

## Avaliação do comportamento térmico de áreas verdes em diferentes configurações de entorno imediato – estudo de caso em regiões metropolitanas do Brasil

Claudia Cotrim Pezzuto\*

Rita de Cássia Martins Montezuma\*\*

Verônica Stefanichen Monteiro\*\*\*

Camila Thomé Albuquerque\*\*\*\*

104

Ur

n.8 | Junho 2015

### Resumo

Vegetação e corpos hídricos apresentam importância no controle climático urbano, bem como para a valorização da paisagem do ponto de vista estético e funcional, além da melhoria do conforto térmico humano. Neste contexto, o objetivo deste estudo é avaliar o comportamento térmico de áreas vegetadas com diferentes configurações do entorno imediato. Face ao exposto, foram selecionadas diferentes configurações de áreas verdes na região metropolitana de Campinas/SP e no Rio de Janeiro/RJ, região sudeste do Brasil. As coletas de dados foram feitas por registros contínuos de temperatura e umidade, durante aproximadamente 15 (quinze) dias do mês de julho de 2013, no inverno. A partir dos resultados obtidos em duas realidades urbanas distintas foi possível verificar o comportamento de variáveis climáticas frente a espaços urbanos consolidados e em consolidação e sua relação com a cobertura vegetal presentes em parques urbanos, área agrícola, floresta e do mar.

### 1. Introdução

No campo da investigação do clima urbano sempre existiu uma estreita relação entre as questões climáticas e o ambiente construído. A rápida urbanização intensificada no século passado não apenas atraiu novos habitantes para as áreas urbanas, mas também transformou gradualmente o ambiente físico, desencadeando tanto na transformação da paisagem como das atividades associadas às áreas urbanas e, conseqüentemente modificando a meteorologia da cidade e o clima urbano (REN et. al., 2010). Este desenvolvimento urbano desencadeou em investigações sobre o clima da cidade e sobre a ilha de calor urbana. Com relação ao fenômeno da ilha de calor, Oke (1987) relata que este é o resultado das modificações dos parâmetros da superfície e da atmosfera pela urbanização.

Em resposta a estas mudanças uma estratégia de adaptação que tem sido proposto são as áreas verdes urbanas. (Bowler *et al.*, 2010) apresentou uma revisão sistemática de estudos que avaliam o comportamento térmico dos espaços verdes, como o plantio de árvores ou a criação de parques ou telhados verdes, e como estes afetam a temperatura do ar de uma área urbana.

\* de Pós Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, CEATEC, Pontifícia Universidade Católica de Campinas

\*\* Programa de Pós-Graduação em Geografia, GGE/Universidade Federal Fluminense

\*\*\* Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas

\*\*\*\* Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

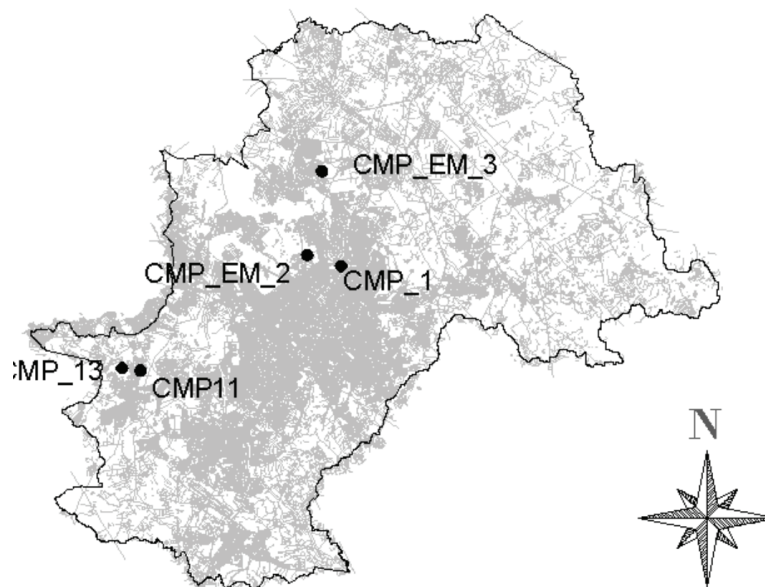


Figura 1 | Área de Estudo. Município de Campinas. Pontos de coleta.  
Fonte: Grupo de Pesquisa CNPq EE – PUCCampinas

Uma série de estudos tem sido realizados com o objetivo de investigar o efeito do resfriamento em espaços verdes urbanos. Algumas pesquisas investigam especialmente o comportamento das espécies arbóreas (ABREU e LABAKI, 2010), as diferenças entre áreas rurais, urbanas e florestas (YILMAZ *et al.*, 2007, KARLSSON,2000), parque urbanos, praças e vias urbanas (SHASHUA-BAR *et al.*, 2010, DACANAL, 2011), modelagem computacional (SKELHORNA *et al.*, 2014).

