

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**INFLUÊNCIA TÉRMICA DAS CONFIGURAÇÕES URBANAS AO
LONGO DO EIXO DO CÓRREGO CANELA NA CIDADE DE
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO**

LUCIANI MARIA VIEIRA ROCHA

São Carlos

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**INFLUÊNCIA TÉRMICA DAS CONFIGURAÇÕES URBANAS AO
LONGO DO EIXO DO CÓRREGO CANELA NA CIDADE DE
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO**

LUCIANI MARIA VIEIRA ROCHA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Léa Cristina Lucas de Souza

São Carlos

2011

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

R672it

Rocha, Luciani Maria Vieira.

Influência térmica das configurações urbanas ao longo do eixo do Córrego Canela na cidade de São José do Rio Preto / Luciani Maria Vieira Rocha. -- São Carlos : UFSCar, 2011. 121 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Planejamento físico-ambiental. 2. Clima urbano. 3. Vegetação e clima. 4. Fundos de vale. I. Título.

CDD: 711.42 (20ª)



FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCIANI MARIA VIEIRA ROCHA

Dissertação defendida e aprovada em 08/02/2011
pela Comissão Julgadora

Prof.^a Dr.^a Léa Cristina Lucas de Souza
Orientador (DECiv/UFSCar)

Prof.^a Dr.^a Marta Adriana Bustos Romero
(FAU-TEC/UnB)

Prof. Dr. Almir Sales
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
Presidente da CPG-EU

À minha família

Pelo amor

Compreensão e

Alegrias compartilhadas.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, que souberam transmitir suas experiências e provocar a reflexão sobre a construção e gestão de nossas cidades.

À Coordenação e Secretaria do Programa pela dedicação, compreensão e empenho no apoio aos alunos e suas pesquisas.

À Prof.^a Dr.^a. Léa Cristina Lucas de Souza, pela dedicada orientação e grande motivação para o desenvolvimento de uma cultura acadêmica.

Ao Geógrafo Francisco José Vigeta Castilho pela colaboração com as análises atmosféricas.

Aos colegas, pela amizade e empenho na construção de debates enriquecedores. Um especial agradecimento às amigas Kelly e Renata, pelo carinho e apoio inestimáveis.

À minha família, César e meus filhos Pedro e Lucas, e aos meus sobrinhos Felipe e Gilberto e ao amigo Fernando pelo incentivo, companheirismo e ajuda em todas as horas.

Aos meus pais por todos os ensinamentos, minha mãe Zélia por todo o carinho e dedicação para sempre lembrados e ao meu pai, Diógenes, pelo incentivo.

Aos técnicos da Prefeitura Municipal, que gentilmente disponibilizaram fotos e documentos da cidade.

Aos técnicos do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, pela atenção e disponibilização de dados meteorológicos.

À Universidade Federal de São Carlos e CAPES pelo apoio financeiro concedido.

Aos responsáveis pela gestão dos estabelecimentos que permitiram a instalação dos sensores de temperatura: os síndicos Sr. Acácio do Edifício Paris-Roma-Rio e Sr. Mizael do Edifício Portinari; ao Gerente de Manutenção Eng^o. Leandro do SESC- Serviço Social do Comércio e ao Diretor Sr. Antônio do Hotel Saint Paul.

Ao Prof. Dr. Almir Sales e à Prof.^a Dr.^a Marta Adriana Bustos Romero pelas importantes contribuições ao trabalho.

A todos que, de alguma forma, colaboraram com o desenvolvimento da pesquisa.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1.INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	10
2.OBJETIVOS.....	13
2.1. OBJETIVO GERAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1. DESENHO URBANO E CLIMA.....	14
3.1.1. CONDICIONANTES DO CLIMA URBANO	14
3.1.2. ANÁLISE DA CONFIGURAÇÃO URBANA EM FUNÇÃO DO CLIMA.....	19
3.2. A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO CLIMA	28
3.3. DADOS SOBRE A CIDADE DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	34
4. METODOLOGIA.....	42
4.1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	43
4.2. SELEÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO.....	43
4.3. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO.....	50
4.4. COBERTURA DO SOLO E PERMEABILIDADE DAS ÁREAS COMPARADAS	56
4.5. DADOS TÉRMICOS.....	58
5. RESULTADOS	62
5.1.RESULTADOS DA MEDIÇÃO DE TEMPERATURA DO AR.....	62
5.1.1.PERÍODO DE MEDIÇÃO DE 8 A 22 DE ABRIL	63
5.1.2.PERÍODO DE MEDIÇÃO DE 26 DE JULHO A 9 DE AGOSTO	73
5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS	86
5.2.1.RELAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE COBERTURA DO SOLO COM A TEMPERATURA DO AR	89
5.2.2.RELAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE COBERTURA DO SOLO COM A ILHA DE CALOR NOTURNA	94
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
 ANEXO I - DADOS DE TEMPERATURA COLETADOS NOS PONTOS DE MEDIÇÃO E ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA.	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Classificação da energia radiante pelo comprimento de onda.	15
Figura 2- Esquema de escalas climáticas e camadas verticais em áreas urbanas.	18
Figura 3- Localização da cidade de São José do Rio Preto no estado de São Paulo.	35
Figura 4- Plano de Ugolino Ugolini de 1893.....	37
Figura 5- Vista aérea da Rod. Washington Luiz. <i>Prefeitura Municipal</i>	39
Figura 6- Av. José Munia - Córrego Canela com margem preservada. <i>Lodi, 2009</i>	39
Figura 7- Avenida Alberto Andaló- Córrego Canela canalizado. <i>Panoramio</i>	39
Figura 8- Eixos das principais avenidas em fundo de vale na malha urbana.	40
Figura 9- Localização dos pontos de coleta de dados térmicos.	43
Figura 10- Pontos de medição na malha urbana.	44
Figura 11- Vista aérea das avenidas ao longo do córrego Canela.	45
Figura 12- Vista aérea do início da Avenida Alberto Andaló.	46
Figura 13- Pontos amostrais de 1 a 4 em vista aérea. Fonte: Prefeitura Municipal.....	47
Figura 14- Ponto amostral 4 em vista do terraço do Hotel Saint Paul. Fonte: autora.....	47
Figura 15- Uso e ocupação do solo - localização dos pontos de coleta de dados térmicos.	48
Figuras 16 a 27 - Vistas das avenidas ao nível do pedestre	
Figura 16- Vista a partir do viaduto.....	49
Figura 17- Entre Silva Jardim e Marechal Deodoro.	49
Figura 18- Cruzamento com a Independência.	49
Figura 19- Cruzamento com a Penita.	49
Figura 20- Cruzamento com a Jaci.	49
Figura 21- Vista do viaduto da Washington Luis.	49
Figura 22- Início da José Munia.	49
Figura 23- Próximo ao cruzamento com a Braziluza.	49
Figura 24- Em frente ao Centro de Eventos.	49
Figura 25- Cruzamento com a Carlos Chagas.	49
Figura 26- Depois do SESC.....	49
Figura 27- Em direção ao Bairro Vivendas.	49
Figura 28- Quadro de caracterização da morfologia urbana na área do ponto 1.	51
Figura 29- Quadro de caracterização da morfologia urbana na área do ponto 2.	52
Figura 30- Quadro de caracterização da morfologia urbana na áreas do ponto 3.....	53
Figura 31- Quadro de caracterização da morfologia urbana na áreas do ponto 4.....	54
Figura 32 - Quadro de caracterização da morfologia urbana na áreas da estação Cetesb.	55
Figura 33- Cobertura do solo nas áreas estudadas.	56
Figura 34- Permeabilidade da superfície das áreas estudadas.	57
Figura 35- Características dos sensores Data-Logger utilizados.	58
Figura 36- Localização e fotos dos locais de medição de temperatura do ar.	59
Figura 37- Estação meteorológica da CETESB em SJ Rio Preto e os parâmetros monitorados.	60
Figura 38- Rede meteorológica do estado de São Paulo.	61
Figura 39 - CEAGESP - localização da estação meteorológica do IAC.	61
Figura 40- Aparência do céu no primeiro período de medição de 8 a 22 de abril.....	63
Figura 41- Temperaturas médias diárias nos pontos no período de 8 a 22 de abril.....	64
Figura 42- Temperaturas máximas diárias nos pontos no período de 8 a 22 de abril.....	65
Figura 43- Temperaturas mínimas diárias nos pontos no período de 8 a 22 de abril.	65
Figura 44- Temperatura média no período de 8 a 22 de abril.....	66
Figura 45 - Temperaturas máximas no período de 8 a 22 de abril.	66
Figura 46 - Temperaturas mínimas no período de 8 a 22 de abril.	66
Figura 47 - Amplitude entre máximas e mínimas no período de 8 a 22 de abril.....	67
Figura 48 - Média horária da temperatura nos pontos no período de 8 a 22 de abril.	67
Figura 49 - Ganho e perda de calor nas áreas no período de 8 a 22 de abril.	68
Figura 50 - Média horária da temperatura diurna nos pontos 1 e 4.	70
Figura 51 - Média horária da temperatura noturna nos pontos 2 e 4.	71
Figura 52- Ilha de calor média no período de abril às 12horas e 15horas.	71

