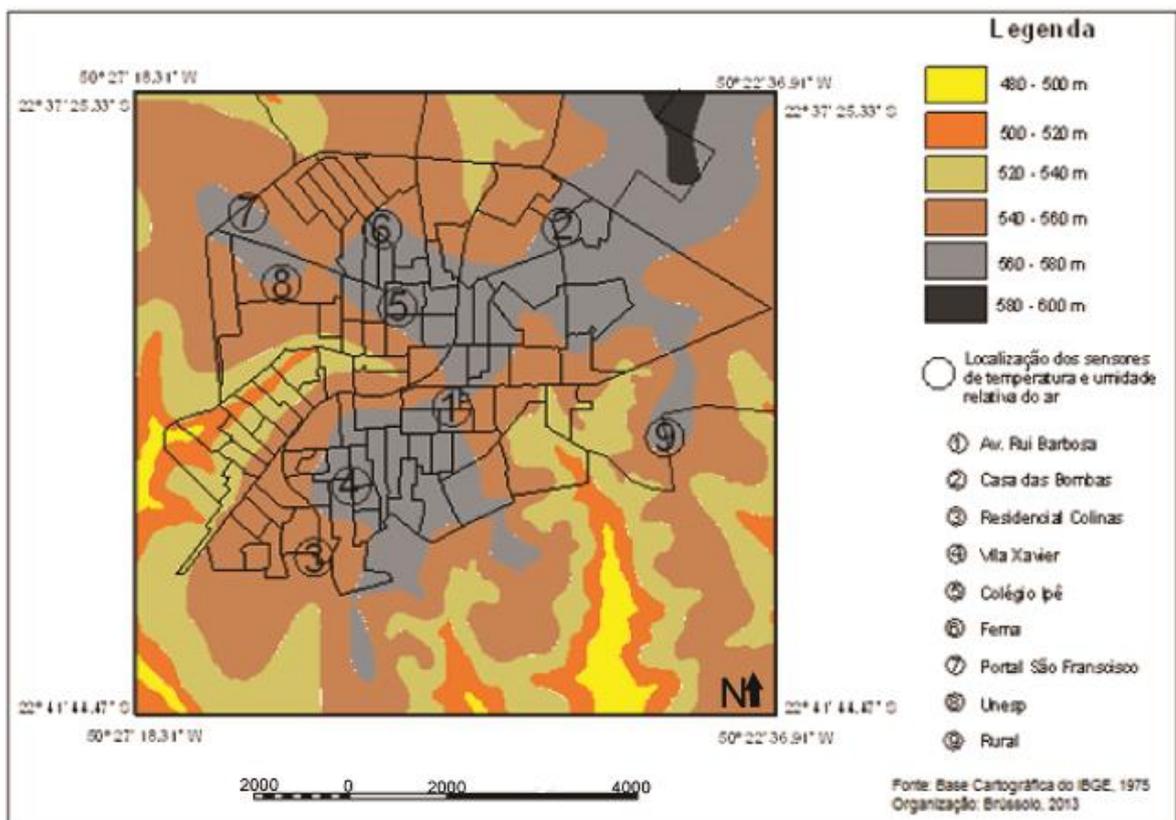


FIGURA 2: Carta Hipsométrica da cidade de Assis (SP).

A análise do crescimento urbano e, conseqüentemente, de cada setor/bairro da cidade é importante para averiguar de que maneira a cidade se desenvolveu ao longo dos anos e qual o papel dos agentes políticos e econômicos nesse contexto. Um dos instrumentos que rege o planejamento urbano é o Plano Diretor, que foi instituído pela Constituição Federal de 1988 e regulamentado pela

Lei Federal nº 10.257/01, mais conhecido como Estatuto da Cidade; além do Código Florestal (Lei nº 4.771/65) e da Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei nº 6.766/79).

De acordo com Silva (1997), esses instrumentos são englobados sob o conceito de zoneamento do solo no qual o poder público fornece as diretrizes para controlar o uso da terra, a densidade populacional, a localização e a dimensão das construções, com o argumento de propiciar o bem-estar da população. O mesmo autor retrata que esse zoneamento representa a fragmentação do território municipal, atribuindo determinados valores a essas áreas, como o uso do solo e a destinação da terra.

O município é dividido em área urbana, áreas urbanizáveis, áreas de expansão urbana e área rural. No que se refere ao uso do solo, pode ser residencial, industrial, comercial e uso especial/institucional.

Do ponto de vista das características urbanas, foi verificado em Assis que o centro urbano (local que abarca grande parte dos empreendimentos comerciais, imobiliários e políticos) encontra-se na porção mais antiga da cidade, onde as primeiras casas foram construídas nas redondezas da igreja Matriz e da Estação Ferroviária.

Os bairros que abrigam a população mais carente estão predominantemente localizados nas porções Oeste e Sul, apresentando construções mais modestas, em sua maioria de alvenaria e cobertura de fibrocimento e ruas com asfalto em péssimo estado de conservação ou ausente. Os locais públicos são em sua maioria praças, quadras poliesportivas e academias da terceira idade. A vegetação diversifica-se em médio e pequeno porte ou ausente. Os lotes dos bairros mais antigos apresentam grande densidade de ocupação em decorrência do parcelamento do lote e expansão das casas com os populares “puxadinhos”. Outros bairros ainda não possuem asfalto e estruturas completas de saneamento e oferecem lotes com baixas densidades de construção.

Já a população de maior poder aquisitivo ocupa a porção Leste e Nordeste da cidade. Esses bairros possuem o metro quadrado de terreno mais caro e são destinados à moradia e ao comércio, predominantemente. Nesse setor encontra-se o Residencial Renaissance, um condomínio horizontal particular, onde habita uma grande parte da elite econômica da cidade. A avenida principal da cidade (Av. Rui Barbosa) encontra-se nessa área. O comércio é abundante e diversificado (shopping, clínicas médicas, restaurantes, farmácias etc.).

Para a elaboração da carta de ocupação do solo urbano, com o objetivo de definir as áreas densamente construídas ou não densamente construídas, foi levado em consideração a totalidade de

ocupação dos lotes, das quadras, quarteirões etc. Com esse pressuposto, foi possível elaborar um padrão de ocupação de uma rua, de um bairro e, conseqüentemente, da cidade.