Neste sentido a vegetação urbana apresenta um importante papel no potencial de refrigeração passiva e como medida de mitigação de ilha de calor (SHASHUA-BAR *et al.*, 2010). Em relação ao comportamento térmico de áreas com arborização densa, Karlsson (2000) destaca que, apesar de apresentarem-se arrefecidas, a obstrução do céu pelas copas entrelaçadas dificulta a perda de radiação de ondas longas da região dos troncos para a atmosfera durante o período noturno, fazendo com que a amplitude térmica diária seja baixa. Estas peculiaridades motivam observar o efeito das áreas verdes no ambiente urbano.

Diante deste contexto, este trabalho foi proposto com o objetivo de avaliar o comportamento térmico de áreas vegetadas com diferentes configurações do entorno imediato.

## 2. Método

Para estudo de caso foram selecionados diferentes configurações de áreas verdes na região metropolitana de Campinas/SP e no Rio de

Janeiro/RJ, região sudeste do Brasil. Entretanto, por ser tratar de áreas heterogêneas quanto à localização geográfica, uso e ocupação da superfície, além de climatológica e geomorfologicamente distintas, os pontos de amostragens apresentaram características bem diferenciadas quanto à configuração do seu entorno imediato nas duas regiões de estudo. Assim sendo, na cidade de Campinas-SP os pontos foram localizados no interior de um parque urbano, em regiões com culturas agrícolas em consolidação e em proximidade a fundo de vale. No Rio de Janeiro, tendo em vista a presença da floresta e do mar, fatores preponderantes na caracterização mesoclimática e de grande controle sobre o microclima, os pontos foram selecionados com proximidades da floresta e orla.

O município de Campinas/SP –Brasil localiza-se a sudoeste do estado de São Paulo, nas coordenadas geográficas latitude S 22°53'20" e longitude O 47°04'40 a uma altitude média de 680 metros, acima do nível do mar. O clima da cidade se caracteriza por ser tropical de altitude, com verões quentes e úmidos e invernos amenos e secos. Os pontos estão distribuídos em dois recortes na porção norte/noroeste e na porção sul/sudeste da cidade. Os critérios para a distribuição de pontos levou em consideração a presença de cobertura vegetada no seu entorno. Na porção norte/noroeste, Bacias hidrográficas do Ribeirão Quilombo e do rio Atibaia, região consolidada, localizam-se os ponto CMP1 no interior de um Parque Público inserido na área urbana consolidada. Os pontos CMP\_EM\_2 e CMP\_EM\_3 localizam-se em área de expansão urbana em consolidação e são destacados por






n.8 | Junho 2015

n.8 | Junho 2015



n.8 | Junho 2015



Imagem	Descrição
	<p>CMP_1: INTERIOR DE PARQUE URBANO –Parque Urbano com estrutura de lazer, edificações esparsas de 1 gabarito, área de lazer com quadras, entorno imediato com área residencial de baixa densidade.</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE - Cobertura do solo na maior parte permeáveis. Área medianamente florestada com cobertura arbóreo-arbustivas. Presença de áreas de árvores densas e arbustos, alguns caminhos com pedriscosConstruções de alvenaria e madeira; presença de solo exposto; vias de chão batido e ou cascalho. Proximidade de lagoa artificial.</p>
	<p>CMP_EM_2: ZONA EM CONSOLIDAÇÃO – Localizados em regiões com processo de ocupação em consolidação,Edifício no meio de espaço livre. Quadras grandes (acima de 200 m.). Lotes irregulares, grandes e médios. Processo de ocupação em consolidação. Estação Meteorológica do IAC (Instituto Agrônômico de Campinas)</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE - Paisagem monótona de grama ou vegetação rasteira/culturas agrícolas. Zona de pastagens, agricultura.</p>
	<p>CMP_EM_3: ZONA EM CONSOLIDAÇÃO - Localizados em regiões com processo de ocupação em consolidação. Área aberta em expansão com edifícios baixos (1-3 pavimentos). Interior de um campus Universitário. Estação Meteorológica CEPAGRI (Estação Meteorológica do Centro de Pesquisa e Agricultura da UNICAMP).</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE - Poucas ou nenhuma árvores. Cobertura do solo parcialmente permeável</p>
	<p>CMP_13: ZONA EM CONSOLIDAÇÃO – Glebas não urbanizadas. Inexistência de quadras e lotes</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE - Área aberta de pequenos e médios edifícios em meio natural. Abundância de cobertura do solo permeável com vegetação baixa e árvores dispersas. Zonas com cultivo de hortaliças. Proximidade de corpo hídrico.</p>
	<p>CMP_11: ZONA DE FUNDO DE VALE –Área predominantemente residencial com edifícios baixos (1 pavimento)</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE - Pouco arborizada. Proximidade de fundo de vale e e área de Reflorestamento.Proximidade de corpo hídrico.</p>

