



## PERFIL TÉRMICO NOTURNO DE CIDADE PEQUENA DO AMBIENTE TROPICAL EM EPISÓDIOS DE INVERNO

## NOCTURNAL THERMAL PROFILE OF A SMALL MUNICIPALITY OF THE TROPICAL ENVIRONMENT IN WINTER EPISODES

**Danielle Cardozo Frasca Teixeira**  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Universidade Estadual Paulista - UNESP  
São Paulo, SP, Brasil  
e-mail: [danielle.frasca@hotmail.com](mailto:danielle.frasca@hotmail.com)

**Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim**  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Universidade Estadual Paulista - UNESP  
São Paulo, SP, Brasil  
e-mail: [mccta@fct.unesp.br](mailto:mccta@fct.unesp.br)

Recebido em: 28/07/2015

Aceito em: 21/03/2016

### Resumo

Este artigo analisa o perfil térmico noturno de Rancharia, cidade de pequeno porte localizada no oeste do estado de São Paulo. O Sistema Clima Urbano foi o embasamento teórico-metodológico norteador da pesquisa, com ênfase no subsistema termodinâmico. Dentre outros produtos, este subsistema busca diagnosticar as ilhas de calor urbanas. A aquisição dos registros de temperatura ocorreu por meio da realização de transectos móveis (medidas itinerantes) e pontos fixos coletados simultaneamente em cinco episódios de inverno às 21 horas. O tratamento dos dados foi direcionado à elaboração de cartas de isotermas e de perfis longitudinais ilustrados, contendo as feições predominantes nos trajetos, permitindo uma análise integrada da distribuição da temperatura do ar nas vias de fluxo livre. Foram diagnosticadas ilhas de calor atmosféricas de moderada magnitude, com intensidade entre 3°C e 3,8°C, em condições de estabilidade atmosférica com céu claro e ventos fracos. As ilhas de calor foram detectadas em feições urbanas densamente construídas, enquanto que as ilhas de frescor se posicionaram em áreas de menor densidade construtiva, de transição do ambiente urbano-rural e no rural

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - Processo: 2013/02081-8.

circunvizinho. Esta pesquisa demonstrou que mesmo sendo uma cidade de pequeno porte, Rancharia apresenta especificidades do ponto de vista da distribuição das temperaturas no intraurbano em relação ao rural próximo, que deve ser considerada na gestão e no planejamento do espaço urbano.

**Palavras-chave:** Clima urbano; Ilha de Calor Urbana; inverno; Rancharia/SP.

### **Abstract**

This article analyzes the nocturnal thermal profile of Rancharia, a small municipality located in the western state of São Paulo. The Urban Climate System was the theoretical and methodological basis to guide the research, with an emphasis on the thermodynamic subsystem. Among other products, this subsystem seeks to diagnose urban heat islands. The acquisition of temperature records was carried out by performing mobile transects (itinerant measures) and fixed points collected simultaneously in five winter episodes at 9 pm. Data analysis was forwarded to the preparation of charts with isotherms and illustrated longitudinal profiles, containing the predominant features in the paths, allowing an integrated analysis of the air temperature distribution in free flow paths. Atmospheric heat islands of moderate magnitude were diagnosed with intensity between 3°C and 3.8°C in atmospheric stability conditions provided by clear skies and light winds. Heat islands were detected in densely built urban features, while cool islands were located in areas of lower building density, in a transition from the urban-rural environment and the surrounding rural environment. This research demonstrated that, despite being a small municipality, Rancharia presents specificities from the standpoint of the distribution of temperatures in the intra-urban area compared to the neighboring rural area, which should be considered in the management and planning of the urban space.

**Keywords:** Urban climate; Urban Heat Island; Winter; Rancharia/SP.

## **1. INTRODUÇÃO**

As ilhas de calor atmosféricas são resultantes das modificações no uso da terra que ocorrem na estruturação das superfícies urbanas associadas às características do relevo.

Na perspectiva sistêmica, o clima urbano é entendido como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO, 1976, p. 95) e não existe uma delimitação rígida para a existência do clima específico de uma localidade.

Fenômeno associado ao clima urbano, “o aparecimento da ilha de calor altera a qualidade ambiental trazendo sérios problemas ao bem-estar da população” (NUCCI, 2008, p. 15). Portanto, a geração das ilhas de calor pode afetar a saúde e a vida dos cidadãos, sendo um indicador importante da qualidade do ambiente.

A ilha de calor é um produto do subsistema termodinâmico, dentro da proposta teórica Sistema Clima Urbano (MONTEIRO, 1976, p.100), principal referência para o presente trabalho. O S.C.U (Sistema Clima Urbano) está organizado em subsistemas e se voltam para a percepção humana. Os elementos termodinâmicos são percebidos através das variáveis térmicas e higrométricas que se relacionam ao conforto térmico, filtro perceptivo que interfere no desempenho humano:

Conforto Térmico (Subsistema Termodinâmico): Englobando as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a esta noção. É um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente. Constitui, seja na climatologia médica, seja na tecnologia habitacional, assunto de investigação de importância crescente. (MONTEIRO, 1976, p. 100)

De acordo com Amorim et al. (2009, p. 3), a ilha de calor urbana é assim definida:

Caracterizada por uma cúpula de ar quente que cobre a cidade, a ilha de calor urbana (ICU) é a manifestação do aumento das temperaturas causado por características físicas (alta densidade de construções, concentração de materiais construtivos de grande potencial energético de emissividade e reflectância) e as atividades urbanas.

O efeito da ilha de calor potencializa a poluição do ar, especialmente nas grandes aglomerações urbanas, relacionando-se com o uso e a ocupação da terra urbana e com a verticalização da cidade.