Figura 53 - Ilha de calor média no período de abril às 21horas e 7horas.	72
Figura 54 - Ilha de calor nos pontos no período de 8 a 22 de abril.....	72
Figura 55 - Média horária da temperatura do ar nas estações CETESB e IAC no período de 8 a 22 de abril.....	73
Figura 56 - Média horária da velocidade do vento nas estações de referência no período de 8 a 22 de abril.....	73
Figura 57 - Aparência do céu no segundo período de medição de 26 /julho a 9/ agosto.	74
Figura 58 - Temperatura média no período de 26 de julho a 9 de agosto.	75
Figura 59 - Temperaturas máximas no período de 26 de julho a 9 de agosto.	75
Figura 60 - Temperaturas mínimas no período de 26 de julho a 9 de agosto.	76
Figura 61 - Temperaturas médias nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.	76
Figura 62 - Temperaturas máximas nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.	77
Figura 63 - Temperaturas mínimas nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.....	77
Figura 64 - Amplitude média nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.....	78
Figura 65 - Média horária da temperatura nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.	78
Figura 66 - Ganho e perda de calor nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.	79
Figura 67 - Média horária nos pontos 2 e 4 no período de 26 de julho a 9 de agosto.	80
Figura 68 - Média horária nos pontos 1 e 4 no período de 26 de julho a 9 de agosto.	80
Figura 69 - Ilha de calor média às 12h e às 15h no período de 26 de julho a 9 de agosto.....	82
Figura 70 - Ilha de calor média às 21h e às 7h no período de 26 de julho a 9 de agosto.....	82
Figura 71 - Ilha de calor diurna e noturna média no período de 26 de julho a 9 de agosto.....	83
Figura 72 - Média de temperatura nas estações de referência no período de 26 /julho a 9 / agosto.....	83
Figura 73 - Média horária da velocidade do vento na estação da CETESB no período de 26 /julho a 9 / agosto.....	83
Figura 74 - Temperaturas médias nos dois períodos de medição.	84
Figura 75 - Ilha de calor diurna nos dois períodos de medição.	84
Figura 76 - Ilha de calor noturna nos dois períodos de medição.	85
Figura 77 - Diferença entre as ilhas de calor noturnas e diurnas nos dois períodos de medição.....	85
Figura 78 - Quadro geral dos resultados - temperatura do ar diurna e noturna e cobertura do solo nas áreas.	87
Figura 79 - Quadro geral dos resultados parciais - cobertura do solo e ilha de calor noturna nas áreas.	88
Figura 80 - Temperaturas médias no período de medição de 8 a 22 de abril.	89
Figura 81 - Cobertura do solo nas áreas comparadas.	89
Figura 82 - Associação das características de cobertura do solo com a temperatura noturna.	90
Figura 83 - Correlações com as temperaturas médias diurnas – Pontos P1, P2, P3 e P4.	91
Figura 84 - Correlações com as temperaturas médias noturnas – Pontos P1, P2, P3 e P4.	92
Figura 85 - Ilha de calor noturna - média do período de medição de 8 a 22 de abril.	94
Figura 86 - Correlações da presença de vegetação e permeabilidade do solo com a ilha de calor noturna – pontos P1, P2, P3 e P4.....	95
Figura 87 - Correlações da presença de vegetação e permeabilidade do solo com a ilha de calor noturna – pontos P1, P2, P3, P4 e CETESB.....	95
Figura 88 - Correlações da ocupação e pavimentação do solo com a ilha de calor noturna – pontos P1, P2, P3 e P4.	96
Figura 89 - Correlações da ocupação e pavimentação do solo com a ilha de calor noturna – pontos P1, P2, P3, P4 e CETESB.....	96
Figura 90 - Perfil, cobertura do solo e ilha de calor noturna nas áreas.....	97

Anexo

Figura 1 – Correlação de curvas entre as temperaturas das estações de referência no mês de abril...117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Variação de altitude em três níveis que foram representados espacialmente na Carta Temática de Topografia para a cidade de Salvador. (Fonte: Moura et. al., 2006, p.45).....	24
Tabela 2- Padrões de uso do solo que estão representados na Carta Temática de.....	24
Tabela 3- Quadro de caracterização dos três primeiros pontos amostrais.....	48
Tabela 4- Uso e ocupação do solo nas áreas estudadas.....	56
Tabela 5- Permeabilidade da superfície das áreas estudadas.....	57
Tabela 6- Relatório diário de parâmetros de qualidade do ar no dois períodos de medição em abril e julho/agosto de 2009. Fonte: Sistema de Informações de Qualidade do Ar – Cetesb.....	62
Tabela 7 - Amplitude média no período de 8 a 22 de abril.....	67
Tabela 8 - Média horária das temperaturas no período de 8 a 22 de abril (°C).....	69
Tabela 9 - Temperatura diurna média nos pontos no período de 8 a 22 de abril (°C).....	69
Tabela 10 - Temperatura noturna média nos pontos no período de 8 a 22 de abril (°C).....	70
Tabela 11 - Amplitude média no período de 26 de julho a 9 de agosto.....	77
Tabela 12 - Média horária da temperatura nos pontos em julho / agosto (°C).....	79
Tabela 13 - Média horária no período de 26 de julho a 9 de agosto (°C).....	81
Tabela 14 - Média de temperatura nos dois períodos de medição (°C).....	84
Tabela 15 - Correlação entre as características morfológicas e a média de temperatura diurna e noturna do mês de abril - Pontos P1, P2, P3 e P4.....	90
Tabela 16 - Correlação entre as características morfológicas e a média de temperatura diurna e noturna do mês de abril – Pontos P1, P2, P3, P4 e CETESB.....	93
Tabela 17 - Correlação entre as características morfológicas e a ilha de calor noturna média do período de medição no mês de abril.....	94

