

Proposição da temperatura do ar como variável para uso em sistema de indicadores de qualidade ambiental

Cíntia Minaki

UEM

Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

Unesp – Pres. Prudente

p. 394-415

Como citar este artigo:

MINAKI, C.; AMORIM, M. C. C. T. Proposição da temperatura do ar como variável para uso em sistema de indicadores de qualidade ambiental. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 22, n. 2, p. 394-415, mês. 2018. ISSN 2179-0892.

Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/135196>. doi: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2018.135196>.



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 License.

revista

Geo 

USP

espaço e tempo

Volume 22 • nº 2 (2018)

ISSN 2179-0892

Proposição da temperatura do ar como variável para uso em sistema de indicadores de qualidade ambiental

Resumo

A qualidade ambiental é um conceito polissêmico de enfoque objetivo e subjetivo, passível de interpretação qualitativa e quantitativa. Na legislação urbanística, é comumente associada ao saneamento básico, e elementos climáticos são insuficientemente mencionados em matérias de lei. Propôs-se o uso da temperatura do ar como variável de um sistema de indicadores de qualidade ambiental aplicada à área urbana de Araçatuba-SP, com o intuito de verificar a dinâmica do elemento, realizando-se transectos móveis noturnos. Na demanda do interior paulista pela expansão ocupacional e econômica, o município configurou-se por paisagens urbanas sem o aproveitamento de seu potencial de uso e ecológico, com suscetibilidade à queda da qualidade ambiental. Áreas com maior tendência ao aquecimento corresponderam àquelas de baixa cobertura vegetal arbórea e maior número de pessoas.

Palavras-chave: Temperatura do ar. Qualidade ambiental. Sistema de indicadores. Paisagem. Araçatuba-SP.

Proposition of the air temperature as a variable in an indicators system of environmental quality

Abstract

Environmental Quality is a polysemic concept of objective and subjective focus, subject to qualitative and quantitative interpretations. In the urbanistic legislation, it's usually associated with the basic sanitation and the climatic elements are poorly mentioned in matter of law. It was proposed the use of the air temperature as a variable in an indicators system of environmental quality, applied to the urban area of Araçatuba city, state of São Paulo. It was aimed to verify the element dynamic by means of measurements made in nocturnal mobile transects. Considering the scenario of the interior region of the State of São Paulo, of occupational and economic expansion, the city has developed as urban landscapes without taking advantage of its ecologic and usage potential, which leads to environmental quality reduction. It was found that areas of higher tendency to warming have relation with low vegetation coverage and more people.

Keywords: Air temperature. Environmental quality. Indicators system. Landscape. Araçatuba-SP.

Introdução

Compreende-se qualidade ambiental urbana (QAU) como um conceito polissêmico, com enfoque objetivo e subjetivo, passível de interpretação qualitativa e quantitativa. Na legislação urbanística, a referência à qualidade do meio ambiente é comumente associada ao saneamento básico; a presença de água e esgoto tratados é critério para definir a melhor qualidade ambiental de uma área.

Mazetto (2000) abordou as diversas interpretações existentes para qualidade de vida e ambiental, que as aproximam quase tanto quanto sinônimos ou que as confrontam distinguindo os critérios que podem defini-las, demonstrando os tratamentos diferenciados de um tema que se redimensiona no presente século. Kamp, Leidelmeijer e Hollander (2003, p. 6) também apresentaram múltiplas definições e modelos relativos à avaliação da qualidade ambiental na literatura acadêmica, evidenciando a inexistência de um consenso: “[...] the manifestation of and contexto in which environmental quality is used in research and policy-making is seldom uniform”.

Cordeiro et al. (1996), Alva (1997), Machado (1997), Martinelli (2004) e Nucci (2008) têm em comum o tratamento da QAU como um indicador de qualidade de vida. No entanto, as metodologias aplicadas para a estimativa e os indicadores ou variáveis considerados nas análises distinguem-se desde pesquisa de opinião cognitiva a aspectos de infraestrutura urbana e segurança. Os produtos gerados ressaltam a magnitude do planejamento como tendência para a qual os estudos corroboram.

Nesse sentido, a paisagem como categoria geográfica tem enquadramento funcional na QAU, pela perspectiva da minimização dos problemas ambientais urbanos. Antes do século XVIII, o termo foi utilizado por pintores e escritores sob conotação artística tendo como critério a observação e a estética. A partir de então até o século XIX, houve grande influência de Alexander von Humboldt que se baseou em aspectos físicos como clima e vegetação para caracterizá-la, considerando-a o caráter total de uma área geográfica. Do lado soviético, Dokuchaev destacou-se na segunda metade deste mesmo século introduzindo o sistema físico no enfoque paisagístico, apresentando uma visão ampla como a de Humboldt, tendo em vista o vasto conhecimento de ambos.

No século XX, grandes referenciais teóricos partiram da Escola Geográfica da ex-União Soviética, da Escola Alemã e Anglo-Saxã. O tratamento científico da paisagem foi impulsionado por Carl Troll na década de 1930 e sua definição de Ecologia da Paisagem ou Geoecologia, Victor B. Sothava e a noção de geossistema, na década de 1960, baseado na Teoria Geral do Sistema de Bertalanffy, Georges Bertrand com sua proposta de classificação da paisagem e Jean Tricart com sua Ecodinâmica, ambos na década de 1970.

No Brasil, destacaram-se Monteiro (1987, 2000), Felisberto Cavaleiro sobretudo, na década de 1990 e Helmut Troppmair, no início dos anos 2000. A interpretação do conceito evoluiu incluindo fenômenos orgânicos e inorgânicos em uma análise influenciada pela Geografia da Paisagem, Ecologia da Paisagem e Teoria Geral do Sistema. Nucci (2007) buscou retomar a aplicação do conceito geográfico de paisagem sob a perspectiva ecológica, delimitando a fronteira tênue entre o reducionismo e o holismo, sob influência do físico Fritjof Capra, com a visão sistêmica do mundo em contradição à visão cartesiana-newtoniana.

Monteiro (1987) criou outras bases de interpretação para a proposta geossistêmica de Bertrand (1972) e dos trabalhos de Viktor B. Sothava, facilitando a organização e interpretação valorativa do estudo. Posteriormente, o autor definiu a paisagem como:

[...] entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultante da integração dinâmica, portanto instável dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas, que organizam um todo complexo (sistema), verdadeiro conjunto solidário e único, indissociável, em perpétua evolução (Monteiro, 2000, p. 39).

Dessa forma, é possível alicerçar esta categoria sob a ótica do todo que não generaliza e da particularidade que não limita, pois é geográfica e não apenas geoambiental ou humana. Pode-se enfocar a ação antrópica associada à queda da qualidade ambiental a contento, avaliando o quanto as relações estabelecidas pela sociedade com a natureza afetam o potencial ecológico paisagístico.

Assim buscou-se responder se a temperatura do ar é elemento relevante dentro da metodologia de avaliação da qualidade ambiental, a partir do enfoque objetivo e qualitativo, e compreender a sua interação com os demais componentes de um sistema de indicadores. A característica dessa interação é fundamental para determinar a viabilidade do uso do indicador. Além disso, elementos climáticos são insuficientemente mencionados em matéria de lei. Sendo assim, aplicou-se a temperatura na geração da carta síntese de qualidade ambiental e estimou sua contribuição ao Planejamento da Paisagem.

A efetivação desse tipo de planejamento requer para a organização do município, conhecimentos de natureza urbanística e ambiental, além daqueles intrínsecos à paisagem, comumente de interesse da Geografia e da Ecologia. Desde sua origem, no pós Segunda Guerra Mundial na Alemanha, publicou-se em 2002 a Lei Federal de Conservação da Natureza, com a premissa de que não há um modelo de planejamento a ser seguido, mas sim princípios que podem instruir sua proposição.

No Brasil, muitos instrumentos de planejamento têm previsão legislativa vasta, podendo-se citar como legislação federal a Lei n. 6.766/1979, sobre o parcelamento do solo, a Lei n. 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e a Lei n. 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, que regula os artigos 182 e 183 da Constituição Federal do Brasil e estabelece diretrizes gerais da política urbana. Em nível municipal, o Plano Diretor Urbano ou a Lei de Diretrizes Urbanas, no caso de municípios com menos de 20 mil habitantes, a Lei de Uso e Ocupação do Solo e o Código de Obras e Postura complementam o rol de instrumentos legais, com matérias voltadas ao planejamento. Além da possibilidade de existência de legislações esparsas elaboradas por instituições públicas com natureza de agência reguladora.

Sendo o Planejamento da Paisagem uma abordagem dinâmica, acredita-se que o sistema de indicadores, incluindo a temperatura do ar seja coerente não só com o objetivo de planejar previamente a ocupação de um espaço, mas também de planejar o processo de ocupação, propondo o manejo das paisagens e seus diferentes usos na área urbana e rural, que podem evoluir quantitativamente e não qualitativamente, por consequência de uma oferta inferior à demanda, por exemplo.

Material e método

Considerou-se a temperatura do ar registrada por medidas itinerantes como indicador de qualidade ambiental, podendo ser explicada em conjunto com outras variáveis com as quais interage na paisagem. Tais variáveis foram levantadas pelo critério da objetividade. Os aspectos físicos de Araçatuba foram descritos, assim como as características do processo de ocupação e as possíveis influências sobre a redução da QAU.