No caso das cidades de pequeno porte do ambiente tropical, que não contam com fontes poluidoras potenciais e com verticalizações excessivas, a geração das ilhas de calor deriva das alterações da superfície e do adensamento urbano com efeitos relacionados ao desconforto térmico e

higrométrico, causados pelo aumento da temperatura e diminuição da umidade do ar.

Gartland (2010, p. 11) comenta sobre os efeitos e consequências da ilha de calor urbana (ICU):

Ilhas de calor não causam apenas pequenos desconfortos adicionais; suas temperaturas mais elevadas, a falta de sombra e seu papel no aumento da poluição do ar tem sérios efeitos sobre a mortalidade e saúde da população. Elas desperdiçam dinheiro ao aumentar a demanda de energia, ao despendem maiores esforços para construção e manutenção de infraestruturas [...]

No que se refere à saúde, o estresse térmico ocorre principalmente em climas quentes cujos resultados refletem em “cãibras, desmaios, exaustão, insolação pelo calor e morte” (GARTLAND, op. cit., p. 179).

O desconforto térmico comum nos ambientes tropicais é agravado pelas ilhas de calor e desencadeia problemas graves de saúde, especialmente em grupos mais vulneráveis como os idosos, as crianças, as grávidas e os portadores de doenças crônicas. Além do desconforto térmico, a questão da qualidade do ar e os efeitos da poluição, do material particulado, as doenças respiratórias, as alergias sazonais são problemas recorrentes no ambiente tropical (AMORIM, 2010, p. 74). Estes problemas se manifestam também em menores aglomerações urbanas associadas ou não à atividade industrial.

Com referência à intensidade e a magnitude da ilha de calor, Fernandez García (1996, p. 264, tradução nossa) que considera a comparação entre registros realizados nos ambientes rurais e urbanos, classifica a magnitude da ilha de calor em:

- a) **Fraca**, quando as diferenças variam entre 0°C e 2°C.
- b) **Moderada**, entre 2°C e 4°C.
- c) **Fortes**, entre 4°C e 6°C.
- d) **Muito fortes**, quando as diferenças são superiores a 6°C.

Para se chegar às magnitudes e intensidades das ilhas de calor, o monitoramento deste fenômeno pode ser realizado por meio das medidas de temperaturas do ar registradas em pontos fixos e também pelos transectos móveis.

Por meio desses procedimentos, estudos apontam que mesmo em cidades de pequeno porte têm sido diagnosticadas alterações importantes na superfície que condicionam a temperatura e comprovam a existência do clima específico das localidades (ARNFIELD, 2003; AMORIM, 2005; 2010).

Neste sentido, este artigo tem como objetivo analisar a distribuição espacial da ilha de calor urbana a partir de dados da temperatura do ar obtidos a partir de pontos fixos distribuídos pelo perímetro urbano e também por medidas móveis, relacionando os gradientes térmicos à variação das feições urbanas em Rancharia (SP).

### 1.1 Caracterização da área de estudo

Rancharia é uma cidade de pequeno porte localizada no oeste paulista a  $22^{\circ} 13' 23''$  de Latitude sul e  $50^{\circ} 53' 35''$  de Longitude oeste, distante 520 km da capital do Estado, São Paulo (Figura 1). Segundo censo do IBGE<sup>1</sup>, em 2010 a cidade contava com 28.804 habitantes sendo que destes, 2.976 eram residentes na zona rural, enquanto que 25.828 residiam na área urbana.

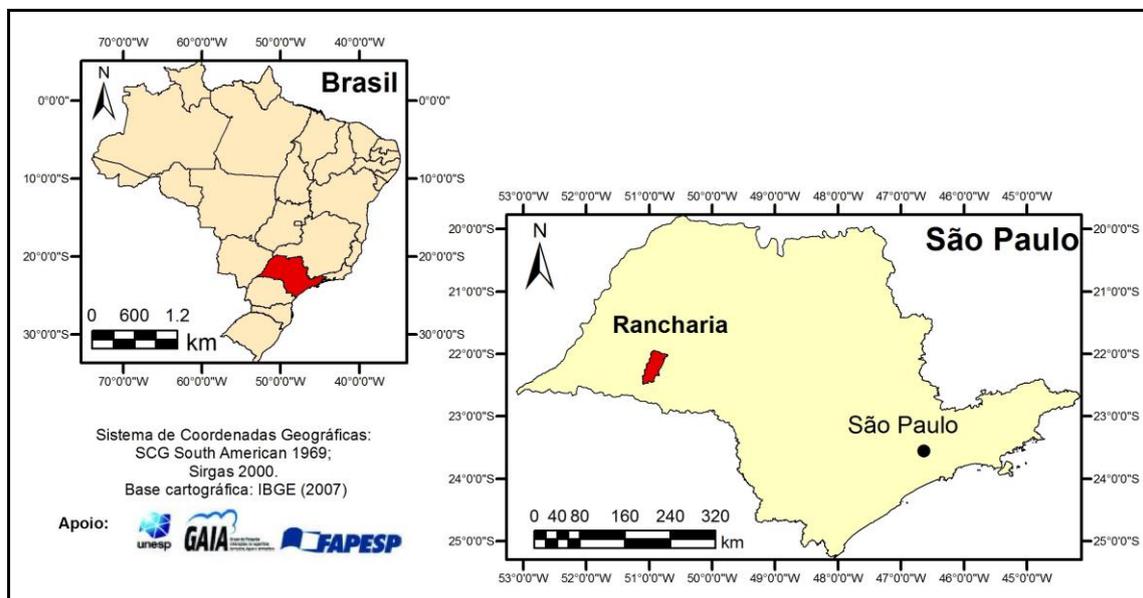


Figura 1: Mapa de localização de Rancharia (SP). Elaboração: das autoras.