Anexo

Tabela 1 – Média horária da temperatura do ar nas estações de referência de 26 de julho a 9 de agosto.....	121
--	-----

RESUMO

Esta pesquisa procura investigar a interferência da morfologia urbana na temperatura do ar ao longo do eixo das Avenidas Alberto Andaló e José Munia que margeiam o Córrego Canela na cidade de São José do Rio Preto. Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica sobre a relação entre o desenho urbano e o clima e a influência da vegetação no clima. Paralelamente foi feita uma revisão de estudos existentes sobre a expansão da cidade e leitura das ocupações das margens dos córregos com a construção de avenidas. Os dados cadastrais e morfológicos: levantamento topográfico, uso e ocupação, configuração das quadras e lotes, altura das edificações, cobertura do solo, foram pesquisados em mapas desenvolvidos pela Prefeitura, obtidos através de imagem de satélite, e observados em campo. Para a medição de temperatura foram escolhidos quatro pontos, dois na Av. José Munia e dois na Av. Alberto Andaló. O resultado da coleta de dados de temperatura do ar revelou diferenças na temperatura do ar entre os pontos amostrais das duas avenidas em dois períodos de medição, o primeiro em abril e o segundo em julho e agosto. A correlação dos dados com as características de uso e ocupação do solo demonstrou uma influência significativa da presença de vegetação e permeabilidade do solo na diminuição da temperatura do ar noturna, conseqüentemente minimização das ilhas de calor. Também verificou-se que as áreas com maior ocupação com construções e maior pavimentação nas ruas e quadras, perderam menos calor, levando à formação de ilhas de calor noturnas mais intensas.

Palavras-Chave: vegetação e clima, fundos de vale e clima urbano.

ABSTRACT

This research intends to investigate the influence of urban morphology in air temperature along the axis of Alberto Andaló Ave. and José Munia Ave., which border the Canela Stream in São José do Rio Preto. Initially, a review was made on the relationship between urban design and the influence of climate and vegetation on climate. Alongside, it was made a review of some existing studies on the expansion of the city, as well as on the occupation of streams margins by avenues construction. The cadastral and morphological data such as land use, topography, configuration of city blocks and lots, height of buildings and ground cover were surveyed in maps, either developed by the Municipality or obtained from satellite imagery and field observation. In order to collect temperature data, four points were chosen - two in José Munia Avenue and two in Alberto Andaló Avenue. The results of that field campaign at two measurement periods - the first in April and the second in July and August - revealed differences in the air temperature among the two avenues. The correlation of these data with the characteristics of land use and occupation showed a significant decrease of air temperature during the night due to the presence of vegetation and soil permeability, thus, minimizing the heat islands. Also, it was found that areas with high occupancy of buildings and intensely paved areas and city blocks lost less heat, leading to the formation of the highest heat islands during the night period.

Keywords: vegetation and climate, valleys and urban climate.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A partir da década de 50, a industrialização no Brasil levou o conjunto da população a se tornar de maioria rural para urbana. A cidade cresceu rapidamente e nem sempre houve o tempo necessário ou a preocupação de que esse crescimento fosse planejado para garantir o desenvolvimento humano e a harmonia com o ambiente.

Apesar de inúmeros benefícios trazidos à sociedade e melhorias para as cidades, como saneamento e acesso a educação e tecnologia, o desenvolvimento, apresentando configurações pautadas na maioria das vezes pelos interesses econômicos, traz consigo muitos danos, como grandes aglomerações e formação de ilhas de calor. O desconforto térmico nos espaços urbanos está entre os diversos problemas criados pela urbanização acelerada.

Na ocupação e expansão urbana as vias públicas, em muitos casos, tomaram o lugar de várzeas dos cursos d'água, ou então foram construídas sobre os cursos d'água. A relação com o território, espaço natural sobre o qual se assenta a cidade, em geral, foi a de desprezar a existência de rios, córregos, presença de vegetação, bem como a topografia do lugar e suas características climáticas. Além disso, o desenho do sistema viário, tratado como espaço dos automóveis, não considera como importante o conforto humano no ambiente externo, fazendo com que os pedestres sofram com as altas temperaturas nos passeios muitas vezes sem arborização ou proteção às condições climáticas extremas.

Solucionar os problemas urbanos é tarefa difícil empreendida pela gestão da cidade. Hoje, a gestão urbana deve tomar como central a questão ambiental para ter incidência na melhora da qualidade de vida. A primeira preocupação deve ser o conhecimento do local, da complexa territorialidade urbana, buscando a relação entre as escalas dos sistemas natural e construído existentes na ocupação das cidades, levando em conta as condições sociais e biológicas dos cidadãos (MENEGAT & ALMEIDA, 2002).

Sujeito a diversas influências, o fenômeno da urbanização é um assunto complexo e as conseqüências sobre o território estão relacionadas principalmente à qualidade do ar, alterando sua umidade, temperatura, movimento e dispersão de poluentes; ao desequilíbrio do

ciclo da água, pela diminuição das áreas livres para infiltração, exploração de grandes volumes de águas subterrâneas e à contaminação do solo (HIGUERAS, 2006).

De acordo com Dacanal et. al (2008), os fundos de vale em área urbana interferem no clima. Quando vegetados têm ótimo desempenho térmico, proporcionando a formação de microclima mais úmido e com menor temperatura. Já quando são canalizados e têm sua vegetação natural suprimida, apresentando suas margens ocupadas com grande adensamento, deixam de favorecer a diminuição da temperatura do ar e a condução do ar fresco ao longo dos vales ou através deles.

Apesar da existência de leis e normas que regulamentam a ocupação das áreas de fundo de vale, entre elas o Código Florestal, os planos diretores e as diretrizes de zoneamento, a falta de controle efetivo na ocupação das várzeas e encostas de morros é evidente. A incapacidade do planejamento em resolver os problemas urbanos leva as cidades a enfrentarem, frequentemente, problemas com inundações dessas áreas, erosões das margens dos rios, além da poluição (FONTES, 1997; GOMES & LAMBERTS, 2009).