No Rio de Janeiro, em função da heterogeneidade do relevo foram instalados 16 unidades de mensuração ao longo de um transecto orientado pelo eixo norte-sul da bacia (figura 2), agrupados em Unidades de Paisagem definidas a partir de características geobiofísicas e arquitetônicas-urbanísticas, resultando em quatro pontos por Unidade de Paisagem. No presente trabalho foram selecionados apenas os pontos que diferiram quanto à cobertura vegetal contínua e localização na bacia de drenagem em três unidades de paisagem (tabela 2). A área de maior cobertura vegetal corresponde à floresta cobertura florestal contínua, localizada no maciço da Pedra Branca (EMF). Um segundo ponto foi instalado na vizinhança imediata da floresta (RJ4), no limite norte da expansão urbana definida pelo Plano de Estruturação Urbana das Vargens (PEU VARGENS). O terceiro ponto amostral representa a forma predominante na parte plana da bacia (RJ7), constituída pela refuncionalização das antigas chácaras e engenhos que dominaram a região até a década de 1970. Os dois últimos pontos são residências situados ao sul da bacia e próximo à orla, porém diferem quanto à forma: um condomínio horizontal residencial (RJ12) na margem do canal principal – rio Morto –, e o outro localizado na planície arenosa (RJ16), uma das poucas edificações unifamiliares da orla valorizada pelo mercado em expansão.

Para este experimento foram coletados dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar. A coleta foi realizada com registros contínuos de 20 em 20 minutos para a cidade de Campinas e 15 em 15 minutos para a cidade do Rio de Janeiro. Estes intervalos foram contemplados de acordo com as especificações das Estações Meteorológicas locais. A coleta contemplou medições de temperatura e umidade relativa através de instrumentos Testo 174H (Mini datalogger) e Estação VantageVue Davis Instruments.

Os equipamentos de medições foram instalados em locais que recebem o mínimo de interferência de barreiras físicas e materiais construtivos, com altura variando entre 2 a 4 metros. Todos os equipamentos foram instalados dentro de protetores que evitam a incidência direta de radiação solar e também a proteção contra intempéries. As medições nestas alturas contemplam o monitoramento da Atmosfera Urbana Inferior (UrbanCanopyLayer – UCL). Oke (2006a) relata que as medições em alturas até 5 metros em áreas urbanizadas são poucos diferentes das medições de estações meteorológicas de referências, a uma altura aproximada de 2 metros.

As medições ocorreram na segunda quinzena do mês de julho e início do mês de agosto de 2013, em aproximadamente 15 dias de medições nas duas cidades. De acordo com Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático (MCT/INPE/CPTEC, 2013) julho foi marcado

pelo aumento das chuvas nas Regiões Norte e Nordeste e diminuição na Região Sul do Brasil. A distribuição de precipitações pluviométricas no norte (acima da média) e no sul (abaixo da média) do Brasil, que ocorreu em julho até meados de agosto de 2013, foi típica de uma fraca condição de La Niña no setor leste do Pacífico Equatorial. Durante a segunda quinzena de julho, houve a incursão de uma intensa massa de ar frio, que declinou as temperaturas do ar a valores abaixo de 0°C em cidades serranas do centro-sul do Brasil, inclusive com ocorrência de precipitação de neve e geada em vários municípios.

## 2. Análise dos dados

Para análise dos dados foram considerados a distribuição das diferenças diárias das temperaturas mínimas e máximas do ar entre cada ponto de coleta e também as diferenças térmicas entre pontos de coleta, bem como a avaliação da umidade relativa do ar. Em ambas as áreas estações meteorológicas foram empregadas como controle.