Uma das bases teóricas para o desenvolvimento desta fase da pesquisa foi Secchi Camargo (2007), que elaborou vários modelos para a caracterização da qualidade ambiental urbana de Presidente Prudente (SP) e, dentre eles, a densidade de edificações e a caracterização arbórea. Através de Sistemas de Informação Geográficas (SIG's), o autor digitalizou pequenos círculos de 12 metros de extensão real do terreno, equivalente à grande parte dos lotes da respectiva cidade. Deste modo, foram mapeadas todas as áreas edificadas e diagnosticadas “manchas de densidade” de urbanização. A mesma metodologia foi aplicada para a caracterização arbórea.

Para a caracterização do porte arbóreo foi utilizado como ferramenta técnica o Manual Técnico de Arborização Urbana da Prefeitura de São Paulo (2005), que analisa o porte da arborização como sendo pequeno (de 4 a 5m de altura e raio na copa em torno de 3m), médio (de 6 a 8m de altura e raio na copa em torno de 4 a 5m) ou grande porte (mais de 8m de altura e raio na copa superior a 5m). Para a descrição do porte arbóreo foram realizados trabalhos de campo e utilizadas imagens de satélite, conforme descrito no item **Procedimentos metodológicos**.

Com a análise dos fatores citados acima foram identificados nove tipos de ocupação do solo em Assis. O Quadro 1 apresenta a identificação e a nomenclatura para cada ponto selecionado para a coleta de dados climáticos na respectiva cidade.

QUADRO 1
Descrição e identificação dos locais de coleta de dados climáticos

Área densamente construída, com dois a mais pavimentos, com pouca vegetação arbórea.	Ponto Av. Rui Barbosa (Ponto 1)
Área densamente construída com pouca vegetação arbórea, com presença de barracões e galpões.	Ponto Casa das Bombas (Ponto 2)
Área densamente construída, com vegetação arbórea de pequeno porte.	Ponto Residencial Colinas (Ponto 3)
Área densamente construída, vegetação arbórea de médio porte esparsa.	Ponto Vila Xavier (Ponto 4)
Área densamente construída, vegetação arbórea de grande porte em abundância.	Ponto Colégio Ipê (Ponto 5)
Construções esparsas, gramados, vegetação arbórea de grande porte em abundância.	Ponto Fema (Ponto 6)
Construções esparsas, vegetação arbórea esparsa ou nula.	Ponto São Francisco (Ponto 7)
Áreas verdes e reservas.	Ponto Unesp (Ponto 8)

Área rural	Ponto Rural (Ponto 9)
------------	------------------------------

Fonte: Trabalho de campo (2013).

No Quadro 2 são apresentados os dados geográficos dos respectivos pontos de coleta de dados.

QUADRO 2

Dados geográficos dos pontos de coleta de dados climáticos

<u>Pontos</u>	<u>Latitude</u>	<u>Longitude</u>	<u>Altitude</u>
Ponto Av. Rui Barbosa	22° 39' 44" S	50° 25' 04" W	567m
Ponto "Casa das Bombas"	22° 38' 64" S	50° 24' 69" W	580m
Ponto Residencial Colinas	22° 40' 14" S	50° 25' 51" W	560m
Ponto Vila Xavier	22° 40' 08" S	50° 25' 16" W	565m
Ponto Colégio Ipê	22° 39' 10" S	50° 25' 53" W	574m
Ponto Fema	22° 38' 40" S	50° 25' 21" W	570m
Ponto São Francisco	22° 38' 41" S	50° 26' 14" W	571m
Ponto Unesp	22° 39' 03" S	50° 26' 13" W	579m
Ponto Rural	22° 39' 58" S	50° 39' 58" W	564m

Fonte: GPS Garmin 60.

O maior gradiente entre os dados de altitude foi identificado entre os pontos "Residencial Colinas" e "Casa das Bombas", com uma diferença de 20 metros de altitude.

Destaca-se que foi determinado um ponto de coleta em área de uso do solo com características rurais que servirá para comparar os dados coletados na área urbana.

A partir da caracterização dos elementos geoambientais e geocológicos do município e o histórico de crescimento e adensamento urbano associado aos fatores de uso e ocupação do solo e hipsometria foram escolhidos os pontos de coleta de dados, representados na FIG. 3 Constatou-se que a área caracterizada como "área densamente construída, vegetação de médio porte esparsa" foi predominante na cidade.