A preocupação com a qualidade de vida dos seres humanos nas cidades tem motivado estudos sobre a interferência das configurações urbanas no comportamento do clima das cidades. Alguns como Oke (2006); Monteiro & Mendonça (2003) ; Souza (1996) se dedicam a elaborar metodologias de coleta, sistematização e análise de dados nas pesquisas sobre o clima urbano em várias escalas de influência; outros abordam tecnologias para planejamento e gestão de cidades ou estratégias construtivas para adaptação dos edifícios ao clima como Romero (2001); Rivero (1985); Givoni (1976) e Olgyay (2008); e ainda há os que procuram elaborar ferramentas ou indicadores para que os resultados e as recomendações técnicas sejam efetivamente base para a produção da cidade, dentre eles Moura et. al. (2006); Duarte & Serra (2003) e Katzschner (1997), buscando construir um diálogo entre a pesquisa, as políticas públicas e as decisões administrativas.

Essa pesquisa se apóia nos princípios da sustentabilidade, considerando, assim como Menegat & Almeida (2002) e Higuera(2006), que o conhecimento do território e os aspectos históricos da ocupação, procurando verificar as interações entre os diversos elementos e implicações envolvidos no campo de estudo, são importantes para a construção de um diagnóstico que aponte as necessidades de melhoria, orientando a proposta de políticas e ações no planejamento e gestão das cidades. Assim, pretende-se com o objetivo desta pesquisa contribuir para o diagnóstico da qualidade ambiental urbana, estudando a

interferência térmica da configuração urbana ao longo do eixo do Córrego Canela, na cidade de São José do Rio Preto.

O eixo do córrego Canela localiza-se no centro da cidade, tendo uma importância, tanto viária, como histórica, pois foi em torno dos córregos Borá e Canela que a cidade se desenvolveu. As avenidas Alberto Andaló e José Munia, marginais ao córrego, além de serem elementos importantes do sistema viário, abrigam um importante centro comercial e bancário. Na Av. Alberto Andaló, o córrego teve as margens suprimidas e foi canalizado e fechado. Nela estão a Prefeitura e a Câmara Municipal. Na Av. José Munia, que manteve o córrego a céu aberto e as margens arborizadas, estão o Shopping Center Plaza Avenida, o hipermercado Wal-Mart, Centro de Eventos e o SESC- Serviço Social do Comércio.

A proposta deste estudo foi analisar a relação da temperatura do ar com as características do desenho urbano em dois trechos do córrego Canela, que se diferenciam, sobretudo pela presença de vegetação e permeabilidade do solo. Buscou-se confirmar a hipótese de que a presença da vegetação, e a maior permeabilidade do solo, promoveriam uma minimização das ilhas de calor.

Para isso, é realizada uma revisão bibliográfica, em primeiro lugar sobre a relação entre o desenho urbano e clima, abordando as condicionantes para a configuração do clima urbano, a interferência da configuração urbana, e a influência da vegetação na variação climática; por último uma rápida leitura sobre a ocupação das áreas de fundo de vale na implantação e expansão das cidades.

Logo após são apresentados os pontos de medição e a caracterização dos elementos urbanos de suas áreas de abrangência. Duas coletas de dados térmicos de temperatura do ar nos quatro pontos ao longo das duas avenidas permitiram estabelecer parâmetros para comparação entre os dois trechos do córrego. É demonstrada a análise de dados coletados em dois períodos de 15 dias, o primeiro em abril de 2010 e o segundo entre julho e agosto do mesmo ano.

2. OBJETIVOS

Para verificar a hipótese de que a presença da vegetação e a maior permeabilidade do solo promovem uma minimização das ilhas de calor, propõe-se os seguintes objetivos:

2.1. OBJETIVO GERAL

Investigar a interferência da morfologia urbana na temperatura do ar ao longo do eixo das Avenidas Alberto Andaló e José Munia que margeiam o Córrego Canela na cidade de São José do Rio Preto.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar algumas características urbanas relacionadas à ocupação do solo (cobertura do solo, taxa de ocupação, permeabilidade do solo, presença de vegetação, densidade construída, etc.) dos trechos das avenidas marginais selecionados
2. Verificar as características térmicas dos trechos estudados e suas diferenças em relação aos dados de duas estações meteorológicas: Estação Cetesb e Estação IAC.
3. Identificar relações entre as características de cobertura do solo ao longo do Córrego Canela e um dos parâmetros mais importantes para o conforto ambiental, a temperatura do ar, criando uma base de dados urbanos que possa servir de apoio a outros estudos na mesma área.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. DESENHO URBANO E CLIMA

3.1.1. CONDICIONANTES DO CLIMA URBANO

Para Givoni (1976), o clima de uma região é dado pelo padrão de variação de diversos elementos e suas combinações, sendo os principais elementos: a radiação solar, a emissão de ondas longas enviadas para o céu, a temperatura do ar, os ventos e a precipitação. Este autor enfatiza a inter-relação entre o ser humano, o clima e a arquitetura, detalhando os efeitos psicológicos, sensoriais, fisiológicos causados ao organismo pelas variáveis climáticas como a radiação solar, a temperatura, a umidade do ar, e os ventos. Também analisa os efeitos da relação entre o edifício ou conjunto de edifícios e o ambiente externo, a partir das características termofísicas dos materiais, frente às variáveis climáticas.

Os estudos do clima, para Mendonça & Oliveira (2007), são quase sempre abordados como a formação resultante de diversos elementos climáticos e fatores geográficos, que os condicionam, conforme as características e dinâmica da atmosfera na interação com a superfície dos diferentes locais. Como elementos principais estão a temperatura, a umidade e a pressão do ar. Entre os fatores geográficos estão a latitude, altitude, relevo, continentalidade e atividades humanas. Às características da paisagem se junta à dinâmica atmosférica e oceânica: as correntes oceânicas, as massas de ar e frentes, que atuarão para distinguir os vários climas da terra, que se manifestam através da precipitação, vento, nebulosidade, ondas de calor e frio.

A climatologia, segundo Ayoade (2010) trata dos padrões de comportamento da atmosfera, verificados durante um longo período de tempo, preocupando-se com os resultados desses processos. Já a meteorologia se preocupa com as operações instantâneas da atmosfera, chamado tempo, relacionado ao seu estado físico, dinâmico e químico e as interações com a superfície terrestre.

A radiação solar incidente na Terra é responsável pelo aquecimento do planeta e também pelos movimentos na atmosfera e os fenômenos meteorológicos. Essa radiação recebida varia ao redor do mundo, em diferentes momentos do dia e do ano, em função dos movimentos da Terra. Quando a radiação solar atinge a Terra, ela é refletida, espalhada ou absorvida pela atmosfera e superfície do planeta. Apenas uma parte da radiação incidente

chega até a superfície da Terra, pois já é bloqueada pela própria atmosfera com a absorção pelas partículas do ar e pela reflexão por nuvens. As superfícies terrestres aquecidas absorvem ou refletem radiação conforme suas características de forma, cor e composição, que podem ser coberturas vegetais, solos, rochas ou massas de água. As nuvens refletem também a radiação emitida pelas superfícies terrestres, emanando de volta para o espaço que promove o resfriamento da Terra. (AYOADE, 2010)

O ar sobre os continentes se aquece de forma distinta daquele sobre mares e oceanos, pois a água se aquece e resfria mais lentamente que o solo. Além disso, a rotação da terra muda o ângulo e a intensidade solar durante o ano e conforme a latitude. As latitudes baixas recebem menos insolação. Esses diferentes processos geram áreas mais quentes e mais frias na atmosfera do globo, que gera uma circulação de massas de ar quentes e frias. As massas de ar de regiões de alta pressão convergem para regiões de baixa pressão, com muita ou pouca umidade dependendo da evaporação das superfícies por onde passaram. (MENDONÇA & OLIVEIRA, 2007)

O encontro de massas de ar com características diferentes, ainda segundo Mendonça e Oliveira (2007), é chamada de frente, podendo ser fria quando a massa de ar frio tem mais força e quente quando for o contrário. Essas frentes podem provocar chuvas mais ou menos intensas conforme a quantidade de umidade presente nas massas de ar.