Procedimentos para inclusão da temperatura do ar no sistema de indicadores de qualidade ambiental

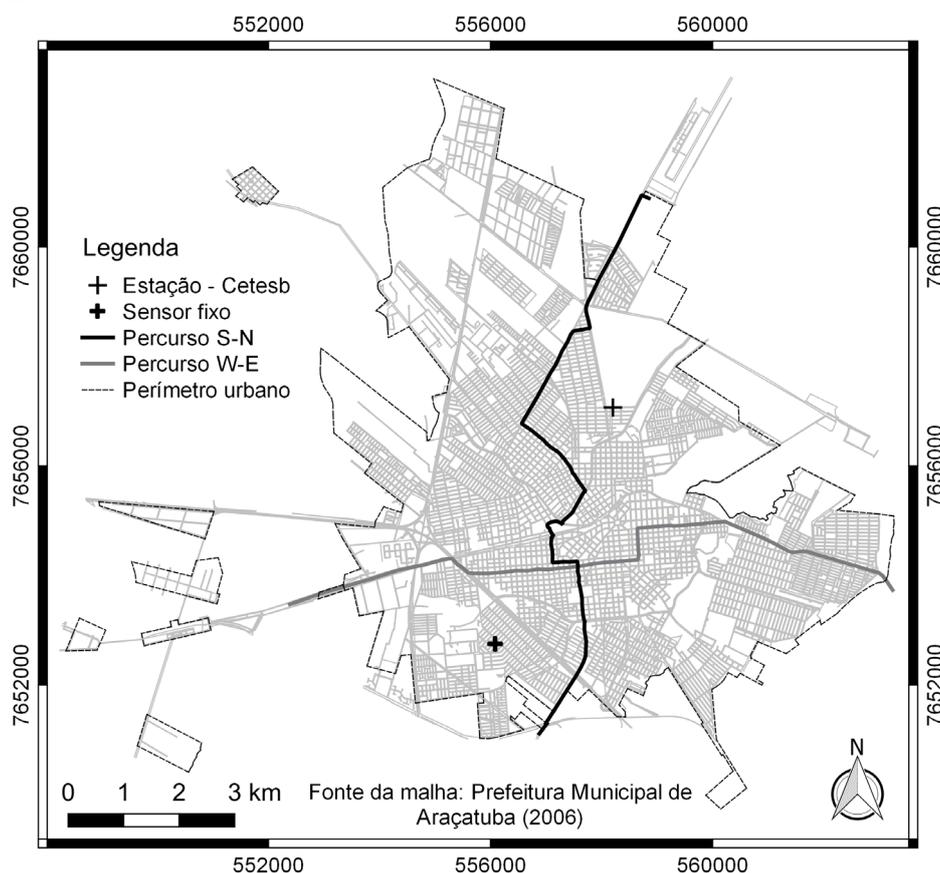
A inclusão da temperatura do ar no sistema de indicadores de qualidade ambiental partiu do amplo reconhecimento do potencial de uma cidade e dos efeitos de sua ocupação em gerar a ilha de calor urbana, pelas modificações causadas na superfície, que refletem nas condições atmosféricas (Oke, 1973, p. 769). Compreende-se a ilha de calor como uma área com temperatura mais elevada que a do seu entorno (Amorim et al., 2009a), sendo a variável que melhor define o clima urbano (García et al., 2016, p. 5). O aquecimento que origina a ilha de calor atmosférica é gerado, sobretudo pelo fato de que muitos materiais de construção retêm mais calor do Sol, do que materiais naturais de áreas rurais menos urbanizadas (Gartland, 2010, p. 9). Assim, utilizou-se a concepção de que o clima urbano é “[...] um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (Monteiro, 1976, p. 95), havendo diferenças significativas no balanço térmico e energético das áreas urbana e rural (Oke, 1987; Carreras et al., 1990; Cantat, 2004; Amorim; Sant’Anna Neto; Dubreuil, 2009). Oke (1973) analisou a relação entre o tamanho da cidade e a intensidade da ilha de calor, concluindo que a associação não é precisa, mas é reconhecida. O autor ressalta que há um limite finito para qualquer fenômeno, e que no caso da ilha de calor, é a quantidade de energia disponível para sustentar a sua manifestação. Além disso, quando uma grande ilha de calor é formada, o gradiente de temperatura urbano-rural tende a induzir a formação de uma brisa térmica convergente, impedindo a estagnação do ar e o crescimento da mesma.

Portanto, partiu-se do pressuposto de que qualquer município, independentemente do porte populacional, tem potencial para formação de ilha de calor. Para tanto, comparou-se dados térmicos nos limites da área urbana e da área rural próxima. Adaptou-se a metodologia de Oke e Maxwell (1975), com a realização de transectos móveis noturnos em dois percursos simultâneos com automóveis (Figura 1), nas extensões sul-norte (S-N) e oeste-leste (W-E). As medições ocorreram na primavera-verão de 2011-2012 e 2012-2013 e no inverno de 2012, totalizando 43 episódios. Iniciaram-se às 21h, momento de irradiação terrestre superior à recepção de radiação solar, quando ainda pode haver acúmulo de calor sensível nas áreas de maior aquecimento diurno.

Selecionou-se percursos com características distintas de paisagem, manifestadas pelas peculiaridades do uso da terra, da densidade de vegetação e de edificações e do número de pessoas. A variação altimétrica nas áreas abrangidas foi de 345 m a 410 m, com destaque para rios canalizados na extensão da malha urbana e a área de preservação permanente do Ribeirão Baguaçu, principal manancial que separa a Zona Leste da cidade das demais zonas definidas pelo planejamento local.

Devido à extensão dos trajetos, em média 12 km cada, foram mais de 150 dados de temperatura do ar levantados em cada episódio, tratados no *software Excel* da *Microsoft* e espacializados na versão 10.0 do *ArcGIS*, *software* da *Esri*. Os sensores do tipo *ThermaData Humidity – Temperatura Logger*, model *HTD*, foram calibrados com base em termômetros utilizados na Estação Meteorológica da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Presidente Prudente, do tipo convencional, e programados para fazer o levantamento a cada 30 segundos. As coordenadas UTM foram obtidas por aparelhos de GPS da marca *Garmin*, *Oregon 550 t*. Um terceiro sensor foi instalado em um ponto fixo da cidade como parâmetro para a verificação da possível mudança de tempo e influência sobre os dados térmicos durante a realização dos transectos. Diferente dos dois sensores, neste as medições ocorreram a cada 30 minutos, considerando a necessidade de uma escala temporal maior para se concluir sobre mudanças no tempo.

Figura 1 – Percursos dos transectos móveis realizados na malha urbana de Araçatuba



fonte: As autoras.

As medições ocorreram não só sob atuação anticiclônica, mas também em condições sinóticas sem o predomínio de estabilidade, representadas pela presença de brisa leve de até 2 m/s e nebulosidade média. As diferenças verificadas nas condições meteorológicas durante o levantamento das temperaturas podem significar resultados também diferentes, sendo o efeito da ilha de calor “[...] mais intenso em dias calmos e claros, e é mais fraco em dias nublados e

com ventos” (Gartland, 2010, p. 18). Os ventos foram estimados a partir da combinação da estimativa feita pela Escala da Força de Vento de Beaufort com os registros da estação automática da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb, 2011, 2012, 2013).

Não houve mensuração em dias com precipitação para evitar a homogeneização da atmosfera devido à ação de filtragem estabelecida na Camada Limite Planetária e à impossibilidade de se detectarem as áreas mais influenciadas pela produção de calor sensível. O registro de dados da Estação Automática da Cetesb (2011, 2012, 2013), disponibilizado em meio digital, ajudou na interpretação da dinâmica dos elementos climáticos atuantes em cada episódio dos transectos. Com o material do CPTEC/Inpe, procedeu-se à análise sinótica do período dos transectos.

Um dos aspectos do desenvolvimento urbano não só paulista, mas de boa parte dos estados brasileiros que se destaca economicamente é a homogeneização da paisagem rural e urbana, que corrobora a proposição de Stewart e Oke (2009) de substituir os tradicionais termos por Zonas Climáticas Locais contínuas por paisagens da cidade, paisagens mistas, agrícolas e natural. Convencionou-se assim delimitar as diferentes unidades paisagísticas de Araçatuba, sem ter como parâmetro o limite urbano e rural, mas usando termos e referenciais que remetem às características da área.

Aplicou-se a metodologia do Planejamento da Paisagem na perspectiva sistêmica de uma análise integrada entre sociedade e natureza, mas tal como observado por Nucci (2008, p. 3), “as metodologias de estudo até agora conhecidas ainda não foram capazes de estudar o espaço levando em consideração todas as suas variáveis e inter-relações”. O Planejamento da Paisagem é atividade prevista em lei em diversos países, constituindo-se em importante instrumento para a organização do espaço (Buccheri Filho, 2010, p. 29), no entanto consiste em um desafio consolidar a sua aplicabilidade.

Considerou-se a ocorrência da ilha de calor como limitadora da qualidade ambiental, tendo em vista que as temperaturas mais elevadas observadas em seu núcleo tendem ao desconforto térmico para as pessoas que circulam na área. Temperaturas do ar adquiridas por meio de transectos móveis são apropriadas aos estudos de qualidade ambiental, pois diferentemente daquelas obtidas de abrigos meteorológicos, é mais fácil realizar percursos simultâneos dentro de um município do que viabilizar ou contar com estações meteorológicas instaladas em um raio de distância correspondente às áreas abrangidas pelos trajetos.