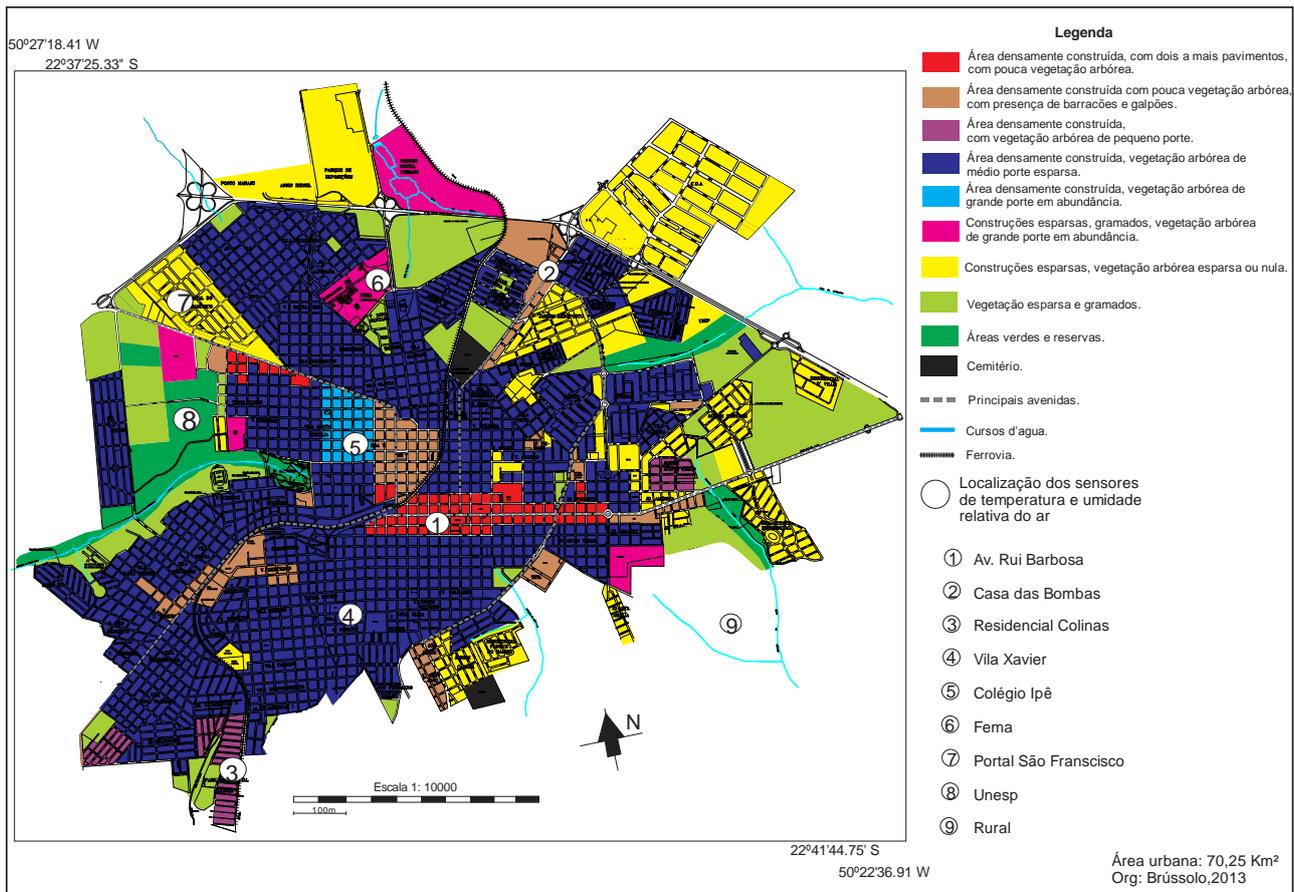


FIGURA 3: Carta de Ocupação do Solo Urbano de Assis (SP). Fonte: Prefeitura Municipal de Assis.

4. Resultados e discussões: As ilhas de calor em Assis (SP)

As análises e mensurações atmosféricas nos pontos fixos, com levantamentos diurnos e noturnos (8h, 10h, 16h e 22h) dos elementos climáticos permitiram detectar algumas anomalias térmicas e higrométricas em dias representativos de inverno em uma cidade de porte médio.

Os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, a presença ou não de vegetação arbórea de grande porte e a proximidade com corpos d'água, associados aos tipos de tempo, foram decisivos na geração e identificação das ilhas de calor de média a muito forte intensidade, assim como as ilhas frescas, úmidas e secas em Assis. Procurou-se diminuir a influência da altitude e exposição das vertentes para que o padrão comportamental das ilhas de calor respondesse somente ao tipo de uso e ocupação do solo e as diferentes condições atmosféricas.

Com base nas interpretações sobre a variação da temperatura e umidade relativa do ar e na caracterização dos sistemas atmosféricos que atuaram nos dias das observações-mensurações foi possível descrever um ritmo para os elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar).

Verificou-se que os maiores gradientes térmicos e higrométricos foram encontrados no período matutino e vespertino. No período matutino a maior intensidade das ilhas de calor foi diagnosticada nas áreas densamente construídas, principalmente no ponto Av. Rui Barbosa que obteve as maiores temperaturas. No período vespertino, as áreas de construções esparsas, com destaque para o ponto São Francisco, foram as mais quentes, resultado da insolação direta na superfície dessas áreas desde as primeiras horas da manhã.

Às 8h as áreas densamente construídas estavam mais quentes e secas em relação às demais áreas, com destaque para o ponto Av. Rui Barbosa que foi o mais quente durante grande parte dos dias de julho. A capacidade dos materiais antrópicos de armazenar e reter mais radiação solar é a resposta mais concreta para essa caracterização. Em uma comparação entre os dados das áreas densamente construídas, observou-se que o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente e seco durante grande parte do período analisado, efeito da densidade de material construtivo, verticalização urbana e vegetação arbórea esparsa; o ponto Residencial Colinas foi o mais frio, pela proximidade da área rural que, de acordo com a direção e velocidade do vento, propiciou temperaturas mais reduzidas para essa área; O ponto Colégio Ipê foi o mais úmido em virtude da presença abundante da vegetação de grande porte.

Nas áreas com características de construções esparsas, Unesp e Rural, o ponto Unesp foi o mais quente e o mais úmido. No primeiro caso, isso possivelmente se deve ao efeito que a vegetação de grande porte e em abundância exerce como barreira das correntes de ar. Essa retenção ocorre devido ao agrupamento de caráter homogêneo e com densidade das copas, que, em seu conjunto, trabalha como uma barreira das correntes de ar, conforme demonstra Barbosa, Barbirato e Vecchia (2003). Em se tratando das altas taxas de umidade relativa do ar, a evapotranspiração da vegetação de grande porte abundante na área é a melhor explicação para esse resultado.

O ponto Rural foi o mais seco em virtude da baixa densidade de vegetação de grande porte que poderia fornecer maiores taxas de umidade através da evapotranspiração. As taxas de umidade relativa do ar elevadas em alguns dias no ponto São Francisco pode ser explicada pela proximidade com o ponto Unesp, pelo fato de possuir vegetação de grande porte e em abundância, fornecendo altas taxas de umidade relativa do ar para o entorno.

Dessa forma, foi analisado detalhadamente o dia 09/07/2013, quando foi possível diagnosticar a maior magnitude da ilha de calor no horário das 8h (7,2°C) (FIG. 4). Nesse dia não houve chuva e estava atuando sobre a região o Sistema Polar Atlântico.