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 14 mar. 2014.

As atividades econômicas praticadas no município são a policultura e as indústrias de transformação com destaque para a de metal e madeira, a têxtil, a de extração de óleos vegetais, laticínios e os estabelecimentos frigoríficos. A atividade comercial e a prestação de serviços participam com menor destaque na economia.

Assim como outras cidades do interior paulista, teve sua formação em função da implantação da Estrada de Ferro Sorocabana, o que ocorreu no ano de 1916. A partir deste empreendimento, o cultivo de café foi amplamente realizado na região de Presidente Prudente, produto que garantiu a formação de diversas cidades da região. Após a década de 1930, a crise do café influenciou na substituição desta lavoura pela de algodão, atraindo diversas empresas estrangeiras de beneficiamento de fibras e que realizavam o comércio e o financiamento agrícola dos pequenos produtores da região.

Segundo informações contidas no Plano Regional de Desenvolvimento Rural Sustentável<sup>2</sup> da Cati (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral), no auge da fase do algodão, entre as décadas de 1930 e 1940, Rancharia foi eleita a “capital do algodão”, e a região somava cerca de 30 empresas agroindustriais de beneficiamento de óleos e fibras. A cotonicultura teve declínio com o surgimento da fibra sintética e o amendoim passou a ser o produto cultivado objetivando a produção de óleos comestíveis. Em 1950, as lavouras apresentaram baixo rendimento em virtude do esgotamento dos solos; por conta disso, as empresas de beneficiamento foram desativadas e a instalação dos estabelecimentos frigoríficos impulsionou a substituição das lavouras pelas pastagens. Nas últimas décadas, a cana-de-açúcar ganhou destaque no Estado de São Paulo e na região do oeste paulista devido à instalação das usinas de etanol e açúcar. Sendo assim, no rural próximo do perímetro urbano de Rancharia predominam a cultura da cana-de-açúcar e as pastagens.

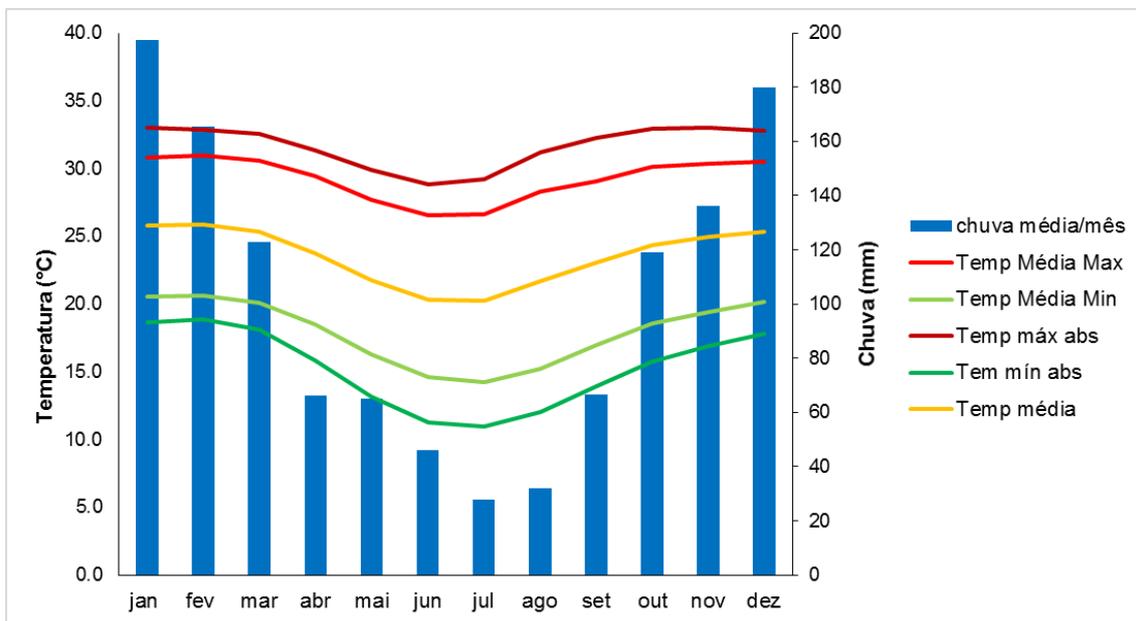
---

<sup>2</sup> Disponível em: < <http://www.cati.sp.gov.br/new/index.php> > Acesso em: 23 fev. 2015.

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T.  
**PERFIL TÉRMICO NOTURNO DE CIDADE PEQUENA DO AMBIENTE TROPICAL EM EPISÓDIOS DE  
INVERNO**

Inserido no contexto climático da região sudeste do Brasil em “[...] faixa de transição que ocorre o confronto entre os climas controlados pelos sistemas tropicais e pelos extratropicais (polares), além dos fenômenos frontológicos” (SANT’ANNA NETO, 2000, p. 96), Rancharia está em área de clima tropical, caracterizado pela forte oposição entre as estações do verão e do inverno (Gráfico 1), que implicam no desconforto térmico nestas duas estações. No inverno há estiagem, período em que os solos ficam expostos, pois as pastagens secam, como também ocorre a colheita da cana-de-açúcar.

Gráfico 1: Climograma de Rancharia (SP) do período de 1961 a 2003



Fonte dos dados: Agritempo. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/>> Acesso em: 25 jun. 2013. Organização: das autoras.