### 2.1. Análise dos dados nos pontos amostrais da cidade de Campinas, SP

Na cidade de Campinas a tabela 3 mostra os valores médios de temperatura do ar mínima, máxima, amplitude térmica e umidade relativa do ar do período de coleta na cidade de Campinas. De um modo geral, verifica-se que as temperaturas médias não apresentaram diferenças significativas. As maiores diferenças encontradas refere-se às temperaturas médias mínimas, entre o ponto CMP1 (12,4°C) e o ponto CMP\_11 (10,3 °C), diferença aproximada de 2,1°C. Em contrapartida, o ponto CMP\_1 apresentou a menor temperatura média máxima (22,4°C) comparado com os pontos mais aquecidos CMP\_11 (23,9°) e CMP\_13 (23,9°), diferença aproximada de 1,5°C. A localização do ponto CMP\_11 em região de fundo de vale e a proximidade ao corpo hídrico favoreceu ao resfriamento noturno. Em contrapartida, a localização deste ponto CMP\_11 e do CMP\_13 em regiões abertas, baixa relação H/W (altura dos elementos de rugosidade sobre o distanciamento) favoreceu o aquecimento no período diurno. A baixa temperatura do ar no ponto CMP\_1 (localizado no interior de um parque urbano), no período da tarde, pode ser explicada pela obstrução do céu pelas copas das árvores. Destaca-se a baixa amplitude térmica do ponto CMP\_1 (10,1°C), sobre este aspecto Karlsson (2000) relata que a baixa amplitude térmica de áreas vegetadas pode ser atribuído a dificuldade de perda de radiação de ondas longas da região dos troncos para a atmosfera durante o período noturno. Estudos indicam que ao comparar áreas arborizadas com áreas abertas, os resultados demonstram que os locais arborizados tendem a ser mais frios durante

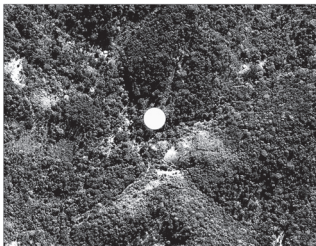




Imagem	Descrição
	<p>RJ EMF_2m: FLORESTA - Ausência de edificações, localizado em encosta de média declividade orientada para NE.</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE</p> <p>Área de floresta ombrófila densa, secundária de aproximadamente 70 anos em média, solo bem drenado e permeável, próximo a curso d'água permanente. Zona funcional tipo floresta urbana.</p>
	<p>RJ4: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR (H) -Edificações esparsas de 1 a 2 gabaritos, lotes amplos, localizado na base de encosta, baixa declividade; construções de alvenaria e madeira.</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE - Área medianamente florestada com cobertura arbóreo-arbustivas, esparsas e perenes; vegetação rasteira graminóide; solo bem drenado e permeável, próximo a curso d'água permanente. Zona funcional tipo parque urbano. Construções de alvenaria e madeira; presença de solo exposto; vias de chão batido ou paralelepípedos e cascalho.</p>
	<p>RJ7: HARAS -Edificações esparsas de 1 gabarito, localizado em planície; construções de concreto, argila, madeira e cerâmica.</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE</p> <p>Paisagem medianamente florestada com cobertura de arbóreo-arbustivas, esparsas e perenes; vegetação rasteira graminóide; solo bem drenado e permeável. Zona funcional tipo parque urbano.</p>
	<p>RJ12: CONDOMÍNIO HORIZONTAL. Área residencial unifamiliar; edificações com esparsamento de médio a alto; 1 a 3 gabaritos; planície alagada; construções de concreto, argila, madeira e cerâmica.</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE: Baixa cobertura vegetal com dominância graminóide; solo mal drenado, turfoso, próximo a curso d'água permanente. Vias pavimentadas com asfalto e concreto. Zona funcional tipo área urbana de média densidade.</p>
	<p>RJ16: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR ORLA - Área densamente edificada com predomínio de 3 a 5 pavimentos, sendo raros com 1 pavimento; lotes médios, área plana localizada na orla; construções de concreto, argila, madeira e cerâmica.</p> <p>TIPO DE COBERTURA DE SUPERFÍCIE</p> <p>Arborização esparsa e de espécies perenes; predomínio de vegetação rasteira e graminóide; solo arenoso, bem drenado e permeável, próximo ao mar. Vias pavimentadas com asfalto. Zona funcional tipo urbana adensada.</p>

Tabela 2 | Características dos pontos amostrais, classificados segundo as propriedades geobiofísicas e arquitetônicas-urbanísticas nas áreas de estudo do Rio de Janeiro/RJ.  
Fonte: Grupo de Pesquisa CNPq NIPP/POSGEO-UFF, sobre imagem satélite Geoeye de 2011, resolução 0,5 m.