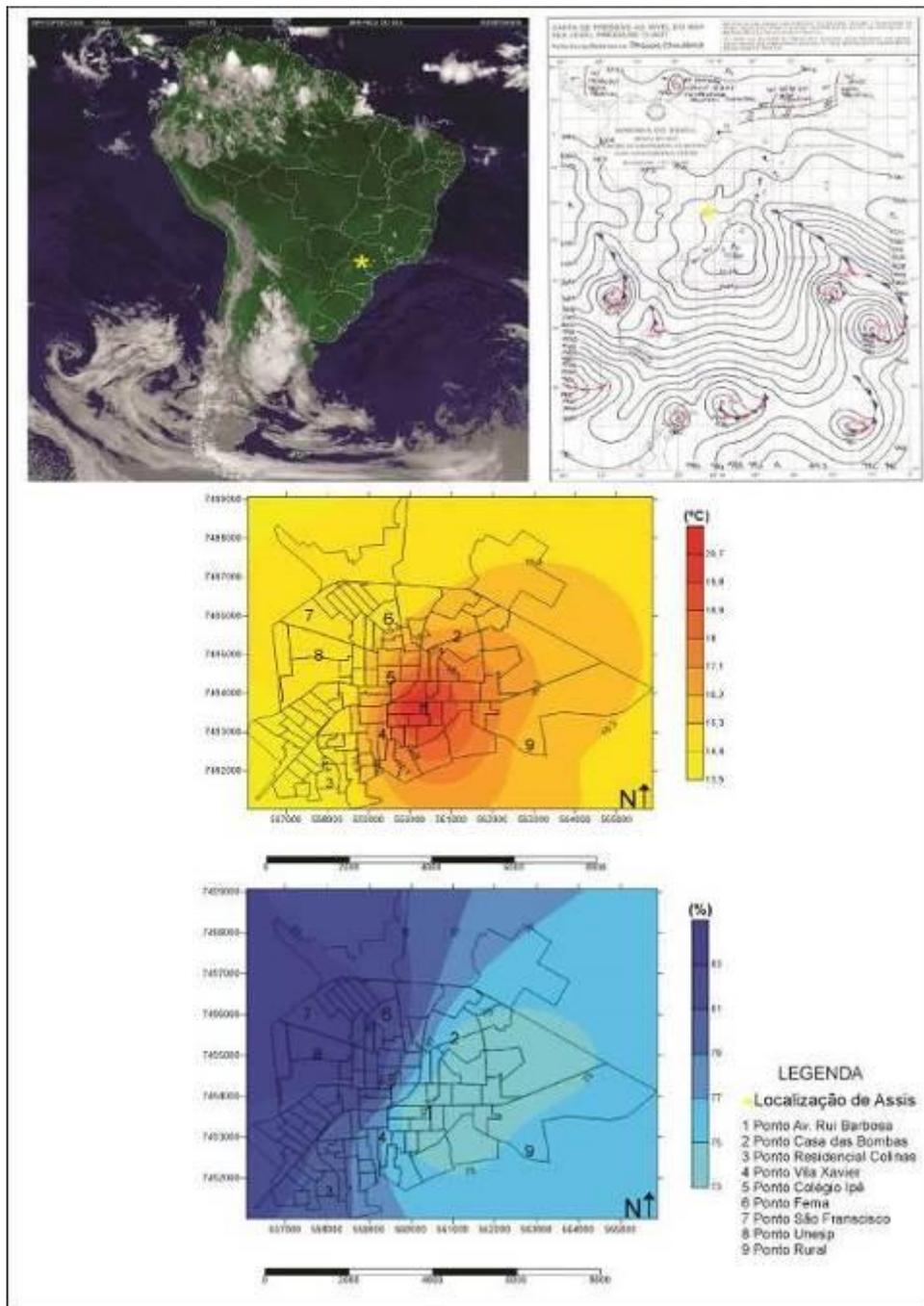


FIGURA 4: Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, frescor, úmida e seca, às 8h no dia 9/7. Fonte: Brússolo, 2013.

Às 10h as áreas densamente construídas ainda foram mais quentes e secas e as áreas de construções esparsas, Unesp e Rural foram as mais frias e úmidas, com destaque para o dia 16/7, quando a ilha de calor atingiu a maior magnitude 7°C. Em uma comparação somente com os dados das áreas densamente construídas, constatou-se que o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente e seco e o ponto Residencial Colinas o mais frio e úmido. No primeiro, a densidade de ocupação do

solo, a verticalização urbana e a escassez de vegetação arbórea de grande porte, contribuindo para o acúmulo de energia em forma de calor sensível e diminuindo os percentuais de umidade, são as melhores explicações para esse comportamento. No segundo, a proximidade com a área rural que está mais fria e úmida nesse horário forneceu para esse ponto temperaturas mais reduzidas em comparação com o ponto Av. Rui Barbosa.

Enquanto que na comparação entre os pontos de construções esparsas, Unesp e Rural, o ponto Unesp foi o mais frio e úmido e o ponto São Francisco foi o mais quente. Os pontos Rural e São Francisco se destacaram pela similaridade nos valores de umidade relativa do ar, sendo os pontos mais secos durante grande parte do período. A presença abundante de vegetação arbórea de grande porte no ponto Unesp, impedindo que os raios solares atinjam a superfície com mais facilidade e a evapotranspiração, são as melhores explicações para essa caracterização. O ponto São Francisco foi o mais quente devido à escassez de vegetação de grande porte, aquecendo a superfície desde as primeiras horas da manhã, e por estar inserido na malha urbana, o que permitiu que as características termais das regiões circunvizinhas influenciassem na sua caracterização.

A FIG. 5 apresenta as variações de temperatura, de umidade relativa do ar e as condições atmosféricas no dia 16/7, às 10h, quando se observou a maior magnitude do fenômeno da ilha de calor (7°C). Nesse dia não houve chuva e estava atuando sobre a região o Sistema Polar Atlântico.