Na área urbana, as características climáticas locais estão condicionadas pelos sistemas atmosféricos regionais e zonais e pelas relações entre “o sítio e os diversos fatores inseridos na paisagem, expressos através da cobertura vegetal, uso da terra, posição geográfica e variação altimétrica” (FIALHO, 2012, p.85).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O monitoramento das ilhas de calor atmosféricas pode ser realizado a partir de registro da temperatura do ar adquiridos por pontos fixos ou transectos

móveis. Para a investigação proposta, a aquisição dos dados ocorreu às 21 horas em pontos fixos, através de abrigos meteorológicos construídos com madeira, pintados de tinta branca, com dupla camada ventilada nas laterais, camada única na parte frontal e na face posterior. Foram equipados com sensores *ThermaData Humidity-temperature logger* (modelo *HTD*), posicionados com a abertura voltada para o sul e distribuídos no perímetro urbano de Rancharia, totalizando seis pontos representativos do ambiente urbano e um ponto representativo do rural circunvizinho. No quadro 1 são apresentadas as características individuais dos pontos e dos respectivos entornos.

**PERFIL TÉRMICO NOTURNO DE CIDADE PEQUENA DO AMBIENTE TROPICAL EM EPISÓDIOS DE INVERNO**

| PONTO FIXO  | ARREDORES   | CARACTERIZAÇÃO   |
|---|---|--|
| 1    |    | Casa da agricultura; Localizado no centro; área densamente construída com vegetação arbórea esparsa, solo parcialmente coberto por grama; altitude de 514 metros; terreno com baixa declividade, vertente voltada para sudeste.  |
| 2    |    | Almoxarifado central da prefeitura; área do lote com construção esparsa, vegetação arbórea; solo exposto e compacto; altitude de 488 metros; relevo de baixa declividade e orientado para leste. Nas proximidades: Parque Ecológico e fundo de vale Ribeirão da Rancharia. |
| 3    |    | Fábrica de móveis na zona industrial; terreno grande, arborizado e solo permeável, altitude de 530 m, relevo de baixo declive e vertente voltada para norte.   |
| 4   |   | Terreno do Serviço de Água e Esgoto; construção esparsa, vegetação arbórea, solo permeável; 536 metros de altitude, baixa declividade e vertente orientada para o leste.   |
| 5  |  | Conjunto Habitacional Paulo Paulozzi; área densamente construída, com vegetação esparsa e terrenos menores, superfície do lote permeável; 519 metros altitude, vertente orientada para o oeste, baixa declividade.   |
| 6  |  | Residência Vila Teresa, área densamente construída, lotes maiores, arborizados; superfície permeável; altitude de 516 metros, relevo plano e vertente orientada para sudeste.  |
| 7  |  | Rural: Distante 2,5 Km do centro urbano e 540 metros do perímetro urbano. Entorno apresenta pastagem, eucaliptos e cana-de-açúcar. Altitude de 522 metros, relevo plano e orientado para o oeste.  |

Quadro 1. Quadro síntese com as características de cada ponto fixo. Fonte das imagens: *Google Earth* (escala aproximada 213 metros). Fonte das fotos: Arquivo pessoal, trabalho de campo (2014). Organização: das autoras.

A instalação dos abrigos meteorológicos exigiu a observância de alguns critérios conforme estabelece Oke (2004, p. 6), privilegiando os locais com maior exposição solar, distanciamento de árvores e construções que

promovessem sombreamento; distanciamento de paredes e telhas que proporcionassem um maior aquecimento dos sensores; seleção de superfícies que não apresentassem revestimento cerâmico; com preferência por locais onde a segurança dos abrigos e sensores não estivesse comprometida pelo extravio ou vandalismo.

Rancharia apresenta relevo plano com declividades que atingem no máximo 5% nos fundos de vale e altitudes no intervalo entre 336 e 550 metros. Os pontos fixos urbanos e o rural foram instalados em altitudes aproximadas, sendo a mais elevada no ponto 4 (536 metros) e a de menor altitude no ponto 2 (488 metros), sendo este último mais próximo do fundo de vale do Ribeirão da Rancharia, nas proximidades do Parque Ecológico ao sul do perímetro urbano.

Outro procedimento realizado no levantamento de dados foi o transecto móvel (OKE, 1982; LÓPEZ GÓMEZ, 1993; MONTEIRO, 1997; AMORIM, 2005). O transecto móvel objetiva a aquisição de dados de temperatura e umidade do ar nas vias de fluxo livre, sem a interferência direta das edificações, possibilitando uma análise conjunta com os dados coletados através dos pontos fixos. É um procedimento eficiente para analisar a distribuição da temperatura do ar de acordo com variação das feições urbanas e rurais que compõem os percursos, além de ser acessível no ponto de vista econômico, facilitando a aquisição de dados continuados. Este procedimento metodológico é definido como:

A metodologia para a coleta de temperatura do ar [...] consiste na definição de dois transectos, com medidas móveis, utilizando-se de termômetros digitais, com os sensores presos em haste de madeira com 1,5m de comprimento, acoplados na lateral de dois veículos que saem da periferia (rural), passando pelo centro, chegando ao extremo oposto da cidade. (AMORIM, 2005. p. 69).

A aquisição dos dados foi realizada no período noturno (21 horas) em 5 (cinco) episódios de inverno que apresentaram condições atmosféricas estáveis, com ventos fracos e céu claro. Os trabalhos de campo para a realização dos transectos não foram consecutivos, mas distribuídos em dias da semana e do final de semana de forma a se representar o perfil térmico em diferentes dinâmicas urbanas. Foi utilizado um veículo equipado com sensores

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T.  
**PERFIL TÉRMICO NOTURNO DE CIDADE PEQUENA DO AMBIENTE TROPICAL EM EPISÓDIOS DE  
INVERNO**

de temperatura e umidade relativa (temohigrômetro digital, modelo TH-03B da marca *Impac*) fixados na área externa do veículo através de uma haste de 1,5 metro (Foto 1). O veículo percorreu as avenidas Dom Pedro II e Pedro de Toledo e ruas adjacentes atravessando de leste-oeste (43 registros) e norte-sul (22 registros) as diferentes feições urbanas e de transição do ambiente urbano-rural (Figura 2).