à tarde e mais aquecidos à noite (DACANAL, 2007 e KARLSSON, 2000). Por outro lado, Bowler (2010) relata que a variação na composição da vegetação no interior de um parque, tais como quantidade de árvores e tipo de cobertura do solo pode influenciar na temperatura do ar.

Quanto aos pontos com proximidade de cultura agrícola, CMP\_EM\_2, CMP\_EM\_3, CMP\_13, observou-se homogeneidade térmica, sendo as diferenças de temperatura do ar média, mínima e máxima não superior a 0,7 °C. Verifica-se que a proximidade ao corpo hídrico dos pontos CMP\_11 e CMP 13 pode ter contribuído pelo registro dos maiores valores de umidade relativa máxima. As figura 3 e 4 evidenciam as diferença entre as temperaturas mínimas e máximas, e umidade relativa através da comparação da média horária do período analisado.

A tabela 4 e a figura 5 mostram o comportamento da temperatura

do ar média nos períodos das 6h, 6h, 9h, 15h, 18h e 21h. As diferenças de temperatura entre cada pontos de observação apresentaram variação aproximada de 2°C nos períodos das 6 horas e 9 horas, 1,5°C no período das 15 horas e 1,2 °C no período do resfriamento noturno as 21 horas. Destaca-se o ponto CMP\_1 apresentando valor mais baixo às 15h, 21°C, e o valor mais alto as 21 horas, 16,2°C. Sobre este aspecto Dacanal (2010) comenta que as florestas urbanas constituem ilhas de frescor durante o dia e ilhas de calor à noite.

Tabela 3 | Valores médios de temperatura do ar mínima e máxima, amplitude térmica e umidade relativa - Período de coleta. Área de Estudo: Campinas, SP

	CMP_1	CMP_13	CMP_EM_2	CMP_EM_3	CMP_11
Temperatura do ar Média (°C)	16,7	16,7	16,6	17,0	16,2
Temperatura do ar Média Mínima (°C)	12,4	11,3	11,5	11,9	10,3
Temperatura do ar Média Máxima (°C)	22,4	23,8	23,1	23,2	23,9
Amplitude Térmica Média (°C)	10,1	12,5	11,5	11,3	13,6
Umidade Relativa Média (%)	76,7	78,2	73,5	78,8	78,6
Umidade Relativa Média Mínima (%)	56,2	55,2	50,4	56,7	52,1
Umidade Relativa Média Máxima (%)	91,9	96,1	90,6	94,9	96,3
Amplitude Média Umidade Relativa (%)	35,7	41,0	40,1	38,1	44,3

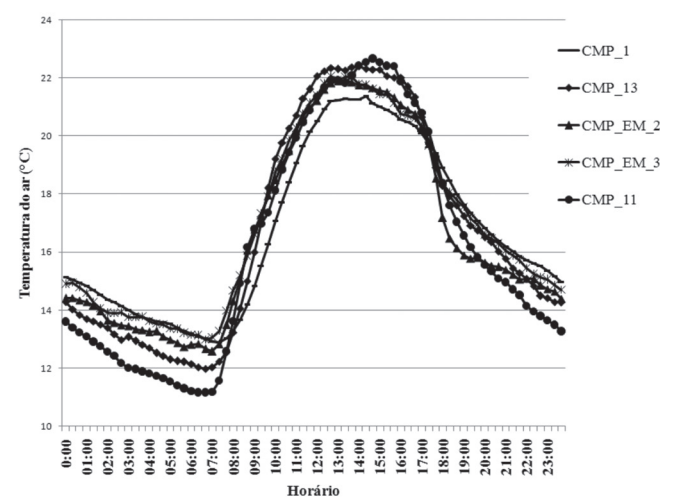


Figura 3 | Temperatura do ar em função do tempo - Médias horárias do período de coleta. Cidade de Campinas.