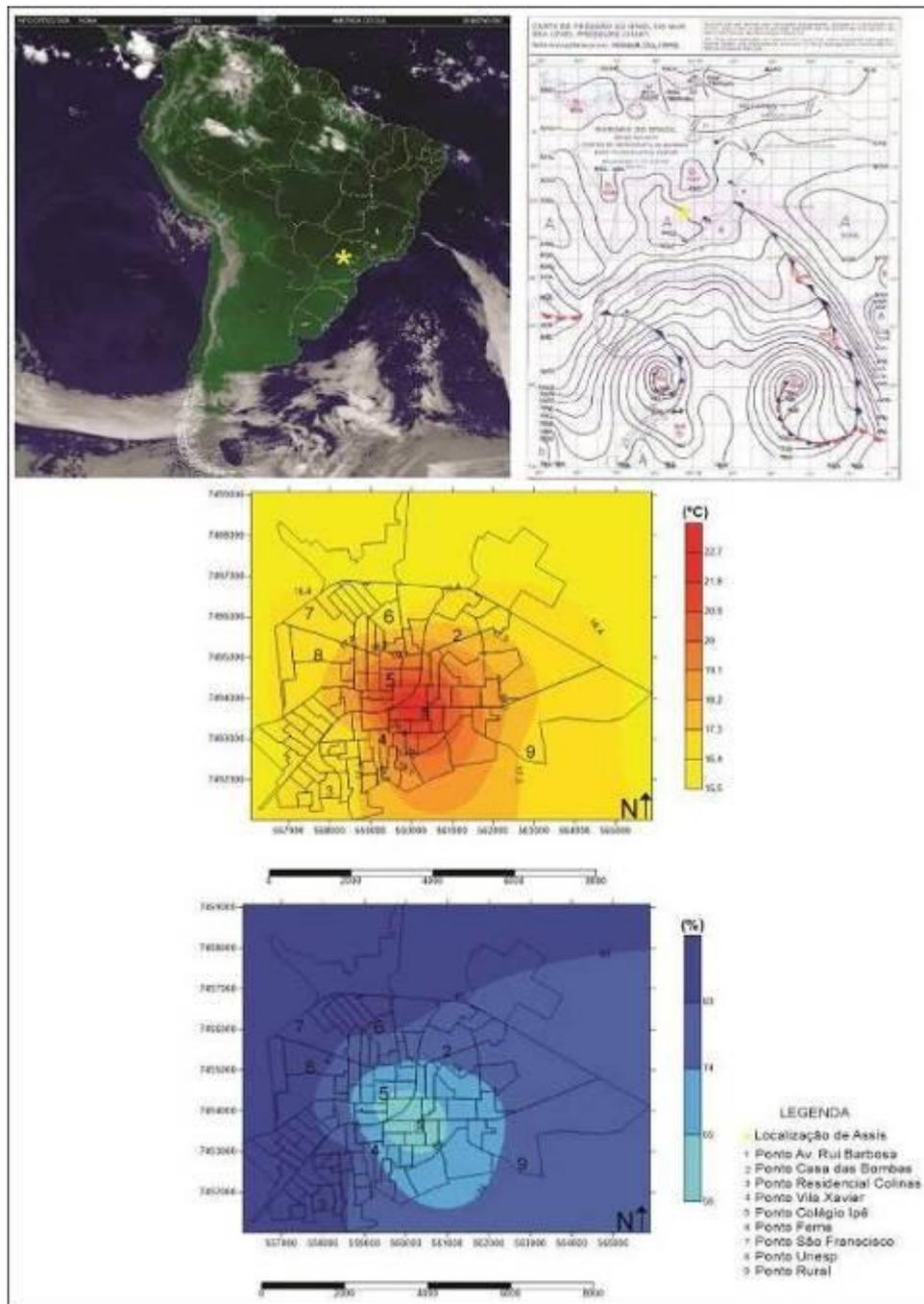


FIGURA 5: Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, frescor, úmida e seca, às 10h no dia 16/7. Fonte: Brússolo, 2013.

No horário das 16h as áreas com características de construções esparsas foram mais quentes e secas em comparação com as áreas densamente construídas, com destaque para o dia 14/7 quando a ilha de calor atingiu 8°C. Quando foram comparados somente os dados das áreas de construções esparsas, Unesp e Rural, verificou-se que o ponto São Francisco foi o mais quente e seco, possivelmente pela escassez de vegetação arbórea de grande porte, pela baixa densidade de

construções, o que permite a incidência dos raios solares na superfície com mais facilidade, e por estar inserido na malha urbana, sofrendo influências termo-higrométricas das áreas vizinhas.

O ponto Unesp foi o mais frio e úmido, devido a vegetação de grande porte e em abundância que impede que os raios solares atinjam a superfície com mais facilidade e fornece maiores taxas de umidade pela evapotranspiração.

Na comparação entre os pontos inseridos nas áreas densamente construídas verificou-se que o ponto Colégio Ipê foi o mais frio e úmido em virtude da vegetação abundante e de grande porte que dificulta a incidência direta dos raios solares na superfície e libera maiores valores de umidade através da evapotranspiração. O ponto Vila Xavier foi o mais quente e seco por estar inserido completamente na malha urbana e devido à escassez de vegetação arbórea de grande porte e em abundância.

A FIG. 6 demonstra as variações de temperatura, umidade relativa do ar e as condições atmosféricas no dia 14/7, às 16h, quando foi possível constatar a maior intensidade das ilhas de calor (8°C). Nesse dia não houve chuva e estava atuando sobre a região o Sistema Tropical Atlântico.