Foto 1. Veículo equipado com haste para o transecto móvel. O sensor foi fixado em sua extremidade. Fonte: Arquivo pessoal.

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T.  
PERFIL TÉRMICO NOTURNO DE CIDADE PEQUENA DO AMBIENTE TROPICAL EM EPISÓDIOS DE  
INVERNO

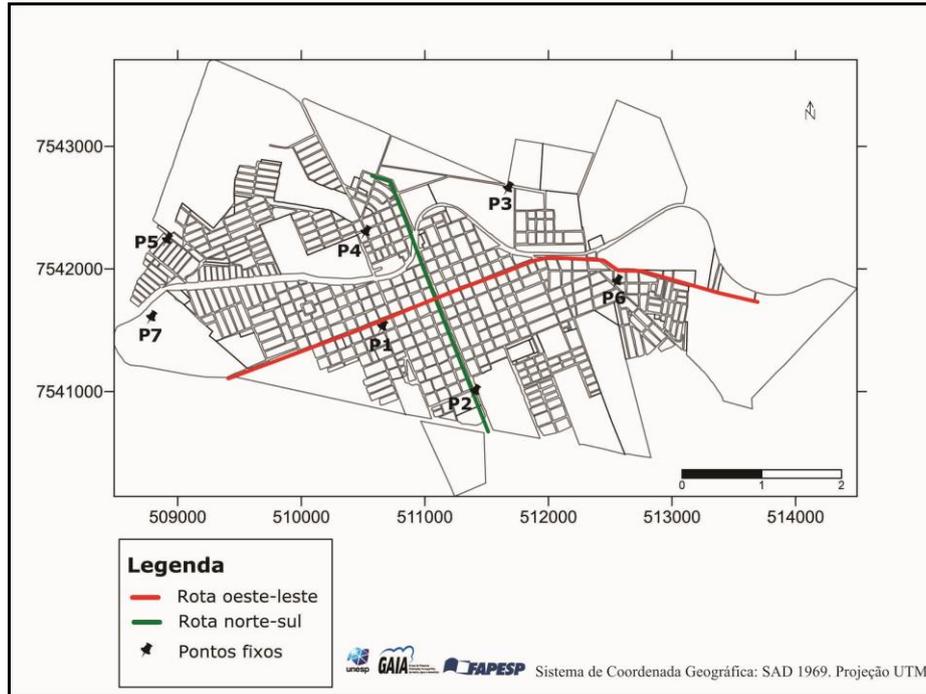


Figura 2: Localização dos pontos fixos e percursos dos transectos móveis, Rancharia (SP).  
Elaboração: das autoras.

A temperatura do ar foi registrada a cada 100 metros percorridos pelo veículo, obtidos com o auxílio do hodômetro do veículo e o procedimento teve duração de aproximadamente 50 minutos.

Organizados em planilhas do aplicativo *Excel* (marca da *Microsoft Corporation*), foram obtidos o maior e o menor valor do percurso, considerando-se também os valores das temperaturas do ar registradas nos pontos fixos, simultaneamente, totalizando 72 pontos de registro para a espacialização dos gradientes térmicos. A partir de fórmulas específicas do aplicativo, foi subtraído o valor medido em cada ponto pelo menor valor registrado no conjunto de dados, obtendo desta forma a intensidade da ilha de calor (FERNANDEZ GARCÍA, 1996).

O cruzamento dos pontos de registro da intensidade com a planta georreferenciada da cidade permitiu a elaboração de cartas de isotermas no aplicativo *Surfer* (marca registrada da *Golden Software*). Neste, a planilha foi transformada em grade com pontos equidistantes e a interpolação dos dados foi feita a partir da *Krigagem*.

Para a análise da variação térmica nos percursos foi elaborado um perfil longitudinal que simula as feições urbanas e de transição do ambiente urbano-rural.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A obtenção de medidas móveis da temperatura do ar foi realizada em dias não sequenciados do mês de julho para observação da dinâmica urbana em diversas situações, dependendo da estabilidade atmosférica no horário em que as medidas foram realizadas. A Tabela 1 exhibe as diferenças térmicas, velocidade dos ventos e os sistemas atmosféricos atuantes nos dias monitorados.

Tabela 1. Temperatura do ar máxima, mínima, diferença térmica verificada nos transectos, ventos e sistemas atmosféricos atuantes nos dias dos registros pelos transectos móveis em julho de 2014 – Rancharia (SP).

| Data     | T°C<br>Máx | T°C<br>Mín | Diferença<br>térmica<br>°C | Ventos<br>(m/s) | Sistema<br>atmosférico                         |
|----------|------------|------------|----------------------------|-----------------|--|
| 10/07/14 | 18,4       | 14,6       | 3,8                        | 0,8<br>Sudeste  | Massa Polar<br>Atlântica                       |
| 15/07/14 | 22,1       | 19         | 3,1                        | 0,1<br>Nordeste | Massa<br>Tropical<br>Atlântica                 |
| 22/07/14 | 24,8       | 21,5       | 3,3                        | 0,3<br>Norte    | Massa<br>Tropical<br>Atlântica                 |
| 25/07/14 | 11,9       | 8,9        | 3                          | 0,3<br>Oeste    | Repercussão<br>da Frente<br>Polar<br>Atlântica |
| 29/07/14 | 20,7       | 17,7       | 3                          | 2,6<br>Sudeste  | Massa Polar<br>Atlântica                       |

Fonte dos dados: Trabalho de campo realizado em julho de 2014. Dados de velocidade dos ventos: INMET estação automática Rancharia (SP), disponível em: <[www.inmet.gov.br/](http://www.inmet.gov.br/)>/ Acesso em: 03 jan. 2014. Organização: das autoras.