Nas regiões tropicais, segundo Ayoade (2010), a incidência da radiação solar é maior que nas outras áreas do globo, além de que, as variações sazonais são menores. A radiação solar pode ser considerada como de ondas curtas, enquanto a radiação emitida pela Terra e pelos corpos sobre ela é de ondas longas. Quanto menor o comprimento de onda, maior a frequência e maior também a energia contida na radiação emitida (Figura 1)

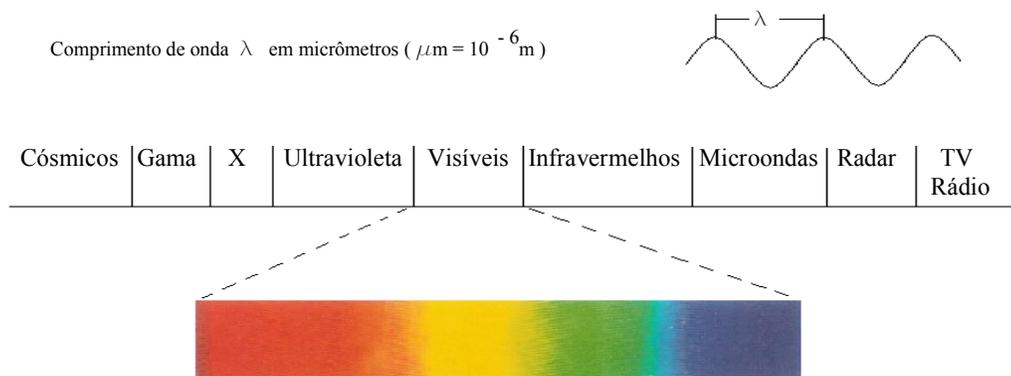


Figura 1- Classificação da energia radiante pelo comprimento de onda.

Fonte: adaptado de Rivero, 1985, p.17.

Sol e terra emitem radiação e se estabelece um balanço de radiação envolvendo a entrada e saída de energia no sistema terrestre, onde as nuvens, a atmosfera e a superfície terrestre são os principais componentes. Os vários tipos de clima e desempenho térmico das localidades são criados a partir deste balanço energético, onde atuam os fatores climáticos de radiação solar, a latitude, a circulação do ar, assim como a altitude, o relevo, a cobertura do solo, as massas d'água e vegetação (BARBIRATO et.al., 2007).

Neste sistema, todos os componentes podem absorver ou refletir a radiação já bastante reduzida, graças à atmosfera, que nos chega constituída pela radiação visível e por raios infravermelhos. A cor dos materiais é responsável pela reflexão da parcela de radiação visível, sendo o branco capaz de refletir mais de 90% dela. Já as trocas térmicas dos materiais com o ambiente se dão pela radiação infravermelha; neste caso são a densidade e a estrutura molecular dos materiais que vão causar a variação da reflexão (OLGYAY, 2008).

Segundo Olgyay (2008) a característica mais importante dos materiais para o controle térmico é seu comportamento com relação à transmissão de calor. Um material pode ser isolante ou condutivo conforme sua característica de condutividade térmica, o que determina a capacidade de transmissão de calor. Além disso, um material tem uma capacidade de acumular mais ou menos calor, dependendo da relação entre sua densidade e calor específico. Quando um material promove atraso térmico e amortecimento na transmissão do calor, diz-se que possui uma inércia térmica.

A porção da radiação que é refletida por uma superfície é chamada de albedo. O albedo varia no espaço e no tempo, dependendo da natureza da superfície e do raio de incidência do sol. Uma combinação de fatores como, a geometria e quantidade de superfícies da área urbana, diminui o albedo médio da cidade comparado ao da área rural (ROMERO, 2001).

Segundo Romero (2001), o que é mais relevante na diferença da resposta térmica do ambiente urbano e do ambiente rural, é a capacidade de redução de armazenamento de calor das áreas rurais pela presença da vegetação, enquanto que as cidades promovem um grande armazenamento de calor. Isso ocorre principalmente pela grande absorção e acúmulo de calor da maioria dos materiais empregados nas construções e pavimentações, que pode ser agravado conforme a forma e orientação das ruas e edificações ou amenizado, com o uso de elementos naturais como espelhos d'água e vegetação.

Ao estudar as interferências do ambiente externo no conforto do ambiente interno, Olgyay (2008), considera que há diferenças entre o meio natural e o edificado, tendo este último, a característica de elevar a temperatura já que a maioria dos materiais presentes é absorvente da radiação solar.

Monteiro (2003) define que: “*o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço e sua urbanização*”, propondo que seja estudado como um sistema dinâmico, aberto e adaptativo. Esse sistema seria composto por três subsistemas: o subsistema termodinâmico, relacionando o conforto térmico ao intercâmbio entre a atmosfera e o ambiente e suas características morfológicas resultantes da ocupação, afetando principalmente o desempenho humano; o subsistema físico-químico, que determina a qualidade do ar como resultado da atividade urbana como indústrias e circulação de veículos, afetando diretamente a saúde com problemas respiratórios; e por fim, o subsistema hidrodinâmico, que trata das ocorrências arrítmicas da atmosfera como alto índice de pluviosidade, ventanias e furacões, que nem sempre são previstos no planejamento da drenagem e outras estruturas urbanas e podem trazer grandes prejuízos.

Para Higuera (2006), a caracterização espacial explica as diferenças regionais dos climas sobre a superfície terrestre, no qual interferem fatores geográficos e astronômicos. Assim se organizam as zonas climáticas, os climas locais ou regionais e os microclimas, estes influenciados por fatores do entorno próximo como a presença de vegetação, água, montanhas, ou a relação entre espaços edificados e livres, podendo ser alterados pelo próprio planejamento urbano. Define que o microclima urbano se diferencia do clima dos arredores, principalmente pelo aumento da temperatura, dando origem a chamada ilha de calor; pela alteração do regime dos ventos e também pela diminuição da umidade.

Segundo a mesma autora, a temperatura se eleva nas áreas urbanas devido à geração de calor pelo consumo de energias secundárias (eletricidade e combustíveis), pela maior absorção da radiação pelos materiais, em maioria inerte e impermeável, além da diminuição da capacidade de dissipação de calor pela atmosfera devido aos poluentes. Já os ventos são alterados na direção e velocidade pelo tecido urbano, pela variação de densidade construída, orientação e largura das ruas, altura e forma dos edifícios. Por fim, a umidade do ar diminui pela quase nulidade de evapotranspiração, já que a água da chuva escorre rapidamente pelas superfícies impermeabilizadas, uma vez que quase não há vegetação ou solos para retenção da água.