Levantamento do sistema de indicadores de QAU

Quanto ao levantamento do sistema de indicadores de QAU utilizou-se a quadra como unidade espacial de pesquisa. Como se priorizou a análise qualitativa, as variações do formato geométrico e da área das mesmas não foram consideradas. É fundamental reforçar que se pode utilizar outros indicadores, desde que levantados objetivamente para interagir com a temperatura do ar.

O Quadro 1 sintetiza os procedimentos utilizados nesta pesquisa para o aproveitamento da variável geoambiental na geração de cartas temáticas. A polissemia presente na definição de qualidade ambiental permite ao pesquisador utilizar procedimentos diversos para isso, aqui baseou-se nas concepções de Nucci (2008). No entanto, a temperatura do ar não consistiu em

indicador utilizado pelo referido autor, mas foi elemento aplicado nesta pesquisa. De acordo com esta metodologia, cartografa-se o aspecto negativo da incidência do indicador, de modo que o resultado obtido na espacialização demonstrará as áreas com queda de qualidade ambiental.

Quadro 1 – Síntese dos procedimentos para o levantamento do sistema de indicadores

indicador	procedimentos
1) Espaços Livres e Áreas Verdes (Elav)	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento dos espaços livres e das áreas verdes públicas, com base nas informações da instituição pública municipal e da observação de imagens do programa Google Earth (2013); - Trabalho de campo para extrair do levantamento as áreas que têm a criação legal, mas que não se efetivaram na função para a qual foram criadas; - Levantamento da legislação urbanística local para a compreensão de conceitos jurídicos em comparação aos conceitos da literatura científica específica; <p>- Fim: Carta dos espaços livres e das áreas verdes</p>
2) Cobertura vegetal arbórea	<ul style="list-style-type: none"> - Estimativa da cobertura vegetal arbórea, a partir da visualização das imagens do Google Earth (2013), categorizando-as em valor porcentual. Neste caso utilizou-se três categorias: “menos de 5%”, “5% a 30%” e “acima de 30%”. A definição desses intervalos ocorreu com base na pré-visualização das imagens; <p>- Fim: Carta de cobertura vegetal arbórea</p>
3) População	<ul style="list-style-type: none"> - Adesão do número de moradores em domicílios particulares permanentes, registrado no banco de dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2013); - Transposição das informações da base censitária para o padrão da unidade de análise utilizada para os demais elementos – a quadra. A transposição ocorreu a partir da ferramenta “<i>Spatial Adjustment</i>” do ArcMap; <p>- Fim: Carta de número de moradores</p>
4) Fontes potenciais de poluição	<ul style="list-style-type: none"> - Consulta aos dados da estação automática da Cetesb, unidade de Araçatuba, para a obtenção dos levantamentos horários sobre poluição e ventos; - Visita à área do percurso de transectos móveis de temperatura para identificação do uso da terra com base na visualização da frente do lote; <p>- Fins: Carta de uso da terra das áreas abrangidas pelos transectos móveis noturnos; Carta de fontes potenciais de poluição com base nas ruas e avenidas mais movimentadas</p>
5) Impermeabilização	<ul style="list-style-type: none"> - Visitas à Defesa Civil para o levantamento das áreas de risco da cidade, bem como consultas em materiais jornalísticos e observações <i>in loco</i>; <p>- Fins: Carta de hipsometria, com base nas imagens de satélite disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); Carta das áreas de risco de alagamentos</p>
6) Densidade de edificações	<ul style="list-style-type: none"> - Estimativa da densidade de edificações, a partir da visualização das imagens do Google Earth (2013) nas categorias “alta”, “média”, “baixa” e “sem edificações”. As categorias foram definidas com base na pré-visualização das imagens; <p>- Fins: Carta de densidade de edificações</p>
7) Temperatura do ar	<ul style="list-style-type: none"> - Estimativa das áreas com tendência ao aquecimento, a partir de interpolação por meio da krigagem, utilizando o software Surfer. <p>- Fim: Carta das áreas com tendência ao desconforto térmico</p>

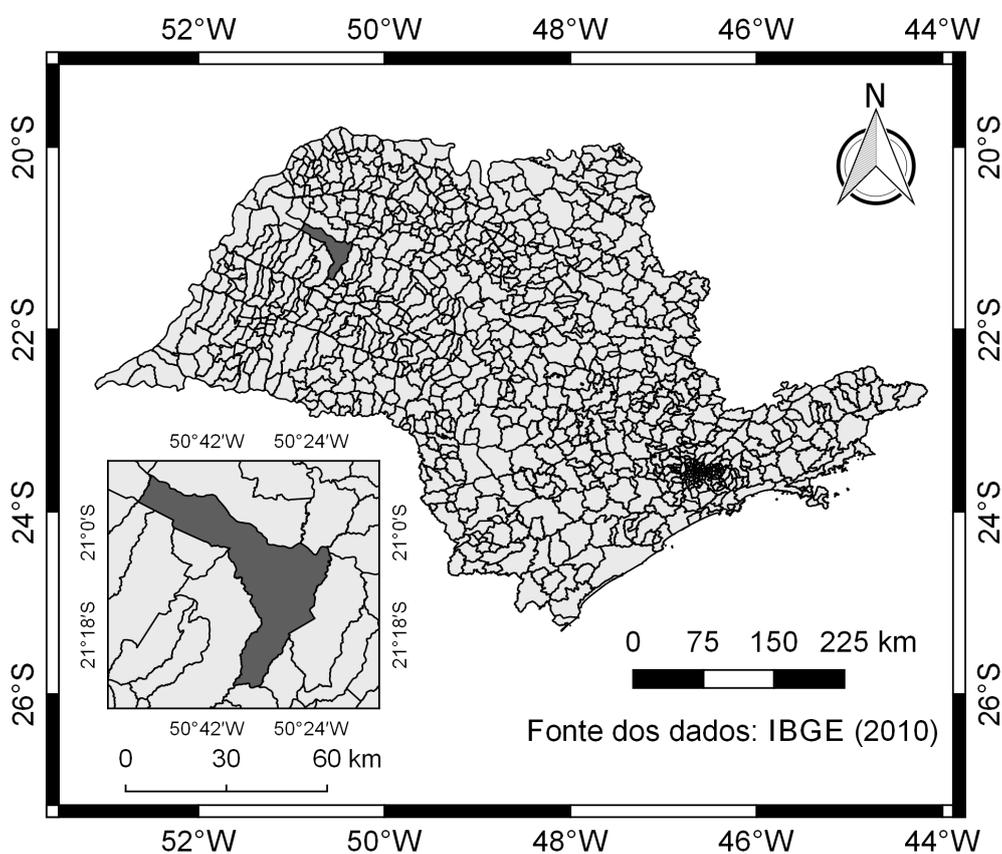
fonte: As autoras.

Pela krigagem, a precisão dos dados é menor à medida que se aumenta a distância dos pontos de registro (Ugeda Júnior, 2012, p. 340), uma vez que se trata de um “processo de estimação por médias móveis, de valores de variáveis distribuídas no espaço a partir de valores adjacentes” (Landim; Sturaro, 2002, p. 3). Quando o número de dados para interpolação é muito alto, a krigagem obtém bons resultados, mas o processo se torna mais lento. Portanto, o sistema de krigagem considera “tanto a distância entre as amostras como o seu agrupamento” (Yamamoto; Landim, 2013, p. 63). De modo geral, trata-se de um dos métodos mais utilizados em análise espacial de superfície, a exemplo da aplicação em climatologia (Ugeda Júnior, 2012; Teixeira, 2015; Amorim; Ugeda Júnior, 2016). Optou-se pelo mesmo nesta pesquisa, e, embora o conjunto de dados base não se favoreça integralmente pela cartografia automática gerada no *software Surfer*, a precisão quanto à topografia do terreno foi associada principalmente ao conhecimento empírico da área, na análise dos resultados.

Caracterização da área de estudo

Araçatuba localiza-se a noroeste do estado paulista (Figura 2), a mais de 600 km de distância do litoral. Tem altitude média de 390 m e população de 193.828 habitantes (estimativa do IBGE em 2016). Sua área total é de 1.167,402 km², densidade demográfica de 166,03 hab/km² e cerca de 60,4 km² de malha urbana. Localiza-se no Planalto Ocidental Paulista sobre a formação geológica da Bacia Sedimentar do Paraná.

Figura 2 – Localização de Araçatuba no estado de São Paulo



fonte: As autoras.

MINAKI, C.; AMORIM, M. C. C. T.