Nos cinco episódios monitorados, as ilhas de calor urbanas foram de moderada magnitude em virtude dos sistemas estáveis que influenciaram a região no período e favoreceram a diferenciação entre as áreas urbana e rural.

No dia 10 de julho, quinta-feira, a região de Rancharia estava influenciada pela Massa Polar Atlântica. Esse sistema proporcionou ventos fracos vindos de sudeste. Durante o dia ocorreu precipitação de 0,6 mm e o

céu apresentou grande coberturas de nuvens. Às 21 horas, o vento apresentava velocidade de 0,8 m/s e a orientação sudeste. A maior temperatura do percurso foi de 18,4°C e a menor foi de 14,6°C. O gradiente térmico de 3,8°C caracterizou magnitude moderada da ICU, cujo núcleo posicionou-se na intersecção das Avenidas Dom Pedro II e Pedro de Toledo que concentram atividades comerciais (Figura 3). A partir da intersecção das vias, o pico da ICU posicionou-se no setor sul do perímetro urbano, que é caracterizado por maior declividade, contudo, a densidade de construção e a estabilidade atmosférica derivada dos ventos fracos foram fatores que se sobressaíram na determinação deste padrão.

As ilhas frescas formaram-se na periferia e no rural circunvizinho, com destaque para o extremo oeste e sudoeste da área urbana que corresponde aos pontos iniciais do transecto.

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T.  
PERFIL TÉRMICO NOTURNO DE CIDADE PEQUENA DO AMBIENTE TROPICAL EM EPISÓDIOS DE  
INVERNO

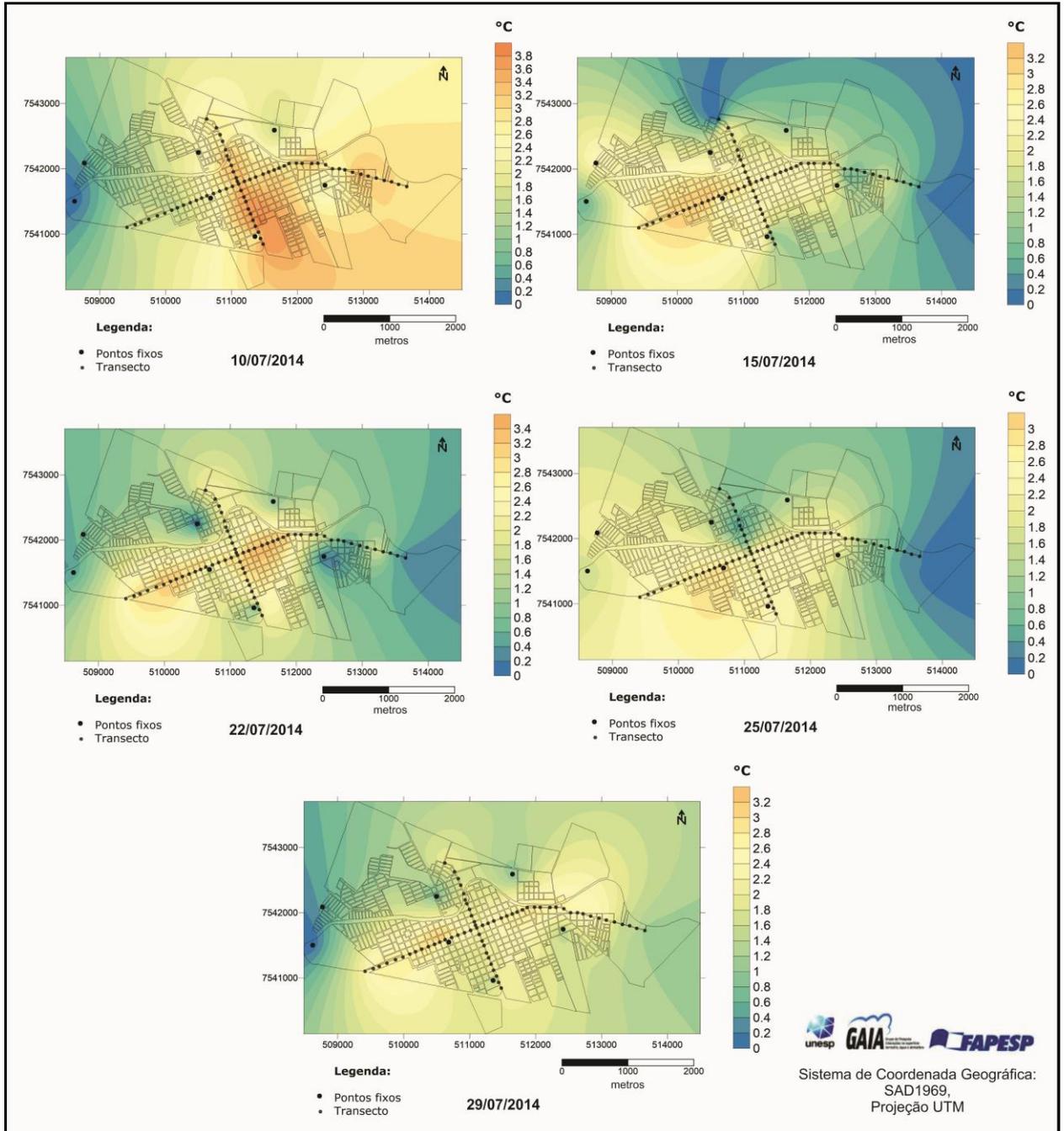


Figura 3: Gradientes térmicos obtidos por pontos fixos e medidas móveis em julho de 2014, Rancharia (SP). Elaboração: das autoras.