Para Higuera (2006) a cidade pode ser entendida como um ecossistema urbano, ainda que seus ciclos não sejam fechados como nos ambientes naturais. Considera que a presença de uma área urbanizada condiciona o meio e seus ciclos ecológicos, alterando o solo e o subsolo, coberturas vegetais, clima e o regime das águas. Desequilíbrios nos ciclos ecológicos urbanos são as preocupações do ecossistema urbano. O efeito de ilhas de calor é considerado pela autora como uma patologia do ciclo atmosférico.

Oke (2006) propõe que sejam consideradas para a abordagem do clima em áreas urbanas, três escalas horizontais e três camadas verticais. As escalas são propostas de modo a definir a área de abrangência de efeitos climáticos pela interferência das características da cidade. Considerando como mesoescala o estudo das influências atmosféricas e climáticas da cidade inteira em uma grande área além dos limites do núcleo urbano. Como escala local, o autor define o estudo de uma área dentro da cidade que possua características semelhantes de desenvolvimento, como um bairro com densidade homogênea ou mesma altura dos edifícios, que sofrem a influência de um conjunto de micro-climas. A microescala procura estudar os microclimas gerados a partir da influência de um edifício, de uma rua ou de árvores, alcançando uma pequena área do entorno. (Figura 2)

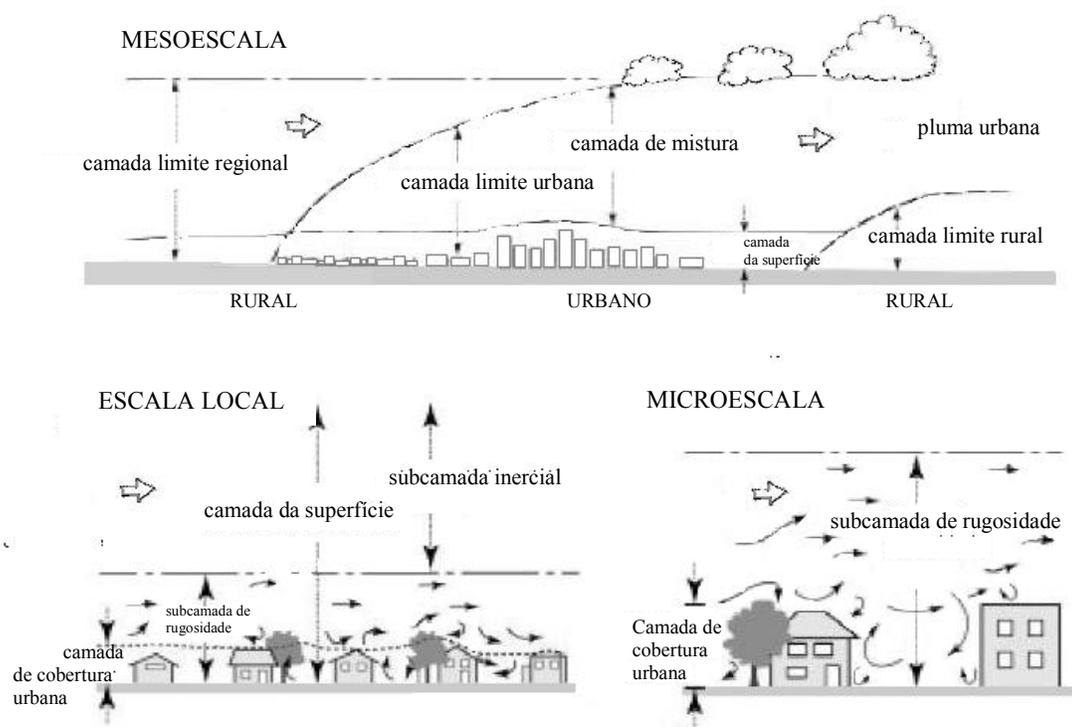


Figura 2- Esquema de escalas climáticas e camadas verticais em áreas urbanas.

Fonte: adaptado de Oke,2006, p.3.

Para definir as camadas verticais, Oke (2006), se baseia no fato de que as trocas térmicas de calor e umidade entre os corpos na cidade acontecem dentro de uma camada de ar com espessura variável. O que define esta espessura a partir do solo é o limite definido pela média de altura dos edifícios e árvores, que são os elementos de rugosidade. Entre esta camada de troca térmica urbana e a atmosfera local original do lugar, se configura uma camada onde as duas primeiras se misturam. Os efeitos da chamada pluma urbana podem interferir em grandes áreas além do núcleo urbano.

Definir a escala de análise do clima urbano, segundo Oke (2006), pressupõe preliminarmente uma definição das propriedades da área urbana. Para este mesmo autor são quatro as características básicas que afetam a atmosfera: a estrutura urbana, definida pela a dimensão dos edifícios, os espaços entre eles e a largura das ruas; o tipo de cobertura, que pode ser revestida de solo, pavimentada, água ou vegetação; o tecido urbano, composto de construções e materiais naturais e; o metabolismo urbano, ou seja, o calor e os poluentes gerados pela atividade humana.

Adotou-se para o estudo da influência das características locais do ambiente na temperatura do ar, a abordagem em microescala definida em Oke (2006), enfocando a cidade como um ecossistema de acordo com Higuera(2006), onde cada elemento desempenha o seu papel para as condições do clima urbano, sendo que, alterando-se um ou mais elementos do ambiente, altera-se também o desempenho térmico. Conforme a afirmação de Romero (2001), o que é mais relevante na resposta térmica do ambiente urbano é a capacidade de armazenamento de calor, o que fundamenta a hipótese de que os dois trechos do córrego terão desempenho térmico diferente, pelo fato de apresentarem como cobertura do solo de um lado significativa presença de vegetação, de outro grande quantidade de materiais empregados nas construções e pavimentações, como asfalto e cimento, inertes e impermeáveis, conforme vários autores , entre eles, Givoni (1976); Olgyay (2008) e Romero (2001).

3.1.2. ANÁLISE DA CONFIGURAÇÃO URBANA EM FUNÇÃO DO CLIMA

Para Olgyay (2008), o tecido e a organização da cidade refletem tendências políticas e sociais, bem como as escolhas de materiais e técnicas utilizados. Analisa as diversas

adaptações climáticas de edifícios ou agrupamentos de edifícios em assentamentos humanos e as combinações de solução formal com as condições climáticas. Demonstra que, através de formas e arranjos específicos de ruas e edifícios, é possível aproveitar a radiação solar para maior aquecimento, ou diminuir a circulação do ar para proteção de ventos fortes. Observa, contudo, que há lugares e regiões onde o clima é tão hostil, que técnicas e considerações matemáticas ou fisiológicas não são capazes de implantar espaços onde possa existir uma comunicação fluida entre o meio e as edificações, restando ao homem desenvolver suas atividades em espaços fechados.