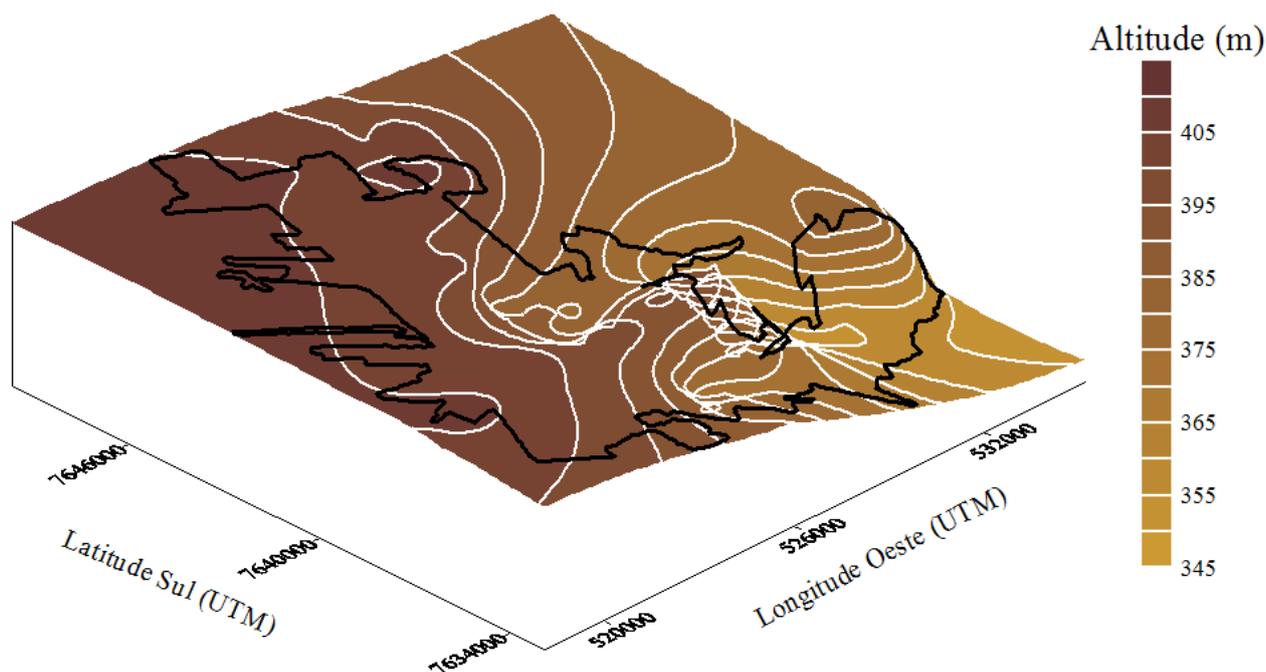
De início, o traçado de Araçatuba foi planejado, mas posteriormente desenvolveu-se sem orientação, tornando o município suscetível a problemas de infraestrutura associados à demanda populacional. O crescimento da malha urbana ocorreu sobre a rede hidrográfica de cinco micro bacias, cujos principais cursos d'água são tributários do rio Tietê (Baixo Tietê). Além deste rio, destaca-se o Ribeirão Baguaçu, principal manancial da cidade, abastecendo cerca de 70% da população, com grande extensão no setor leste da cidade. O percurso W-E dos transectos móveis abrangeu este manancial em sua área de preservação permanente, anteriormente bastante degradada pela proximidade com a ocupação residencial e de atividades comerciais e industriais que retiraram a vegetação e contaminaram a água e o solo.

Quanto ao relevo, Araçatuba se caracteriza por topografia suave devido às extensas chapadas (IBGE, 2010). A altitude no percurso W-E variou de 345 m a 410 m, destacando-se a área do Ribeirão Baguaçu na Zona Leste da cidade, enquanto no percurso S-N variou de 365 m a 405 m, destacando-se o quadrante sul com problemas de alagamentos (Figura 3).

De acordo com os Censos Demográficos do IBGE, de 1970 a 2010 houve um aumento de 70.000 habitantes e quase 40.000 domicílios, mas o percentual do crescimento demográfico diminuiu nas últimas estimativas. Houve redução expressiva da população rural ao longo da fundação do município, que em 1991 era de pouco mais de 8.600 habitantes, totalizando, segundo o último Censo, 3.500.

Atualmente, pouco mais de 70% do uso da terra é ocupado por pastagens de rebanho bovino e o restante por culturas anuais, com destaque para a cana-de-açúcar, cuja produção está associada à agroindústria sucroalcooleira.

Figura 3 – Perfil altimétrico de Araçatuba, com destaque para a malha urbana



fonte: As autoras.

MINAKI, C.; AMORIM, M. C. C. T.

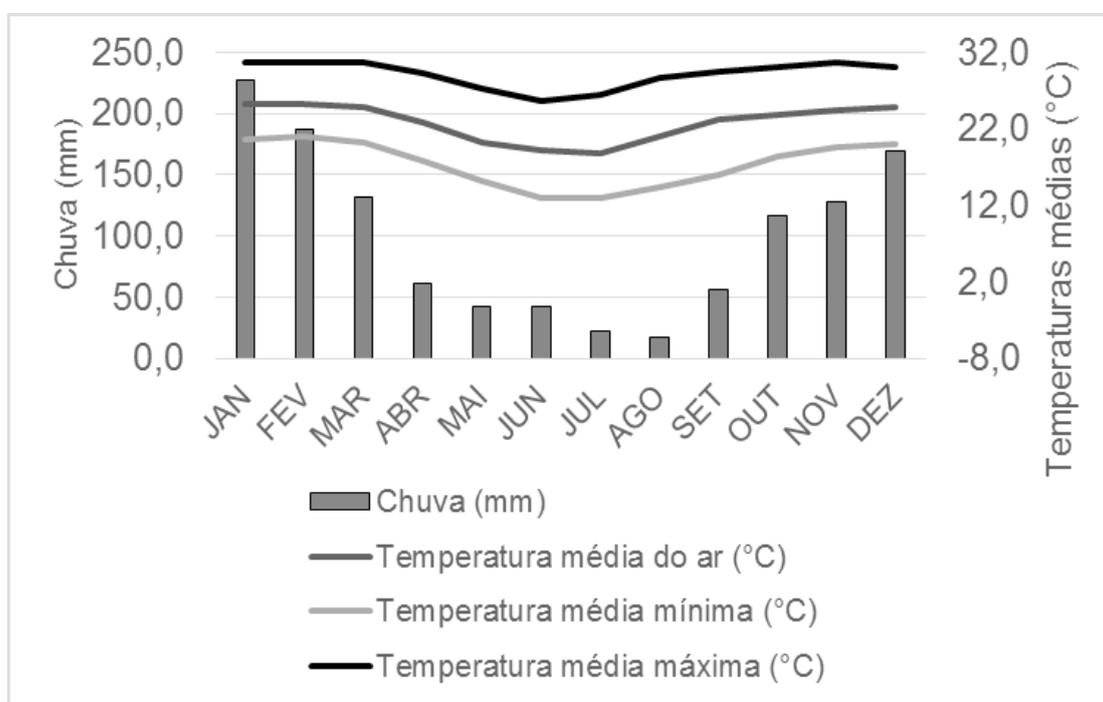
Análise e discussão dos resultados

Dinâmica térmica em Araçatuba representativa dos transectos móveis

Para compreender a dinâmica térmica representativa dos transectos móveis, é preciso identificar algumas características climáticas de Araçatuba, ainda pouco exploradas em pesquisas científicas. Pela localização latitudinal, o município está em área de clima tropical, apresentando um período quente e chuvoso de outubro a março, e um período oposto com temperaturas mais amenas e seco, de abril a setembro. As médias térmicas mensais são elevadas, e o inverno é curto, com pequenas quedas de temperatura pela atuação mais intensa do ar polar com o ingresso da Frente Polar Atlântica e o seu desdobramento, a Massa Polar Atlântica. A proximidade com o limite entre a região climática intertropical e a temperada, mas sem fazer fronteira, afasta o município da regularidade anual da precipitação. A inexistência de áreas com altitudes mais elevadas também explica a falta de variações térmicas e pluviométricas pontuais, tal qual se verifica em localidades serranas.

Segundo dados da normal climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), no período de 1961 a 1990, a temperatura média anual foi de 23,2° C, sendo a temperatura média mínima 17,4° C e a média máxima 29,1° C. A precipitação média alcançou 1.200,3 mm (Figura 4).

Figura 4 – Climograma de Araçatuba – dados médios mensais de 1961 a 1990



fonte: Inmet.
organização: As autoras.

Pelo climograma, observa-se a distribuição das chuvas em duas estações e um regime térmico com amplitude anual significativa, justificada pela continentalidade. Destaca-se que as elevadas temperaturas máximas contribuem para a significativa amplitude.

Nessas condições, partiu-se do pressuposto de que havendo o registro de ilha térmica, a mesma estaria causando desconforto, sobretudo no período de temperaturas elevadas, e que não teria o papel de amenizar as baixas temperaturas no inverno, por não ser esta estação rigorosa para o município. Assim, os resultados dos transectos indicaram que a ilha de calor ocorreu na área central, deslocando-se em alguns episódios para a direção norte-nordeste de Araçatuba em todas as estações climatológicas consideradas. O curso do Ribeirão Baguaçu no quadrante leste, principal manancial da cidade, contribuiu para os valores térmicos menores em parte dessa região. Pela hipsometria observada, há maior variação no percurso W-E, o que contribuiu para resultar em diferenças mais significativas do elemento temperatura no prolongamento do trajeto.

Essa maior variação associou-se às temperaturas mais reduzidas nos pontos iniciais e finais do percurso W-E, enquanto ao longo do percurso S-N os resultados não foram de igual modo impositivos. A célula de aquecimento mais intensa na primavera-verão dos períodos de 2011/2012 e 2012/2013 esteve 5,9° C mais elevada que a temperatura do entorno no momento da medição, enquanto no inverno de 2012 a diferença térmica mais significativa foi 4,8° C. Neste mesmo período sobressaiu a maior diferença térmica entre os quadrantes leste e oeste com o quadrante norte da malha urbana.