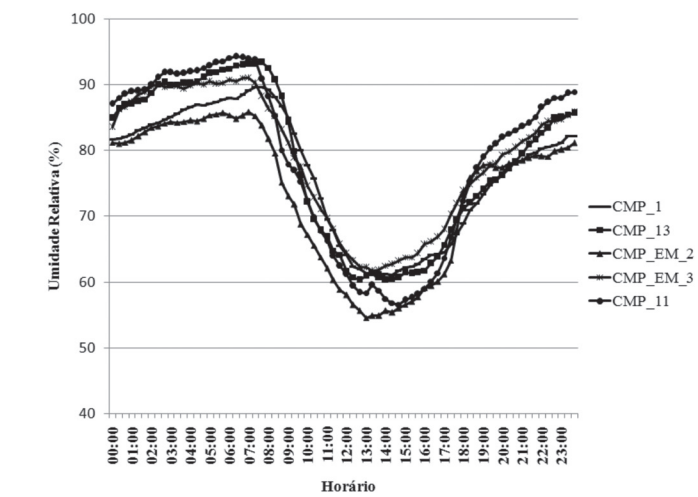


Figura 4 | Umidade Relativa em função do tempo - Médias horárias do período de coleta. Cidade de Campinas



	CMP_1	CMP_13	CMP_EM_2	CMP_EM_3	CMP_11
06:00	13,2	12,2	12,8	17,0	16,2
09:00	14,8	16,0	16,8	11,9	10,3
15:00	21,0	22,3	21,6	23,2	23,9
18:00	18,9	18,3	17,2	11,3	13,6
21:00	16,2	15,8	15,4	78,8	78,6

Tabela 4 | Valores médios de temperatura do ar nos horários das 6h, 9h, 15h, 18h e 21h- Período de coleta. Área de Estudo: Campinas, SP

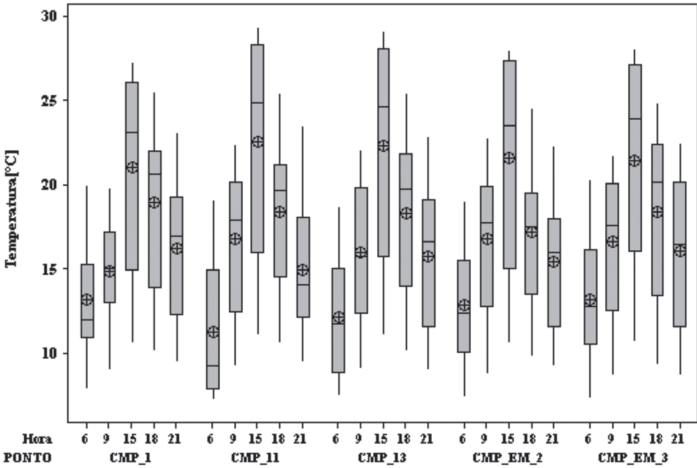


Figura 5 | Boxplots, em relação à média, da temperatura do ar (°C) nos horários das 6h, 9h, 15h, 18h, 21h. Pontos de coleta. Cidade de Campinas.

	RJ_2	RJ_4	RJ_7	RJ_12	RJ_16
Temperatura do ar Média (°C)	19,4	19,1	16,7	18,8	20,3
Temperatura do ar Média Mínima (°C)	17,0	14,7	12,6	13,4	17,3
Temperatura do ar Média Máxima (°C)	23,9	27,5	22,6	22,5	23,9
Amplitude Térmica Média (°C)	6,8	12,8	10,0	12,2	6,6
Coefficiente de Variação (%)	11,2	23,9	19,3	23,4	11,1
Umidade Relativa Média (%)	77,5	83,1	87,4	83,7	87,0
Umidade Relativa Média Mínima (%)	63,1	54,4	59,1	59,9	76,3
Umidade Relativa Média Máxima (%)	85,9	97,1	99,9	99,9	92,7
Amplitude Média Umidade Relativa (%)	22,8	42,7	40,8	39,1	16,4
Coefficiente de Variação (%)	8,3	18,4	16,9	17,3	6,3

Tabela 5 | Caracterização das variáveis temperatura e umidade relativa do ar - valores médios, mínimos, máximos e variabilidade (amplitude e coeficiente de variação) no período de inverno/2013. Área de Estudo: Rio de Janeiro/RJ