Os estudos sobre o clima das localidades partem do princípio da necessidade de adequação dos assentamentos humanos, ou seja, da tecnologia para adaptação da configuração da cidade e das edificações frente ao clima local e às necessidades físicas e biológicas do ser humano. Buscam fornecer subsídios para que no planejamento de uma implantação ou intervenção em cidades, sejam consideradas as interações com o clima de forma que o convívio dos habitantes ao ar livre possa acontecer sem prejuízo à saúde e de forma equilibrada com o meio ambiente.

No sistema proposto por Monteiro (2003) para o estudo do fenômeno do clima urbano, o homem tem grande importância pelo seu desempenho na transformação da energia e pelas modificações na estrutura urbana. A cidade é vista integrada em níveis superiores do clima regional e sazonal, e também aos microclimas a partir da divisão de sua estrutura urbana em diferentes setores, bairros, ruas, casas e ambientes internos. Para o autor o crescimento desordenado da urbanização, agravado pela sobrecarga de produtos nocivos, dificulta o equilíbrio ambiental. Sabendo que dificilmente o crescimento urbano, da industrialização ou da circulação de veículos, seria cessado pelo homem, defende que o estudo do clima urbano como um sistema em constante alteração, contando com esforços do poder público, pode propiciar a elaboração de metas para o crescimento harmônico.

Adotar a concepção do clima urbano como um sistema dinâmico, assegura que sejam monitoradas continuamente características que podem ser alteradas a qualquer momento. A construção de um edifício alto, por exemplo, aumenta as superfícies de contato com a radiação, produz sombras nas áreas e edificações adjacentes, além de alterar a circulação do ar, interferindo no comportamento térmico do ambiente local.

Segundo Katzschner & Thorsson (2009), o desenho da cidade adequado às condições climáticas pode responder à radiação solar, de modo a reduzir o stress do calor no nível da rua, bem como diminuir o uso de energia, gastos com a saúde, sociais e econômicos, além de

trazer benefícios ambientais como resultado. Para esses autores a temperatura média radiante e a velocidade do vento, são percebidas de modos diferentes conforme as características da região. Especialmente uma maior velocidade de vento, parece ser percebida negativamente pelas pessoas que vivem em climas moderados, mas positivamente percebida em climas mais quentes.

Para Katzschner & Thorsson (2009), analisar o efeito da geometria urbana e dos materiais de construção no microclima é de grande utilidade para o desenvolvimento de diretrizes e ferramentas para o desenho urbano. A localização, orientação e construção de prédios e estruturas, escolha de materiais de superfície, a definição de espaços abertos e outras decisões podem favorecer o comportamento térmico e a ventilação do ambiente. Defendem ainda que, através de ações de planejamento dos espaços urbanos, que devem ser apoiadas no resultado de pesquisas e mapas de comportamento térmico, consegue-se alterar o meio. Plantando árvores, aumentando a largura dos espaços ou mudando orientação de fachadas, pode-se contribuir para tornar os índices térmicos e a circulação de ar confortáveis para o ser humano.

Souza (1996) explica que a configuração da cidade, relevo e suas características geométricas como o desenho e largura das vias, o uso do solo, a altura e forma dos edifícios, a presença de vegetação e corpos d'água, tem um impacto sobre o clima local, configurando o clima urbano. A geometria urbana é bastante variada, portanto pode interferir de diferentes formas na troca de calor das superfícies com a atmosfera, o que pode gerar a formação de várias ilhas de calor dentro da mesma cidade.

Rivero (1985) afirma que o estado de conforto térmico para o organismo humano não admite interrupções, defendendo que os espaços exteriores devem ser tratados, de forma a procurar resolver esse problema com os elementos do próprio espaço.

Características das edificações na cidade, como a porosidade, ou seja, o arranjo entre as edificações que varia a permeabilidade ao vento; a rugosidade, definida por esse arranjo somado a altura das edificações, promovendo maior ou menor fricção entre as superfícies e os ventos, são previstos na legislação de obras do município, que orienta o uso do solo, a taxa de ocupação, os recuos mínimos e o índice de utilização dos lotes. As diretrizes para essas características construtivas são definidas nos planos diretores das cidades, pela localização e quantificação de áreas verdes, arborização viária, localização de atividades geradoras de calor, ordenação do trânsito e transportes.

Para Higuera (2006) um caminho para realizar o planejamento da cidade de forma equilibrada com o meio ambiente, possibilitando uma ótima qualidade de vida aos habitantes se baseia no conhecimento das potencialidades do território e do equilíbrio entre a entrada e saída de materiais e energia. Propõe uma metodologia apoiada em princípios bioclimáticos que se inicia com o conhecimento do meio físico e ambiental. A geomorfologia, a presença da água, o subsolo, a vegetação, as características da insolação e do vento são analisados para o conhecimento dos recursos potenciais do território. Também é avaliada a capacidade de interação desses elementos para que se possam traçar as estratégias para o tratamento do sol, do vento e da umidade. De posse desse conhecimento, o planejamento territorial deverá ser tratado como ordenação ambiental de sistemas urbanos que envolvem o sistema viário, as zonas verdes e os equipamentos necessários ao funcionamento da cidade, de forma a garantir a melhor posição, aproveitamento, questões de estética, higiene e uso do território.

Pode-se afirmar que as áreas urbanizadas produzem efeitos na atmosfera de uma região devido às diversas formas de uso e ocupação do solo e estrutura urbana. O grau de transformação das superfícies, os materiais utilizados, a rugosidade, a densidade, a permeabilidade do solo, a contaminação do ar e a geração local de calor, são fatores que irão determinar a reflexão, absorção ou armazenamento da radiação solar, além de produzir efeitos na circulação e atrito da ventilação.

Nos meios urbanos, a relação entre temperatura e umidade do ar sofre interferência das características do recinto como já apontado por muitos dentre eles Olgyay (2008); Romero (1998,2001); Souza (1996) e Mascaró (2004). A razão disso é a variação da capacidade de acumular calor ou irradiá-lo para a atmosfera que possuem a massa edificada, a cobertura natural, a pavimentação, a vegetação. Além do albedo dos materiais, e da inércia térmica das edificações, segundo a autora, a geometria da configuração urbana também influencia na refletância da radiação e no comportamento dos ventos.

A relação entre a altura de edificações adjacentes e o solo é conhecida pela expressão cânion urbano, e se apresenta como a principal unidade geométrica da estrutura urbana, referindo-se ao volume de ar contido neste espaço. São importantes na definição do comportamento térmico das estruturas urbanas a orientação e largura das ruas, a altura das edificações e os materiais utilizados, pela implicação no aumento das superfícies acumuladoras de calor e condicionamento da circulação do ar. Também pode ser considerada no estudo da forma urbana a porção da abóboda celeste disponível para dissipar a emissão de

calor pelas superfícies, chamado fator de visão do céu, definida pelos limites impostos pelas edificações (BARBIRATO et. al., 2007).