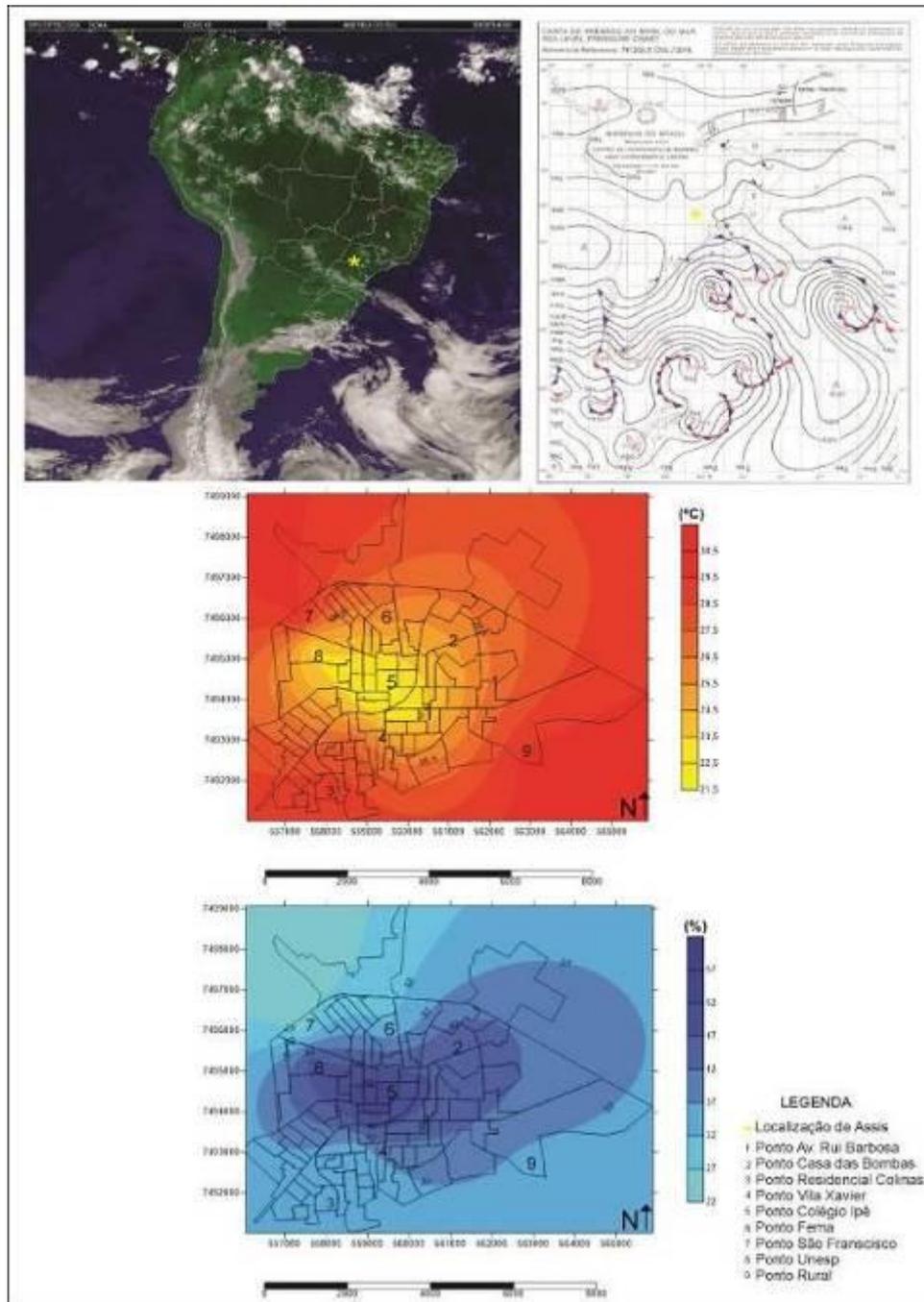


FIGURA 6: Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, frescor, úmida e seca às 16h no dia 14/7. Fonte: Brússolo, 2013.

No horário das 22h as áreas densamente construídas foram as mais quentes e secas e as áreas de construções esparsas, Unesp e Rural foram as mais frias e úmidas. Na comparação somente dos dados das áreas densamente construídas, observou-se que o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente e seco, o que demonstra a capacidade que os materiais antrópicos têm de armazenar calor

por mais tempo. O ponto Residencial Colinas foi o mais frio e em alguns dias o mais úmido, pelo fato da proximidade com a área rural que, de acordo com a direção e velocidade do vento, trouxe para essa área menores temperaturas e maiores valores de umidade. Em alguns dias o ponto Colégio Ipê foi o mais úmido devido à abundância de vegetação de grande porte.

Em se tratando das áreas de construções esparsas, Unesp e Rural, o ponto São Francisco foi o mais quente e seco, consequência da escassez de vegetação arbórea de grande porte que poderia reduzir a temperatura e aumentar as taxas de umidade relativa do ar, e também possivelmente pelo fato de o ponto de coleta estar inserido na malha urbana, o que pode acarretar em influências termo-higrométricas do entorno.

O ponto Fema e o ponto Rural foram os mais frios. No ponto Fema a baixa densidade de ocupação do solo, permitindo a menor absorção e armazenamento de energia, e a vegetação de grande porte e em abundância, dificultando a incidência dos raios solares na superfície durante o dia, o que proporciona as menores temperaturas para esse horário, são as melhores explicações para essa caracterização. Vale ressaltar a proximidade de um córrego que pode influenciar na diminuição da temperatura através da evaporação, transformando calor sensível em calor latente.

No que se refere ao ponto Rural, a facilidade e a rapidez com que as superfícies naturais se resfriam pode ser uma resposta adequada, já que às 22h essa área já devolveu para a atmosfera grande parte da energia absorvida durante o dia.

A FIG. 7 ilustra a caracterização da temperatura, da umidade relativa do ar e das condições atmosféricas no dia 16/7, às 22h, quando foi possível constatar a maior intensidade das ilhas de calor do período (5°C). Nesse dia não houve chuva e estava atuando sobre a região o Sistema Polar Atlântico.