### 3.1 Análise dos dados nos pontos amostrais da cidade do Rio de Janeiro, RJ

Na cidade do Rio de Janeiro de um modo geral, verifica-se que as temperaturas médias diferiram pouco entre os pontos (tabela 5). As maiores diferenças encontradas referem-se às temperaturas médias mínimas, entre o ponto RJ7 (12,6°C), RJ12 (13,4°C) e RJ4 (14,7°C), enquanto as médias das máximas foram superiores no ponto RJ4 (27,5°C), seguido do RJ2 e RJ16, ambos com 23,9°C. O ponto RJ4 se destaca por apresentar os valores mais elevados em relação à maioria dos parâmetros analisados, sobretudo no que tange à amplitude, diferentemente dos pontos da floresta (RJ2) e da orla (RJ16), os quais refletem a importância da umidade na atenuação da variação térmica. Chama a atenção os baixos valores registrados para a umidade relativa média (77,5%) e máxima (85,9%) na floresta (RJ2), o que pode ser atribuído a heterogeneidade da vegetação, o qual se constitui no local de um mosaico de florestas de diferentes idades associados aos plantios de bananas. As figura 6 e 7 ilustram o comportamento higrotérmico de cada ponto analisado no período.



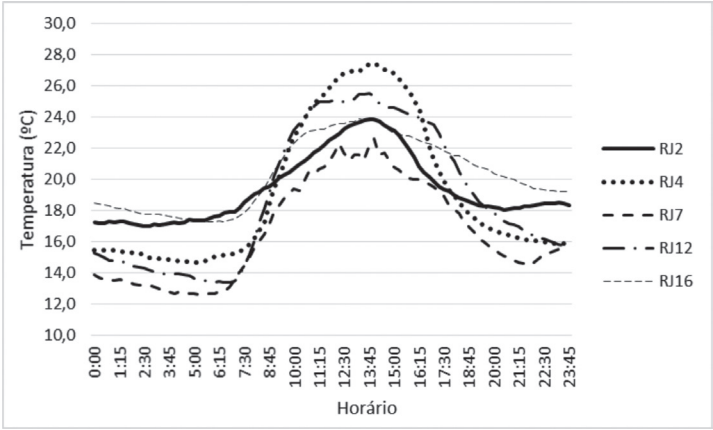


Figura 6 | Temperatura do ar em função do tempo – Médias horárias do período de coleta. Cidade Rio de Janeiro/RJ

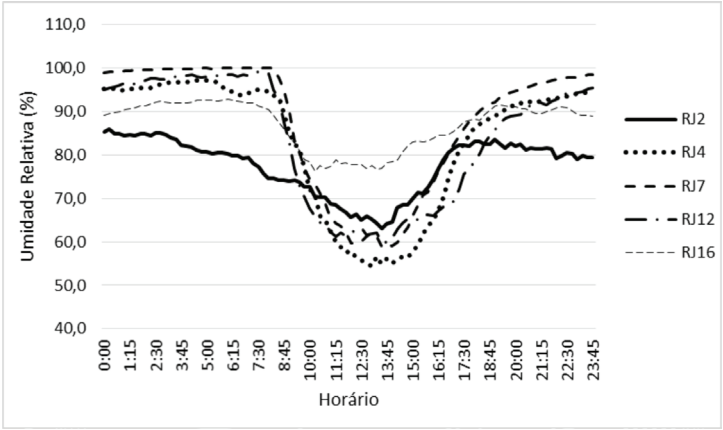


Figura 7 | Umidade Relativa em função do tempo – Médias horárias do período de coleta. Cidade Rio de Janeiro/RJ

	RJ2	RJ4	RJ7	RJ12	RJ16
06:00	17,6	15,0	13,9	17,6	17,3
09:00	19,8	19,4	19,6	19,8	20,5
15:00	23,2	26,8	25,1	23,2	23,0
18:00	19,0	19,0	19,2	19,0	21,6
21:00	18,2	16,3	16,3	18,2	20,0

Tabela 6 | Valores médios de temperatura do ar nos horários das 6h, 9h, 15h, 18h e 21h– Período de coleta. Área de Estudo: Rio de Janeiro, RJ

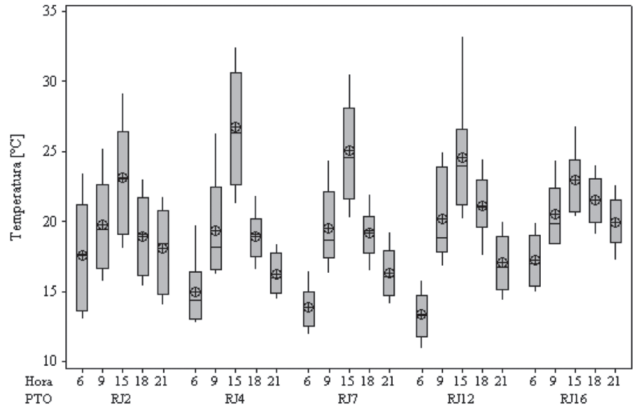


Tabela 2 | Boxplots, em relação à média, da temperatura do ar (°C) nos horários das 6h, 9h, 15h, 18h, 21h. Pontos de coleta. Cidade do Rio de Janeiro, RJ