Durante o levantamento em todas as estações climatológicas identificou-se a atuação sinótica de sistemas polares, tropicais e frontais. A variação horária do sensor fixo foi de 0,3° C a 0,6° C, estando dentro do intervalo de precisão do equipamento. O Quadro 2 traz a precipitação e a distribuição mensal dos transectos nos períodos abrangidos pela análise.

Quadro 2 – Registro pluviométrico mensal (em milímetros) durante o período dos transectos móveis de temperatura

Mês	Janeiro	Junho	Julho	Novembro	Dezembro
2011	-	-	-	-	273
2012	328,7	317	6	136,5	217,5
2013	114	-	-	-	-
Média pluviométrica mensal	227,3	42,4	22,6	127,6	169,9
Número de transectos realizados	7	5	11	3	17

fonte (informação pessoal)¹: Ciiagro (2013).

¹ Informações fornecidas em fevereiro de 2012 e fevereiro de 2013 por Ivan Longhini, funcionário do Departamento de Água e Esgoto (Daea) e depois da Soluções Ambientais de Araçatuba (Samar), empresa que, em 2012, obteve a concessão dos serviços em Araçatuba.

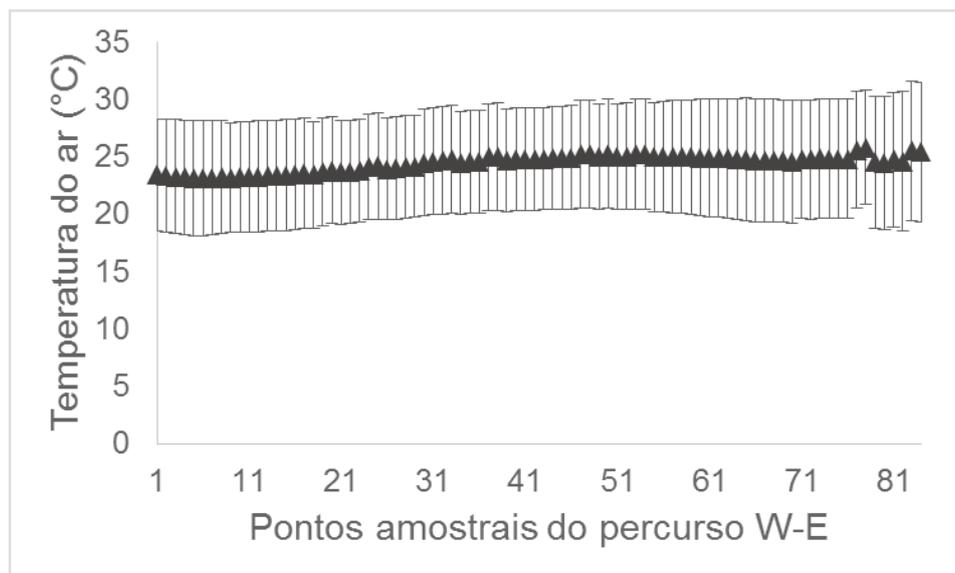
Observou-se que em 2011, no mês de dezembro registrou-se 103,1 mm a mais que a média do período. Em 2012, todos os meses do Quadro 2 tiveram precipitação superior que a da normal climatológica, o que não ocorreu em janeiro de 2013, com cerca de 113,3 mm a menos que a média. De acordo com a National Oceanic and Atmospheric Administration (Noaa), nos meses os quais ocorreram os transectos térmicos móveis, em dezembro de 2011 e janeiro de 2012 houve registro da fase negativa do El Niño-Oscilação Sul (Enos) na região do Niño 3.4, sendo que nos demais períodos, predominou a condição de estabilidade do Índice Oscilação Sul (IOS). Não há comprovação de que o evento La Niña influencie a estação chuvosa na região Noroeste do estado de São Paulo, na qual Araçatuba se localiza. Muitas anomalias de precipitação que ocorrem no Sudeste do Brasil não se relacionam à dinâmica da Temperatura da Superfície do Mar do Pacífico Equatorial, conforme destacaram Minuzzi et al. (2007), anteriormente apontado por Almeida (2002), que concluiu não haver um padrão de modificação das chuvas com a atuação do fenômeno. Provavelmente, os períodos mais ou menos chuvosos relacionam-se mais à dinâmica da circulação atmosférica regional e à variabilidade climática da área.

O uso de uma amostra de temperatura como a obtida pelos registros dos transectos móveis torna-se mais representativo quanto mais episódios forem realizados, demonstrando a sazonalidade da área. Neste caso também é de interesse que as condições meteorológicas no momento da coleta sejam variadas, não apresentando um único padrão para que os resultados da análise do indicador no sistema de QAU não sejam subestimados. A ilha de calor noturna não foi detectada todos os dias de medições, mas os dados contribuíram para a constatação de que a dinâmica térmica local tem potencial para um maior incremento de calor, e que se isso ocorrer, não há medidas preventivas postas em prática que aliviem a curto prazo os efeitos gerados.

O levantamento do uso da terra referente às áreas dos transectos indicou a existência de cinco parques industriais, sendo dois na Zona Norte, um na Zona Leste e na Zona Oeste e outro em área de transição entre as Zonas Norte e Oeste. Registrou-se a ocorrência predominante do uso misto e a existência de espaços livres de edificação e de áreas verdes nas partes mais afastadas dos percursos. Concluiu-se que o desenvolvimento das áreas reservadas às indústrias, não havendo o controle da emissão de poluentes atmosféricos e de efluentes tende a afetar a qualidade ambiental. A temperatura do ar e outros elementos climáticos também estarão sujeitos à maior variação anômala, principalmente se a cobertura vegetal arbórea e a vegetação urbana não receberem uma distribuição regular, e continuarem se concentrando nas paisagens mais desvalorizadas do município, não proporcionando a amenização térmica e higrométrica para as áreas.

Com relação aos pontos de registro de temperatura nos transectos, as Figuras 5 e 6 referem-se a cada percurso. No percurso WE, foram aproximadamente 84 pontos, sendo que os localizados no final do trajeto obtiveram a maior média térmica: 25,5° C e 25,4° C. Os desvios médios amostrais variaram de 4,4° C a 6,1° C, sendo que o valor máximo também foi obtido para os últimos pontos, demonstrando que houve variação desta dinâmica em alguns episódios (Figura 5).

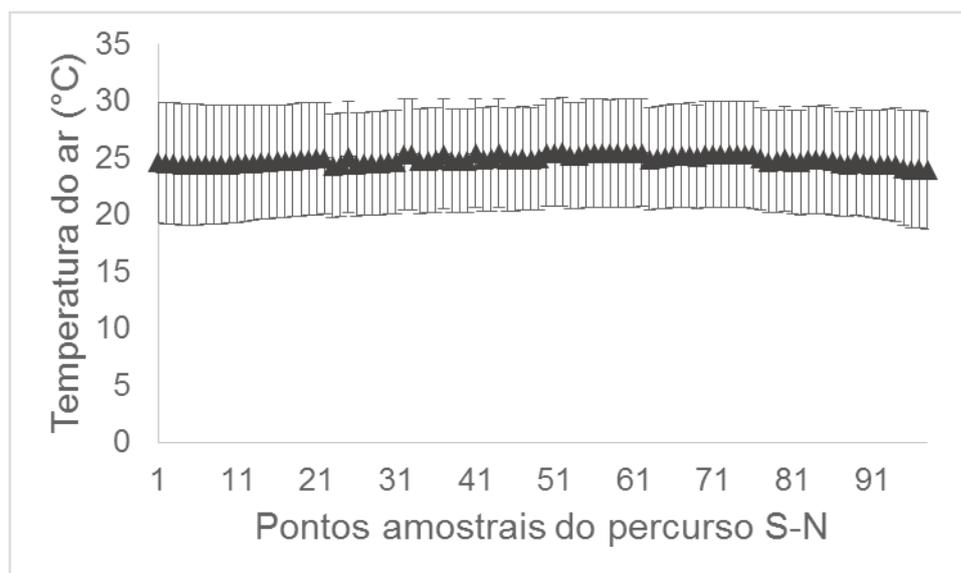
Figura 5 – Desvio padrão amostral dos pontos de temperatura do percurso W-E



fonte: As autoras.

Já o percurso S-N obteve médias de 23,9° C a 25,4° C em um total aproximado de 98 pontos de registro. O desvio padrão amostral variou de 4,5° C a 5,3° C, sendo que os valores máximos do desvio verificaram-se nos pontos iniciais e finais do trajeto (Figura 6). Os pontos iniciais e finais localizaram-se na área rural próxima, logo, concluiu-se que seu aquecimento é resultado além do armazenamento de calor pelos materiais de construção ou materiais naturais utilizados nestas áreas, pelo transporte de energia advindo da circulação atmosférica regional, de acordo com a variação dos sistemas atmosféricos atuantes. As áreas mais centrais também refletem esta dinâmica, e têm tendência para o registro de temperaturas mais elevadas pelo uso e ocupação intensificados, configuração da malha urbana que pode criar obstáculos naturais para a livre circulação do ar.