O segundo monitoramento por transecto móvel foi realizado na terça-feira, 15 de julho. Durante o dia, sob a influência da Massa Tropical Atlântica, não ocorreu precipitação, o céu esteve parcialmente nublado. No procedimento realizado às 21 horas, os ventos estavam fracos (0,1 m/s), vindos de nordeste. A maior temperatura foi de 22,1°C, registrada nos trechos iniciais do trajeto

(sentido oeste-leste). A menor temperatura foi de 19°C, marcada no início do percurso norte-sul, em área de transição urbano-rural. O núcleo da ICU de intensidade 3,1°C ficou definido no setor sudoeste da malha urbana de Rancharia, em função da direção dos ventos. Ao norte e no extremo leste, onde prevalecem o uso residencial e a arborização nas vias é relativamente densa, ficaram definidas ilhas de frescor.

Sob a atuação da Massa Tropical Atlântica, no dia 22, a diferença térmica foi de 3,3°C. Durante o dia não houve precipitação e os ventos estavam fracos (1,1 m/s) e céu sem cobertura de nuvens. No momento da aquisição dos dados os ventos estavam fracos (0,3 m/s), vindos do norte.

O núcleo da ICU foi registrado na intersecção das avenidas percorridas, que corresponde à área central, densamente construída. A ilha de frescor ficou definida na área periférica leste e no rural circunvizinho, enquanto que o setor oeste apresentou maior aquecimento. No trajeto norte-sul, a temperatura aumentou a partir do centro e a ICU estendeu-se em direção ao sul.

Nos registros do dia 25, a região de Rancharia estava influenciada pela Repercussão da Frente Polar e no dia anterior à aquisição dos dados houve precipitação de 28,6 mm. Entretanto, no dia 25, não ocorreu precipitação, mas o céu estava nublado (9 a 10 décimos).

Às 21 horas, no momento da aquisição dos dados, os ventos estavam com velocidade de 0,3 m/s de direção oeste. No percurso a temperatura variou entre 11,9°C e 8,9°C, sendo o gradiente térmico de 2,8°C. A espacialização das diferenças térmicas indicou o setor sudoeste com maior aquecimento, enquanto as áreas ao norte e leste apresentaram temperaturas menores.

O último monitoramento por transecto móvel ocorreu em 29 de julho, que estava sob atuação da Massa Polar Atlântica. Ocorreu 0,2 mm de precipitação no período da tarde e o céu apresentou cobertura de nuvens (7 a 8 décimos).

Às 21 horas, a velocidade do vento foi de 2,6 m/s de origem sudeste. No trajeto a temperatura variou entre 20,7°C e 17,7°C e, portanto, o gradiente térmico foi de 3°C. O pico da ICU ficou caracterizado por três núcleos posicionados na porção oeste próxima ao trevo de acesso e na área central da Avenida Dom Pedro II (sentido oeste-leste), setores da via que possuem

funcionalidade comercial. Ao norte e sul da malha urbana se formaram ICUs com diferenças térmicas menores, pois a densidade de ocupação é inferior, predominando o uso residencial. Ilhas de frescor ficaram evidenciadas no rural circunvizinho, especialmente no extremo leste.

No perfil longitudinal (Figura 4) elaborado para os dias monitorados são mostrados os valores absolutos registrados nos percursos. De oeste a leste se observou que as áreas de transição do ambiente rural-urbano compreendem as temperaturas mais baixas. Passando pelas áreas centrais densamente edificadas, as temperaturas elevam-se. No extremo leste, as temperaturas apresentaram suave diminuição, motivadas pela influência do rural limítrofe.

Com relação ao trajeto norte-sul, nos pontos iniciais ao norte, que correspondem às áreas de transição rural-urbano, foram registradas as menores temperaturas. Quando o carro trafegou em áreas centrais as temperaturas se elevaram, mas no sentido sul (próximo ao ponto fixo 2), passando nas proximidades do parque ecológico, o veículo se aproximou do fundo de vale do Ribeirão da Rancharia, onde se observou a diminuição das temperaturas. Além da característica do relevo, a diminuição das temperaturas também pode ser atribuída à menor densidade construtiva e à proximidade com a área rural.