A tabela 6 e a figura 8 mostram o comportamento da temperatura do ar média nos períodos das 6h, 9h, 15h, 18h e 21h. Os pontos de maior variação foram aqueles de áreas mais amplas e onde há cobertura vegetal predominante, sobretudo do tipo graminóide/rasteira (RJ4 e RJ7), apresentando-se mais frias às 6 horas e resfriando-se mais rapidamente a partir das 18 horas. As diferenças de temperatura foram de aproximadamente 2°C a 3°C nos períodos das 6 horas e 9 horas entre os pontos da floresta (RJ2), do condomínio horizontal (RJ12) e a residência na orla (RJ16) e em torno de 4,5°C na residência próxima a floresta (RJ4) e no haras(RJ7). No período das 15 horas as temperaturas mais elevadas foram no RJ4 e RJ7, com aproximadamente 3°C de diferença em relação aos demais pontos. No período do resfriamento noturno as 21 horas essas áreas se apresentaram mais frias (16,3°C em ambos os pontos). Destacam-se o ponto RJ16 na orla e a floresta (RJ2) como as áreas de

menor amplitude.

## 5. Considerações Finais

Os dados apresentados reiteram a importância da cobertura vegetal na atenuação climática, como foi observado no parque urbano (CMP\_2) e na floresta (RJ2). Entretanto, vale ressaltar que coberturas de baixo porte (rasteira e graminóide) como nos pontos amostrais CMP\_EM\_2, CMP\_EM\_3 e CMP\_13 em Campinas e RJ4 e RJ7 no Rio de Janeiro tendem a dispersar mais o calor refletindo uma amplitude mais elevada. Destaca-se também o papel da proximidade do mar observada no Rio de Janeiro no ponto amostral da orla (RJ16) que, a semelhança da floresta, resultou em baixa amplitude térmica. No Rio de Janeiro o resfriamento noturno foi mais abrupto nas áreas de menor rugosidade e de coberturas rasteira/graminóide (RJ4 e RJ7), enquanto em Campinas a homogeneidade do terreno foi corroborada pela uniformidade do comportamento das variáveis.

## 5. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP – e à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, pelo apoio.

\_Nota: Originalmente as imagens foram produzidas a cores.

## 6. Referências

- Abreu, L.; Labaki, L.C. (2010) Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103-117, out./dez. 2010.
- Bowler, D. E. et al. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, v. 97, Issue 3, 147-155.
- Dacanal, C. (2011) Fragmentos florestais urbanos e interações climáticas em diferentes escalas: estudos em Campinas, SP. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo --Campinas, SP:
- Karlsson, M. (2000) Nocturnal Air Temperature Variations between Forest and Open Areas. *Journal of Applied Meteorology*, v.39, p.851-862, Jun. 2000.
- MCT/INPE/CPTEC. (2013) Boletim de Informações Climáticas do CPTEC/IMPE. Infoclima. Ano 20. Numero 8.
- Oke T. R. (1987) *Boundary Layer climates*. 2 ed. London, Methuen & Ltda. A. Halstede Press Book, 372 p.
- Ren C., Ng E. Y. Katzschner, L. (2010). Urban climatic map studies: a review *International Journal of Climatology*.
- Roncarati, H. eNeves, L. E. (1976) Projeto Jacarepaguá. Estudo geológico preliminar dos sedimentos recentes superficiais da Baixada de Jacarepaguá, Município do Rio de Janeiro. PETROBRÁS/CENPES – DEXPRO, Rio de Janeiro.
- Shashua-Bar, L. Tsiros I.X., Hoffman M. E. (2010). A modeling study for evaluating passive cooling scenarios in urban streets with trees. Case study: Athens, Greece. *Building and Environment* 45, 2798 - 2807.
- Skelhorna, C. Lindleya S., Levermoreb, G. (2014). The impact of vegetation types on air and surface temperatures in a temperate city: A fine scale assessment in Manchester, UK. *Landscape and Urban Planning* 121, 129–140.
- Yilmaz, S., Toy S., Irmaka M. A., Yilmaz H. (2007) Determination of climatic differences in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey. *Building and Environment* 42, 1604–1612.