Figura 6 – Desvio padrão amostral dos pontos de temperatura do percurso S-N



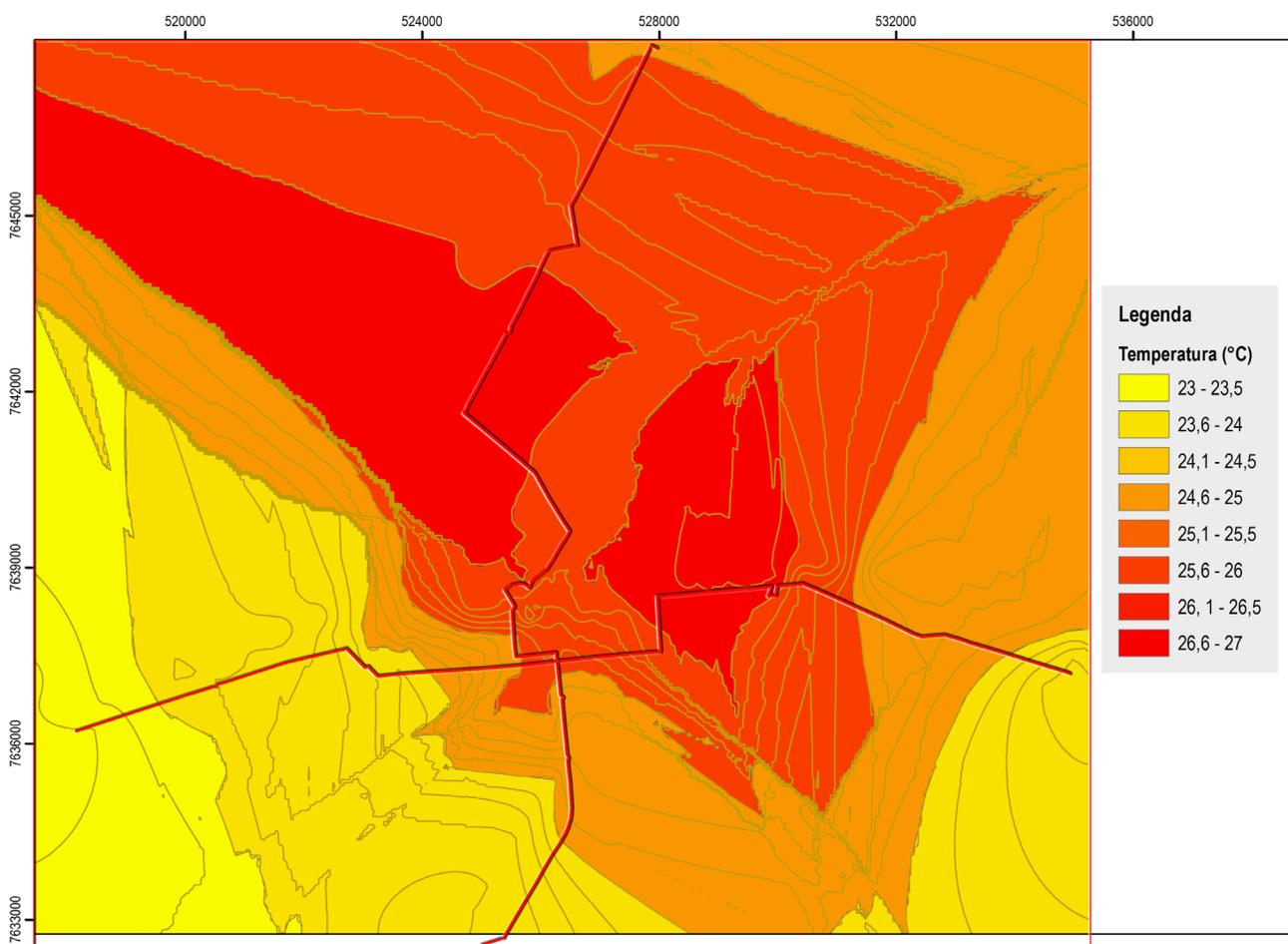
fonte: As autoras.

Temperatura do ar no sistema de indicadores de QAU

A carta síntese de qualidade ambiental compôs-se da junção das informações referentes ao sistema de indicadores, considerando a incidência negativa dos mesmos para a qualidade ambiental.

Após a interpolação dos dados médios dos transectos móveis obteve-se a Figura 7 em consonância com os resultados da análise do campo térmico de Araçatuba, que indicou a formação da ilha de calor na região do centro da cidade em direção ao quadrante norte e nordeste, demonstrando a suscetibilidade de uma área que tem parques industriais instalados e em estágio de implantação.

Figura 7 – Dados da temperatura do ar medida por transectos móveis



fonte: As autoras.

Notou-se a importante associação da cobertura vegetal arbórea com a ilha de calor. Os resultados da estimativa deste elemento indicaram o predomínio dos intervalos “menor que 5%” e “entre 5 a 10%”, reforçando a ideia de que o desconforto térmico advindo das temperaturas elevadas e umidade relativa em queda pode se agravar. Segundo a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do município, a área arborizada corresponde a 11,5%, percentual abaixo do mínimo recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU), que é de 30%.

O baixo estímulo à arborização urbana significa que outros benefícios também serão suprimidos a longo prazo, tais como o sombreamento, a ação de limpeza sobre a poluição do ar exercida pela massa vegetal, a liberação de umidade, a canalização ou o barramento dos ventos, a moderação térmica de algumas espécies influenciada pela maior absorção de radiação de inverno e atenuação dos ruídos em função do trajeto das ondas acústicas (Higueras, 2006, p. 83-85).

Por todas as funcionalidades ecológicas, a arborização deve ser matéria de incentivo dentro dos projetos arquitetônicos e urbanísticos, ultrapassando a importância paisagística do elemento. Nucci e Cavalheiro (1999) ressaltaram a dificuldade na quantificação desse tipo de vegetação, afirmando que se houvesse mais exatidão nos critérios de estimativa, a legislação em defesa da qualidade de vida e ambiental poderia ser mais eficiente.

No caso de Araçatuba, a qualidade do meio ambiente urbano e rural é citada na Lei Complementar n. 168/2006 (Araçatuba, 2006), também conhecida como Plano Diretor do município. Não se trata e nem deve ser legislação específica sobre o tema Higueras em debate, pois a matéria central está voltada ao planejamento e ao ordenamento territorial. No entanto, a abordagem genérica utilizada na letra da lei simplifica a qualidade de vida e a qualidade ambiental como funções que os proprietários do imóvel urbano e rural devem cumprir; como objetivos da política urbana sem qualquer menção à sua abrangência, podendo ser tão amplas quanto reduzidas. São também tratadas como diretrizes da gestão da mobilidade urbana, de modo que, aliadas ao planejamento, promova-se a qualidade de vida do munícipe em seu espaço de ocupação. Como abordaram Mazetto (2000) e Kamp, Leidelmeijer e Hollander (2003), o tema é ainda generalizado, e a falta de um consenso é agravada quando tratado por instituições não acadêmicas.

Não é possível haver eficácia da legislação que não define um conceito jurídico daquilo que menciona em seus capítulos. Isso significa que o Plano Diretor foi eficiente ao enumerar aspectos importantes para o ordenamento da área urbana e rural, mas os conteúdos não encerram dúvidas sobre sua dimensão e aplicação, e muito menos sobre critérios de estimativa. Inviabiliza ainda a formação de um parâmetro de similaridade entre a interpretação que a Geografia e outras áreas fazem sobre qualidade de vida e qualidade ambiental.

A temperatura do ar ou a referência ao clima por meio de outro elemento, inexistem nesta importante legislação e qualquer outra, a nível deste município. Conclui-se também, da perspectiva de inclusão de assuntos estratégicos nos documentos públicos, que o legislador na maioria das vezes não tem afinidade com questões que importam ao munícipe, além daquelas amplamente reconhecidas por seu aspecto social.

A falta de aprofundamento teórico suficiente para suscitar discussões mais amplas do que é abrangido pela legislação pública, resulta também na impossibilidade de se aplicar a categoria paisagem, sob o enfoque do Planejamento da Paisagem. No entanto, na prática o tratamento pode se viabilizar, mas sem a garantia de instrumentos jurídicos aptos para cercear seu direcionamento.

Embora haja despreparo na governança ambiental pública, a carta síntese da qualidade ambiental de Araçatuba indicou quatro sobreposições de aspectos negativos das variáveis utilizadas. Outra carta final foi gerada utilizando-se uma letra para cada indicador, no intuito de identificar as combinações ocorridas. Pelo número excessivo de categorias formadas por cada junção, esta representação é melhor explicada pelo Quadro 3.

A partir dos 7 indicadores negativos utilizados, contabilizou-se a sobreposição máxima de 4, totalizando 32 combinações diferentes entre os elementos. Observa-se que a temperatura do ar se combinou com os aspectos negativos de todos os demais indicadores utilizados, destacando-se a baixa cobertura vegetal arbórea, as áreas de risco de enchentes, as áreas com grande número populacional e a alta densidade de edificação.