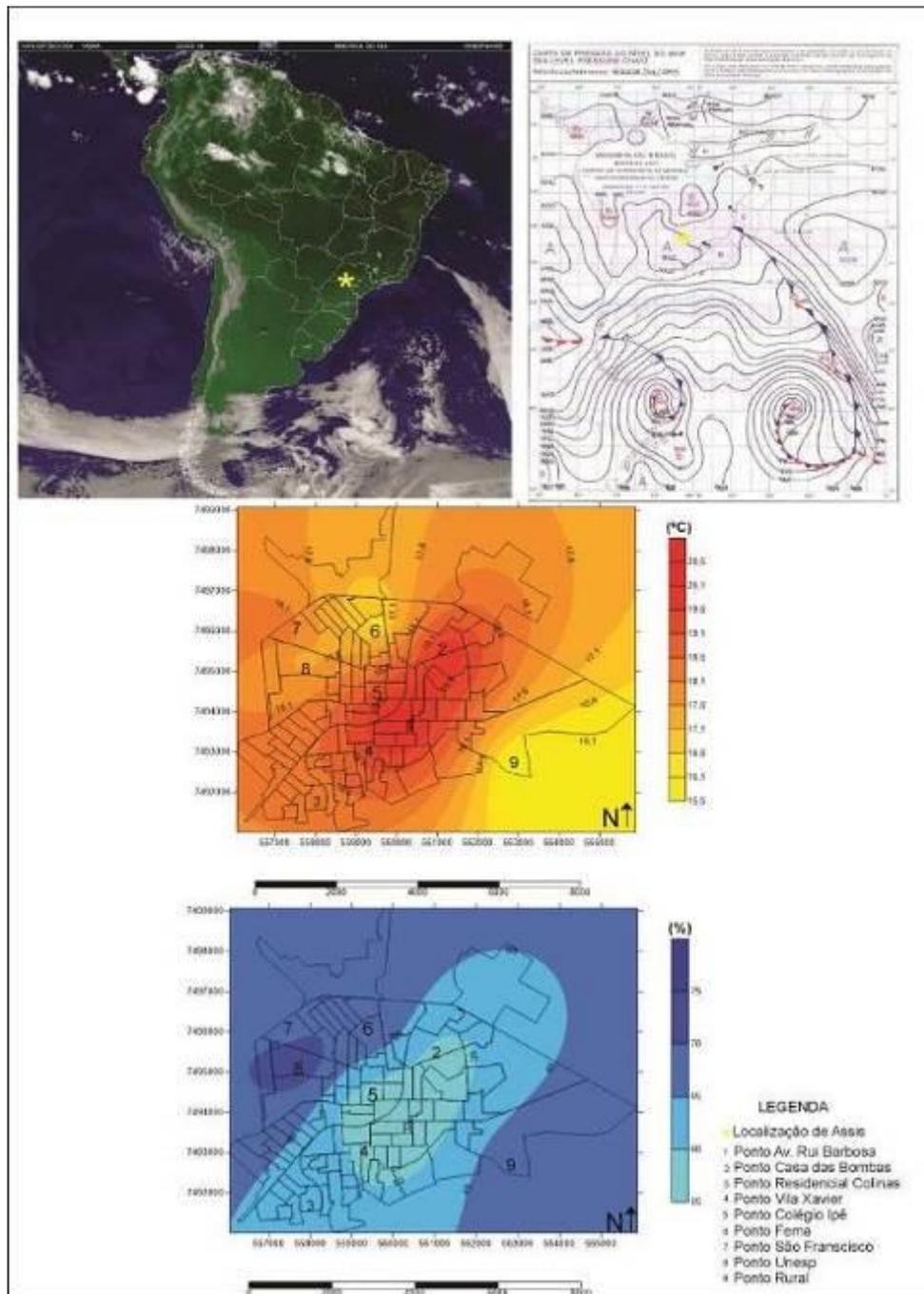


FIGURA 7: Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, frescor, úmida e seca às 22h no dia 16/7. Fonte: Brússolo, 2013.

5. Considerações finais

Assis é uma cidade de porte médio, localizada no oeste do estado de São Paulo, com população em torno de 95 mil habitantes e possui características peculiares quanto ao uso e ocupação do solo urbano. Assim como grande parte das cidades brasileiras, Assis também sofre as

mazelas da falta de um planejamento urbano que leve em consideração os elementos geocológicos e geoambientais. A mercantilização do solo urbano molda a cidade de acordo com os interesses privados, o que coíbi projetos de ordenamento territorial na perspectiva da qualidade socioambiental urbana.

Para a pesquisa ora apresentada foi realizada a caracterização climática regional através da caracterização da temperatura e precipitação e, também, a análise do relevo, fator importante no clima. A caracterização do uso e ocupação do solo e da maneira pela qual ocorreu a expansão da malha urbana assisense, procurou diagnosticar a heterogeneidade da morfologia e estrutura urbana, com o intuito de tipificar os diversos padrões de uso e ocupação do solo urbano e como as ilhas de calor e frescor e as ilhas úmidas e secas se comportariam em cada área.

As ilhas de calor e frescor, bem como as ilhas úmidas e secas, apresentaram magnitudes e intensidades diferenciadas, de acordo com o horário, o uso e a ocupação do solo e o sistema atmosférico atuante. As maiores intensidades das ilhas de calor foram observadas durante o período matutino e vespertino, porém, em áreas com características de uso e ocupação do solo diferenciado. No período da manhã (8h) as ilhas de calor foram mais expressivas nas áreas densamente construídas, com destaque para o dia 9/7 quando a ilha de calor atingiu 7,2°C, sendo o ponto Av Rui Barbosa o mais quente (21,5°C) e seco (73%), o ponto Residencial Colinas o mais frio (14,3°C) e o ponto Unesp foi o mais úmido (84%).

Às 10h a ilha de calor atingiu 7°C, ainda com as áreas densamente construídas mais quentes, sendo o ponto Av. Rui Barbosa o mais quente (23°C) e seco (56%), o ponto Fema o mais frio (16°C) e o ponto Unesp o mais úmido (87%).

Já no período da tarde (16h), as áreas com padrão de construções esparsas e Rural foram mais quentes e secas em resposta a maior incidência dos raios solares desde as primeiras horas da manhã, destacando o dia 14/7 em que a ilha de calor atingiu a maior intensidade (8°C), sendo o ponto São Francisco o mais quente (29,8°C) e seco (26%), o ponto Colégio Ipê o mais frio (21,8°C) e o ponto Colégio Ipê o mais úmido (58%).

Às 22h as áreas densamente construídas foram mais quentes, com destaque para o dia 16/7 quando as ilhas de calor atingiram 5°C de intensidade. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (20,6°C) e seco (55%), o ponto Rural o mais frio (15,6°C) e o ponto Unesp o mais úmido (75%).

A vegetação arbórea de grande porte e em abundância exerceu papel fundamental para maiores taxas de umidade, ou seja, tanto em áreas densamente construídas quanto em áreas de construções esparsas, a vegetação arbórea de grande porte propiciou a configuração de ilhas

úmidas, com destaque para o ponto Unesp que foi o mais úmido durante grande parte do período de julho de 2013. A proximidade de um córrego no ponto Fema também contribuiu para menores temperaturas e maiores valores de umidade relativa do ar.

Assim sendo, os fatores que influenciaram na distribuição térmica no município de Assis no período de inverno foram: densidade de construções, a presença ou não de vegetação arbórea de grande porte, a proximidade com corpos d'água e a baixa velocidade dos ventos associada à pouca nebulosidade, fruto dos sistemas atmosféricos que trouxeram estabilidade do tempo para a região. As ilhas de calor obtiveram as maiores intensidades sob atuação do Sistema Polar Atlântico (SPA) e Sistema Tropical Atlântico (STA), proporcionando a estabilidade do tempo. Constatou-se que as condições climáticas intraurbanas geradas em Assis estão ligadas diretamente à heterogeneidade da ocupação do solo e das funcionalidades urbanas, bem como sua relação com os sistemas atmosféricos atuantes o que contribuiu para a magnitude e intensidade das ilhas de calor e de frescor, bem como as ilhas úmidas e secas.

Com o intuito de propor medidas mitigatórias e fornecer sugestões ao ordenamento territorial urbano, destaca-se que a cidade merece atenção especial no seu planejamento ambiental/urbano para que os efeitos das ilhas de calor sejam amenizados, uma vez que os elementos que as compõem comprometem a qualidade ambiental.