**PERFIL TÉRMICO NOTURNO DE CIDADE PEQUENA DO AMBIENTE TROPICAL EM EPISÓDIOS DE INVERNO**

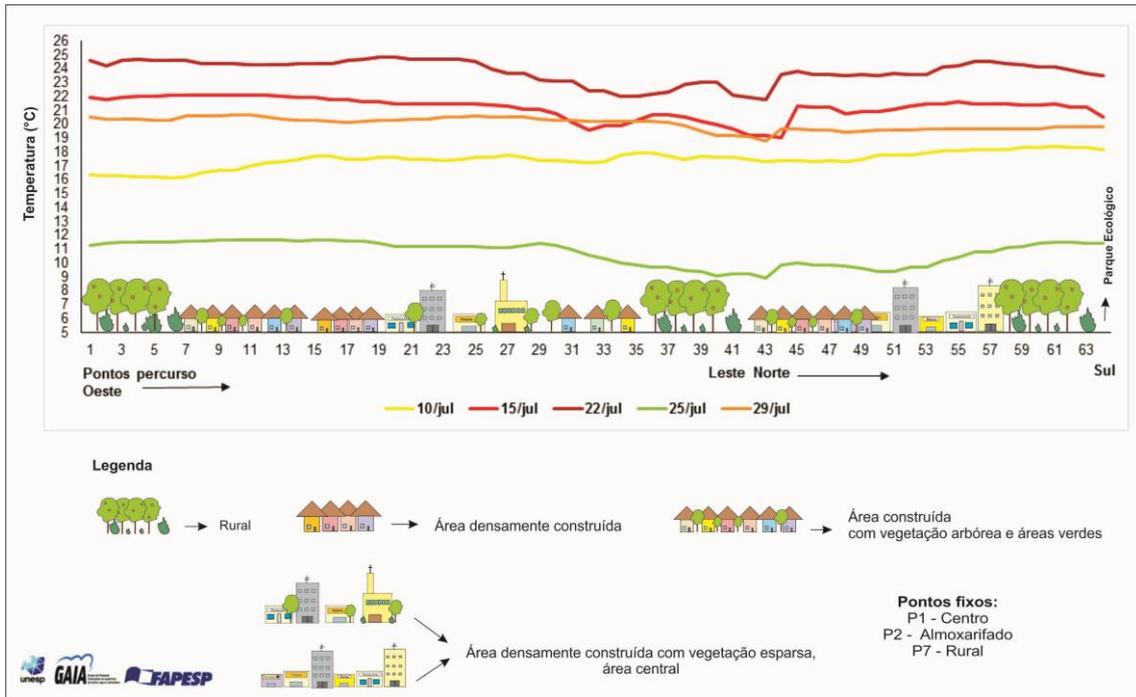


Figura 4: Perfil longitudinal da temperatura do ar (valores absolutos) registrada às 21 horas no percurso do transecto móvel. Elaboração: das autoras.

**4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados alcançados indicaram que o padrão de uso e ocupação da terra são fatores que condicionam a temperatura do ar e contribuem para a existência de um clima específico na área urbana de Rancharia.

Foram detectadas ilhas de calor de moderada magnitude nos registros realizados por pontos fixos e transectos móveis em situação de inverno.

Verificou-se que a velocidade e a direção dos ventos foram elementos que determinaram os padrões observados nos monitoramentos realizados em julho, pois a estabilidade atmosférica que proporcionou ventos fracos influenciou na intensidade das ilhas de calor, enquanto que a direção do vento deslocou as ilhas de calor no perímetro urbano. A maior intensidade da ICU ocorreu quando os ventos foram mais fracos.

A variação das feições urbanas mostrou relevância para a caracterização do perfil térmico no inverno. À medida que o veículo percorreu setores densamente construídos e com vegetação esparsa, a temperatura aumentou. De outra forma, quando foram percorridos setores com menor

densidade construtiva, maior densidade de vegetação arbórea e predomínio do uso residencial as temperaturas diminuíram.

A relação entre a altimetria do relevo com a temperatura do ar ficou mais evidente no setor sul da área urbana, pois quando o veículo percorreu o fundo de vale, nas proximidades do parque ecológico, a temperatura diminuiu.

Assim, esta pesquisa demonstrou que mesmo sendo uma cidade de pequeno porte, Rancharia apresenta especificidades do ponto de vista da distribuição das temperaturas no intraurbano em relação ao rural próximo, que deve ser considerada na gestão e no planejamento do espaço urbano. Entre as medidas mitigadoras das ICUs podem ser citadas a substituição por coberturas frescas e aumento no sombreamento a partir dos cinturões verdes, além do ordenamento dos novos espaços produzidos de forma a se evitar o adensamento urbano.

## **5. REFERÊNCIAS**

AMORIM, M.C.C.T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódios de Inverno. **Geosul**, UFSC - Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.

\_\_\_\_\_. Climatologia e Gestão do espaço urbano. **Mercator**, número especial, p. 71-90, dez. 2010.

AMORIM M.C.C.T., DUBREUIL V., QUENOL H., SANT'ANNA J.L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins**, Online, 7, p. 1-16, 2009. Disponível em: <<http://confins.revues.org/index6070.html>> Acesso em 31 Out. 2014.

ARNFIELD A.J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water and the urban heat island. **International Journal of Climatology**, 23, p. 1-26, 2003.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. **Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial síntesis, S.A., 1996.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F.; LÓPEZ GÓMEZ, A.; ARROYO, F. **Frecuencia e intensidad de la isla de calor en Madrid**. Tarragona, 1994. p. 11-91.

FIALHO, E.S. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S. (Org). **Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica**. Dourados: UFGD Editora (E-book), 2012, capítulo 4, p. 83-114.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficinas de textos, 2010.

LÓPEZ GÓMEZ, A. FERNANDEZ GARCÍA, F. **El clima de las ciudades españolas**. Madrid: Cátedra, 1993.

MONTEIRO, A. **O clima urbano do Porto: contribuição para a definição das estratégias de planejamento e ordenamento do território**. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1997.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. Curitiba: O autor, 2008.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 108, n. 455, p. 1-24, jan. 1982.

\_\_\_\_\_. Siting and exposure of meteorological Instruments at urban sites. In: NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, 27., 2004, Canadá: Banff, 2004, p. 1-14. Disponível em: <<http://urban-climate.com/ITM04-Oke.pdf>> Acesso em: 26 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites. IOM Report 81, WMO/TD. No. 1250. World Meteorological Organization, Geneva, 2006. Disponível em <<http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-81/-UrbanMetObs.pdf>> Acesso em 20 mar. 2015.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (org). **Variabilidade e Mudanças Climáticas; implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Eduem, 2000.