Quadro 3 – Síntese dos resultados das sobreposições da carta síntese de qualidade ambiental e combinações dos indicadores com a temperatura do ar

sobreposição indicadores	2 indicadores	3 indicadores	4 indicadores
Áreas verdes com baixa cobertura vegetal	1 combinação com a temperatura do ar	---	1 combinação com a temperatura do ar
Fontes potencialmente poluentes	1 combinação com a temperatura do ar	1 combinação com a temperatura do ar	1 combinação com a temperatura do ar
Alta densidade de edificação	1 combinação com a temperatura do ar	2 combinações com a temperatura do ar	---
Áreas de risco de enchentes	1 combinação com a temperatura do ar	2 combinações com a temperatura do ar	1 combinação com a temperatura do ar
Baixa cobertura vegetal arbórea	1 combinação com a temperatura do ar	4 combinações com a temperatura do ar	3 combinações com a temperatura do ar
Áreas com grande número populacional	1 combinação com a temperatura do ar	2 combinações com a temperatura do ar	2 combinações com a temperatura do ar
total de combinações, considerando todos os indicadores	16	12	4

fonte: As autoras.

Os resultados desta síntese demonstraram que a urbanização ocorrida em Araçatuba é responsável pela influência na queda de qualidade ambiental, uma vez que o sistema de indicadores tem incidência negativa, conforme o planejamento se tornou insuficiente mediante o crescimento populacional. Este último pode ser considerado requisito para a queda de qualidade de vida e qualidade ambiental, principalmente a partir do século XVIII, momento em que a infraestrutura não acompanhou no mesmo ritmo a modernização da sociedade.

Desde o Censo Demográfico de 1970 ao de 2010 houve o incremento de mais de 70.000 habitantes no município de Araçatuba, com grande decréscimo da população rural e triplicação do número de domicílios. Apesar da importância da economia agropecuária, a mecanização do processo produtivo aumentou a demanda por trabalho na cidade, e o setor de serviços foi ampliado.

Aspectos como a diversidade econômica, as modificações ocorridas na monocultura do café para a da cana de açúcar e o êxodo rural trouxeram impactos socioambientais de naturezas diversas, como aumento da poluição do ar, a necessidade do rearranjo da infraestrutura ur-

ba na no que se refere às condições de habitação, manutenção do solo, do relevo e dos recursos hídricos. A concentração de pessoas na malha urbana, com área inúmeras vezes menor que a do espaço rural, tende a gerar desconfortos, ressaltando-se que a temperatura do ar é elemento pouco ou tendenciosamente tratado na maior parte da legislação urbanística, resultando em baixa participação da gestão pública na compreensão do clima urbano.

Machado (1997, p. 18) ressaltou a variação nos padrões de qualidade ambiental entre a cidade e o campo, entre cidades de diferentes países e até mesmo entre áreas de uma mesma cidade. “[...] a qualidade do meio ambiente depende de processos nacionais, em nível urbano e rural e de políticas adotadas em todas as esferas: federal, estadual ou municipal, pública ou privada”.

Apesar da relevância dos estudos climáticos na escala meso e micro, o conhecimento da paisagem urbana é condicionado por questões de ordem cultural, econômica e estrutural. A aptidão ao conhecimento climático é, por vezes, limitada à observação sensível do tempo em detrimento do redimensionamento geográfico de sua importância.

Classificação das unidades paisagísticas e o planejamento

O estudo de qualidade ambiental quando evocado por indicadores de grande articulação, possibilita a caracterização ambiental da paisagem, incluindo a proposição de áreas para esta unidade de planejamento. Pelo sistema de indicadores aplicado em Araçatuba foi possível delimitar cinco unidades paisagísticas, tendo como escopo a interação entre a sociedade e a natureza, conforme proposta conceitual de Monteiro (2000), que enfatiza o dinamismo necessário para o uso da mesma.

Sob a perspectiva do Planejamento da Paisagem, definiu-se “Área do manancial” os limites em que a extensão da malha urbana avançou sobre o Ribeirão Baguaçu, prolongando-se pelos conjuntos habitacionais da Zona Leste. A existência de lotes vazios nesta região justifica a preocupação em manter ou melhorar ainda mais as suas condições físicas. A “Área de transição” correspondeu à região Nordeste da cidade, que obteve as temperaturas dos transectos comumente mais elevadas. Sua designação deveu-se, sobretudo, à caracterização como área de transição de paisagens, de temperatura e de umidade relativa do ar.

A “Ocupação intensificada” constituiu-se pela área central e seu entorno, com potencial de redução de qualidade ambiental. A “Ocupação industrial” abrangeu a Zona Norte de Araçatuba, cujo desenvolvimento urbano ocorreu em virtude da indústria. Antes que se efetive a instalação dos distritos industriais, necessita-se de mais espaços vegetados. Na mesma condição, a unidade paisagística “Interesse econômico” também demanda visibilidade pelos gestores do Poder Público e da população, num esforço conjunto para que o seu processo de degradação em virtude da ocupação existente e daquela projetada não alcance dimensão alarmante. Trata-se de área de expansão da malha urbana.

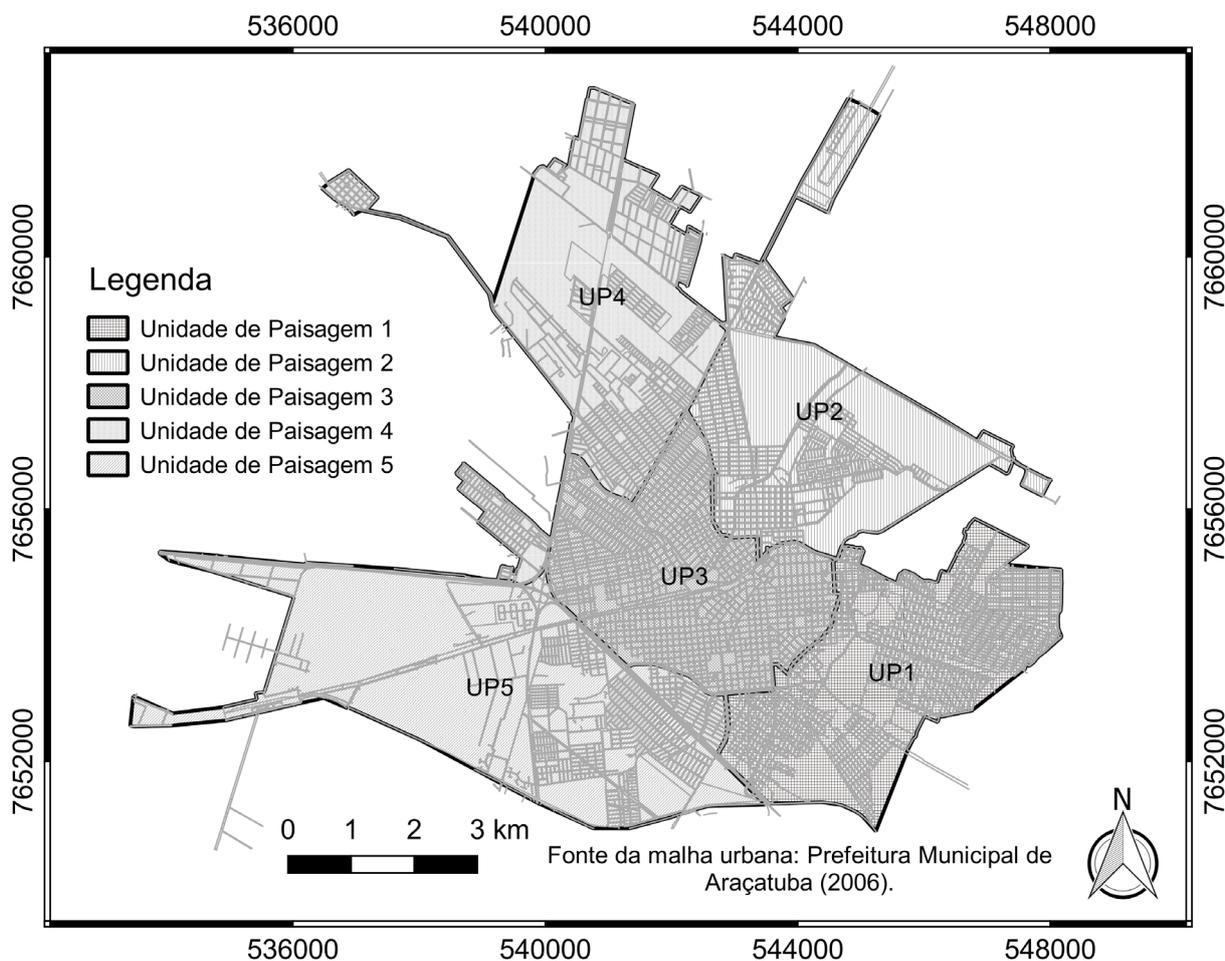
O Quadro 4 sintetiza a proposição apresentada, bem como a Figura 8. Considerou-se, conforme Stewart e Oke (2009), que a continuidade espacial entre a área urbana e a rural, apesar da mudança na ocupação e na densidade dos fluxos de circulação, não foi suficiente para separar suas fronteiras territoriais, e conseqüentemente, usar as tradicionais denominações que as distinguem.