No que se refere à atuação do poder público é importante a elaboração de projetos para a arborização urbana, tanto de parques e praças e, também, das ruas e avenidas, a não canalização de rios e córregos que atravessam a cidade etc., sendo essas algumas estratégias para melhorar o conforto térmico-higrométrico da população.

A fiscalização e o controle do uso e ocupação do solo urbano são essenciais para a gestão ambiental urbana, ressaltando que a principal causa dos problemas ambientais pode ser encontrada nas relações sociais e na assimetria entre o poder político e econômico (HARVEY, 1996). A ideia de que o ambiente natural é compreendido como recurso natural, ganhando forças com a aglutinação recorrente entre “ambiente” e “natureza”, faz emergir a falsa dicotomia entre ambiental e o urbano, resultando em problemáticas entre o planejamento ambiental e o planejamento urbano, o que interfere significativamente na elaboração de diretrizes políticas, escamoteando a maior potencialidade oferecida pelo processo de urbanização: construir ambientes que primem pela qualidade de vida e bem-estar dos habitantes das áreas urbanas.

Destarte, um planejamento urbano e ambiental bem elaborado associado à mudança de mentalidade da população local por meio da educação/conscientização ambiental pode contribuir

para a produção de cidades com condições térmicas e higrométricas mais adequadas e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida e o bem-estar das pessoas.

6. Bibliografia consultada

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 374p. p.01-80. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo.

ARAÚJO, R. R. **O processo de urbanização na produção do clima urbano de São Luís- MA**. 2001. 216p. p. 05-25. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

BARBOSA, R. V. R.; BARBIRATO, G. M.; VECCHIA, F. A. S. **Vegetação Urbana: análise experimental em cidade de clima quente e úmido**. Curitiba: ENCAC- COTEDI, 2003.

BRANDÃO, A. M. de. P. M. **O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro**. 1996. p.85. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CHANDLER, T. J. **The climate of London**. London: Hutchison of London, 1965. 287p.

DANNI, I. M. A ilha de calor de Porto Alegre: contribuição ao estudo do clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, n. 8, maio. 1987.

FORSDYKE, A. G. **Previsão do tempo e clima**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

HARVEY, D. **Justice, Nature and the Geography of Difference**. Londres: Blackwell, 1996.

JAUREGUI, E. **The urban climate of México City**. Erdkund. In: Ban XXXVII, Helf 4, 1973.

LANDSBERG, M. E. **The urban climate**. New York: Academia Press, 1981. 276p.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

LOWRY, W, P. **Empirical estimation of urban effects on climate: a problem analysis**. Journal of applied meteorology. Journal of Applied Meteorology, vol 16, nº 2, 1977.

MAITELLI, G. T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá/MT**. 1994. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MENDONÇA, F. de A. **O clima e o planejamento urbano de cidade de porte médio e pequeno:** proposição metodológica para estudo e aplicação à cidade de Londrina, PR. 1994. 322p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise rítmica em climatologia:** problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. Climatologia. São Paulo. n.1. p 1-20, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo:** Problemas e Perspectivas. São Paulo: IGEOG/USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Séries Teses e Monografias, 25).

MONTEIRO, C. A. de F. **Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil.** Geosul, Florianópolis, v.5, n.9, 1990.

MONTEIRO, C. A. de F. **Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura.** Geosul, Florianópolis, v.5, n.9, 1990

MONTEIRO, C. A. de F. **Clima e Excepcionalismo:** Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Editora UFSC, 1991. 233p. p. 10-25.

OKE, T. R. **The distinction between canopy and boundary-layer heat islands.** Atmosphere 14, 1976.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates.** London: Methuen & Ltd. A.Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

ORTIZ, G.F. **O clima urbano de Cândido Mota:** análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SAMPAIO, A. H. L. **Correlações entre uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano:** O caso de Salvador. 1981. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANT'ANNA NETTO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo.** 1995. p 30, 63-78. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SECCHI CAMARGO. E. **Qualidade Ambiental Urbana em Presidente Prudente.** 2007. 152p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SETTE, D.M. **O clima urbano de Rondonópolis-MT.** 1996. 137p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, R. S da. **Urdiduras e tessituras urbanas. Na história das cidades, a estruturação territorial de Assis.**1996. p.182,257. Tese (Doutorado em História) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Assis.

SILVA, L.F. **Estudo do campo térmico da cidade de São Carlos (SP) em um episódio climático de inverno.** 2011. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

SOUZA, J. L. de. **Análise do campo Térmico de Cidades de Médio Porte:** Estudo de caso no Pólo Têxtil de Americana-SP. 2007. p.30-48. Dissertação (Mestrado em Geociências e meio ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

TARIFA, J. R. **Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no Estado de São Paulo.** 1975. Universidade de São Paulo, 1975. 93p. (Séries Teses e Monografias 19).

TARIFA, J. R. **Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP).** Geografia, v.2, n.4, outubro 1977.

TAVARES, A.C. **O clima local de Campinas.** 1974. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

UGEDA, J.C. **Clima e Planejamento na cidade de Jales – SP.** 2011. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

Documentos eletrônicos

CPTEC/INPE: banco de dados. Disponível em < www.climanalise.cptec.inpe.br>. Acesso em: 15 jan. 2013.

CPTEC/INPE: banco de dados. Disponível em < enos.cptec.inpe.br >. Acesso em: 15 jan. 2013.

CPTEC/INPE: banco de dados. Disponível em < www.cptec.inpe.br >. Acesso em: 10 set. 2013.

CPTEC/INPE: banco de dados. Disponível em < www.infoclima.cptec.inpe.br >. Acesso em: 25 set. 2013

IBGE: banco de dados: Disponível em < biblioteca.ibge.gov.br/ >. Acesso em: 8 out. 2012.

MANUAL TÉCNICO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. Prefeitura de São Paulo. Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. 2ª Edição – 2005. Disponível em: http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/meio_ambiente/manual_arborizacao.pdf. Acesso em: 25 abr. 2012

MARINHA MERCANTE: banco de dados. Disponível em < www.mar.mil.br >. Acesso em: 10 set. 2013

Recebido em 06/06/2015

Aceito em 13/08/2015