Quadro 4 – Unidades paisagísticas para Araçatuba

unidade paisagística	descrição
1. Área do manancial	a) Área do manancial Baguaçu; b) Demanda por espaços livres e de cobertura vegetal arbórea; c) Densidade média a alta de concentração de pessoas; d) Temperatura do ar amena e umidade relativa alta
2. Área de transição	a) Presença de cobertura vegetal arbórea; b) Densidade média de pessoas; c) Temperaturas mais elevadas; d) Grau médio de edificação
3. Ocupação intensificada	a) Grande impermeabilização; b) Intensa edificação; c) Grande incidência das fontes potenciais de poluição; d) Área de desconforto térmico
4. Ocupação industrial	a) Vegetação escassa; b) Descontinuidade ocupacional e menor densidade populacional; c) Áreas de Preservação Permanente (APP) ocupadas; d) Tendência a temperaturas mais elevadas e baixos valores de umidade
5. Interesse econômico	a) Fragmentação espacial; b) Temperaturas mais amenas; c) Potencial para expansão econômica; d) Demanda por mais espaços livres e de vegetação

fonte: As autoras.

Figura 8 – Classificação de unidades paisagísticas para Araçatuba



fonte: As autoras.

MINAKI, C.; AMORIM, M. C. C. T.

Considerações finais

A temperatura do ar deve ser interpretada como muito mais do que a informação meteorológica de uma determinada parte da atmosfera, pois se considerou a cidade como produtora de modificações, tais como as resultantes de espaços mais aquecidos que influenciam a dinâmica local e são influenciados por ela. Logo, a sociedade, que é a grande construtora de suas paisagens, contribui para a configuração de situações atípicas, gerando prejuízos que podem inclusive afetar a saúde.

Entre as conclusões obtidas está a importância desse elemento climático como variável do sistema de indicadores, demonstrando mesmo em episódios sem a formação da ilha de calor urbana a associação com outros elementos insuficientes para a área. Verificou-se, portanto, que a urbanização de Araçatuba é responsável por influenciar a queda de qualidade ambiental, e que, no decorrer do seu desenvolvimento, se não aplicadas medidas governamentais mais contenciosas, pode ocorrer um agravamento dessa situação.

Em síntese, o crescimento populacional verificado no município, desdobrado na expansão urbana desordenada, aliou-se à carência de efetivação do planejamento e resultou na perda do seu potencial de uso e ecológico. Isso significa que, ao não se aplicar um modelo como o do Planejamento da Paisagem, a legislação omissa torna-se cada vez mais recorrente, portanto, aceitável, e os critérios de classificação das diferentes áreas tendem a reforçar o distanciamento que os elementos da natureza têm na visão do planejador, limitando-se somente à fase prévia da ocupação e não se concretizando em outras etapas do desenvolvimento.

Referências

- ALMEIDA, H. A. Relação entre o fenômeno El Niño-Oscilação Sul e a ocorrência de chuvas no sudeste da Bahia. **Boletim Geotécnico n. 183**, Ilhéus-BA: Ceplac/Cepec, 2002.
- ALVA, E. N. **Metrópoles (in)sustentáveis**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; SANT'ANNA NETO, J. L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins online**, n. 7, p. 1-16, 2009a. Disponível em: <http://confins.revues.org/6070>. Acesso em: 30 abr. 2011.
- AMORIM, M. C. C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; DUBREUIL, V. Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 em cidade tropical. **Revista de Geografía Norte Grande**, Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, n. 43, p. 65-80, 2009b.
- AMORIM, M. C. C. T.; UGEDA JÚNIOR, J. C. Os climas das cidades e as relações sociedade/natureza. **Anpege**, v. 12, n. 19, p. 252-278, 2016. Disponível em: <http://www.anpege.org.br/revista/ojs-2.4.6/index.php/anpege08/article/view/252>. Acesso em: 5 set. 2017.
- ARAÇATUBA. Lei Complementar n. 168, de 6 de outubro de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Araçatuba. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-aracatuba-sp>. Acesso em: 4 jul. 2018.

- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciência da Terra**, São Paulo: IG/USP, n. 13, p. 141-152, 1972.
- BUCCHERI FILHO, A. T. **O planejamento dos espaços de uso público, livres de edificação e com vegetação (EUPLEVs) no município de Curitiba-PR**: planejamento sistemático ou planejamento baseado em modelo oportunista? Tese (Doutorado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24093/TESE%20Alexandre%20Theobaldo%20Buccheri%20Filho.pdf;jsessionid=9347115C3B87BFB7EE4852F010227AD9?sequence=1>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- CANTAT, O. L'îlot de chaleur urbain parisien selon les types de temps. **Norois online**, Rennes, n. 191, p. 75-102, 2004. Disponível em: <http://norois.revues.org/1373>. Acesso em: 2 mar. 2013.
- CARRERAS, C.; MARÍN, M.; VIDE, J. M.; MORENO, M. C.; SABÍ, J. Modificaciones térmicas en las ciudades: avance sobre la isla de calor em Barcelona. **Document's D'anàlisi Geogràfica**, n. 17, p. 51-77, 1990.
- CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade do Ar – 2011, 2012, 2013**. Disponível em: <http://ar.cetesb.sp.gov.br/qualar/>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- CIIAGRO. CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS. **Séries agrometeorológicas**, 2013. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciagroonline/>. Acesso em: 11 jun. 2018.
- CORDEIRO, R. C. A.; MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C.; SANTANA, M. J. A. Qualidade ambiental urbana de Salvador: uma avaliação por meio de pesquisa de opinião. **Revista VeraCidade**, Salvador, n. 5, p. 1-15, dez. 2006. Disponível em: <http://www.veracidade.salvador.ba.gov.br/conteudo/artigos/artigo01/artigo1.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2007.
- CPTEC-INPE. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Acervo de imagens Goes – 2011, 2012, 2013a**. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic?i=br>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- _____. **Análise sinótica – 2011, 2012, 2013b**. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/128276>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- GARCÍA, F. F.; ÁLVAREZ, F. A.; MUÑOZ, J. A.; ÁLVAREZ, D. R.; MARTILLI, A. **Estudio de detalle del clima urbano de Madrid**. Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Geografía, 2016. Disponível em: <http://www.madrid.es/Unidades-Descentralizadas/Sostenibilidad/EspEInf/Energia/CC/04CambioClimatico/4cEstuClimaUrb/Ficheros/EstuClimaUrbaMadWeb2016.pdf>. Acesso em: 5 set. 2017.
- GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Trad. Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

- GOOGLE EARTH. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>. Acesso em: 23 mar. 2013.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: GG, 2006.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados populacionais**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sp/aracatuba/panorama>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- KAMP, I.; LEIDELMEIJER, G. M.; HOLLANDER, A. Urban environmental quality and human well-being: towards a conceptual framework and demarcation of concepts; a literature study. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 65, n. 1-2, p. 5-18, 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204602002323>. Acesso em: 12 abr. 2012.
- LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos. **Geomatemática**, Texto Didático 6, DGA-IGCE-Unesp-Rio Claro, 2002. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>. Acesso em: 5 set. 2017.
- MACHADO, L. M. C. P. Qualidade ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. In: MAIA, N. B.; LESJAK, H. (Coord.). **Indicadores ambientais**. Sorocaba: [s.e.], 1997. p. 15-21.
- MARTINELLI, P. **Qualidade ambiental urbana em cidades médias**: proposta de modelo de avaliação para o estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- MAZETTO, F. A. P. Qualidade de vida, qualidade ambiental e meio ambiente urbano: breve comparação de conceitos. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 12, n. 24, p. 21-31, 2000. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/28533>. Acesso em: 8 jul. 2017.
- MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J. M. N.; VIANELLO, R. L. Influência da La Niña na estação chuvosa da região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 345-353, dez. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-778620070003000008&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 29 jul. 2017.
- MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.
- _____. (Coord.). **Qualidade ambiental na Bahia**: Recôncavo e regiões limítrofes. Salvador: CEI, 1987.

- _____. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG-USP, 1976. (Série Teses e Monografias, 25.)
- NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. **Cold and Warm Episodes by Season**. Disponível em: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml. Acesso em: 1 ago. 2017.
- NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento**: um estudo de Planejamento da Paisagem do distrito de Santa Cecília (MSP). 2. ed. Curitiba: Edição do Eutor, 2008.
- _____. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 77-99, jan./jul. 2007. Disponível em: <http://www.ser.ufpr.br/geografar>. Acesso em: 22 jan. 2010.
- NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. **Cobertura vegetal em áreas urbanas**: conceito e método. **Geosp – Espaço e Tempo**, n. 6, p. 29-36, 1999.
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2. ed. London: Routledge, 1987.
- _____. City size and the urban heat island. **Atmospheric Environment Pergamon Press**, Great Britain, v. 7, p. 769-779, 1973. Disponível em: <http://www.theurbanclimatologist.com/uploads/4/4/2/5/44250401/post6oke1973uhiscaling.pdf>. Acesso em: 5 set. 2017.
- OKE, T. R.; MAXWELL, G. B. Urban Heat Island dynamics in Montreal and Vancouver. **Atmospheric Environment**, v. 9, p. 191-200, 1975.
- ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Disponível em: www.un.org. Acesso em: 24 jul. 2017.
- STEWART, I.; OKE, T. Classifying urban climate field sites by “local climate zones”: the case of Nagano, Japan. **The Seventh International Conference on Urbane Climate**, Yokohama, p. 1-5, 2009.
- TEIXEIRA, D. C. F. **O clima urbano de Rancharia-SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente-SP. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/132057>. Acesso em: 5 set. 2017.
- UGEDA JÚNIOR, J. C. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP**. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.
- YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística**: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.