O comportamento térmico urbano se altera à medida que a morfologia dos espaços é alterada. Com aumento de impermeabilização e verticalização, mais superfícies acumuladoras de calor e menor a porção de céu visível, farão com que se acumule o calor absorvido e diminua a dissipação do calor dos ambientes por convecção ou por emissão de ondas longas. Porém, a melhor geometria para o conforto térmico do espaço urbano é um difícil equilíbrio entre a ocupação do espaço urbano e a obstrução do céu, pois se uma maior ocupação e verticalização com menor porção visível do céu diminuem a perda de calor durante a noite, por outro lado, propicia sombreamento durante o dia. Enquanto que uma densidade construída menor, baixa verticalização e maior porção de céu visível possibilitam maior tempo de acesso solar, fazendo com que os ambientes mais abertos recebam maior quantidade de radiação direta incidente durante o dia (SOUZA, 1996; SOUZA et.al., 2009).

Os benefícios do sombreamento em equilíbrio com a menor perda de calor por obstrução da dissipação são apontados por Emmanuel (2005) como solução de controle da incidência solar para amenizar as ilhas de calor urbanas. Segundo o autor as áreas expostas ao sol, pavimentadas ou não apresentam pouca diferença frente à radiação, e as áreas sombreadas por árvores ou edificações, da mesma forma, tem comportamento semelhante sob ação da insolação. Evidencia, no entanto, a vantagem do sombreamento obtido pelo uso de arborização, pois esses elementos, não absorvem a radiação interceptada para depois dissipar aos poucos como as edificações por consumirem a maior parte da energia para sua sobrevivência, além de oferecem menor resistência à dissipação do calor sob suas copas.

Considerando que aspectos da cobertura urbana, tecido e metabolismo da área urbana podem influir no clima de forma diferente, Oke (2006) propõe a caracterização de zonas climáticas urbanas a partir da atribuição de pesos determinados para diversas categorias avaliadas segundo mapas, fotografias ou in loco. Traz uma classificação simplificada e hierarquizada conforme o grau de impacto no clima local. Em sete classes definidas segundo a intensidade de desenvolvimento, a altura das edificações, a densidade urbana e uso do solo, a rugosidade é avaliada na área em estudo. Acompanha a definição das classes a relação da altura média dos edifícios em relação à largura média das ruas ou espaçamento entre dois edifícios, e o grau de impermeabilização do solo.

De acordo com Moura et. al. (2006) a ventilação e a radiação são condicionantes importantes para o conforto térmico em uma cidade. Utilizando como referência os resultados

de medições climáticas em estudos anteriores realizados em vários transectos pela cidade de Salvador, os autores elaboraram cartas temáticas onde foram selecionadas, interpretadas e avaliadas categorias, atribuindo pesos para cada uma delas, conforme sua influência no conforto térmico. Esses autores propõem uma categorização e espacialização de parâmetros como altura das construções, topografia, usos do solo, densidades de ocupação e vegetação, para investigar de que forma o armazenamento de calor e a ventilação afetam o clima (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1- Variação de altitude em três níveis que foram representados espacialmente na Carta Temática de Topografia para a cidade de Salvador. (Fonte: Moura et. al., 2006, p.45)

NIVEIS	CRITÉRIOS	PESO
1	Altitude > 60m	-1
2	20m < Altitude < 60m	0
3	Altitude < 20m	-1

Tabela 2- Padrões de uso do solo que estão representados na Carta Temática de

Uso do Solo para a cidade de Salvador. (Fonte: Moura et. al., 2006,p.45).

PADRÕES	CRITÉRIOS	PESO
P1	Edificações altas (> 10 andares) e alta densidade	8
P2	Edificações altas (> 10 andares) e média densidade	6
P3	Edificações médias (1-4 andares) e média densidade	4
P4	Edificações baixas (< 4 andares) e alta densidade sem vegetação	7
P5	Edificações baixas e média densidade	5
P6	Edificações baixas e baixa densidade com vegetação	3
P7	Edificações baixas e baixa densidade sem vegetação	2
P8	Estruturas especialmente grandes: industriais, shopping centers, hospitais	1
P9	Parques e/ou densidade muito baixa com vegetação espalhada / com informação deficiente	1

Os autores também elaboraram uma carta temática para a ventilação, usando como critérios a distância do mar, os corredores de vento e a rugosidade da superfície urbana. A sobreposição das cartas temáticas gerou um mapa de avaliação do clima urbano, que possibilita a interpretação do conforto térmico em função das estruturas morfológicas urbanas.

Para isso utilizou-se a ferramenta SIG, sistema de informação geográfica, baseado na metodologia de Katzschner. Os resultados demonstraram que o maior desconforto térmico está relacionado às áreas de maior densidade construída, variando quando essas áreas

semelhantes na ocupação são favorecidas pela ventilação. Outras áreas, mesmo com construções baixas, devido à incidência de radiação, menor ventilação e ausência de vegetação foram classificadas como ilhas de calor.

Katzschner (1997) sugere ainda que sejam analisados outros critérios para as classificações que originam as cartas temáticas, como o tipo de cobertura e o grau de impermeabilização do solo, que são características urbanas importantes. O autor propõe um planejamento da cidade orientado pelo clima. Através do mapa gerado pela sobreposição das cartas temáticas, o autor afirma que seria possível estabelecer prioridades e apontar ações na gestão do espaço urbano. Diretrizes com objetivo de definir limites para ocupação de áreas, indicarem áreas onde se deve evitar a ocupação ou recomendar melhorias que possam trazer maior qualidade de vida e conforto térmico nas cidades. Cada cidade analisada particularmente, de acordo com as suas características, gera categorias próprias, que, segundo o autor, estão divididas em três grandes áreas:

- Áreas que devem ser protegidas ou melhoradas por razões climatológicas de alcance regional que afetam a cidade, com relação principalmente a penetração de vento e circulação do ar;
- Áreas que são de importância para o microclima urbano e as condições de conforto térmico, como, por exemplo, áreas com significativa vegetação e;
- Áreas com condições climáticas negativas com recomendação de melhoria, tais como alta intensidade da ilha de calor ou com temperaturas extremas, áreas com ventilação reduzida através de efeitos de diferentes barreiras ou áreas com vegetação baixa e alta poluição do ar, dentro de espaços densamente construídos.

Roriz & Barbugli (2003), abordando as diferenças climáticas em zonas urbanas na cidade de Araraquara, constataram consideráveis diferenças, procurando identificar as causas e analisar as conseqüências. Afirmam que, apesar de ser pequena a influência de cada fator isolado, a ação conjugada entre eles pode ser determinante na formação dos microclimas urbanos. Os fatores considerados na análise foram: a altitude, o ângulo de incidência dos raios solares, a porcentagem de áreas cimentadas, a porcentagem de áreas verdes e a porcentagem de áreas edificadas. As áreas foram determinadas com base na projeção de fotografias aéreas.

Os autores concluíram que as diferenças de temperaturas são elevadas pelo adensamento de edificações e áreas impermeáveis, assim como são reduzidas por efeito da arborização. Definindo um raio de influência de 150m a partir de cada ponto de medição, determinaram a área de cada parâmetro que seria responsável pela oscilação de 1°C nas temperaturas máximas, para mais ou para menos. Observaram que, apesar das limitações da pesquisa, em função de não compreender vários períodos do ano e não considerar fatores como ventos, chuvas e outros, o estudo demonstra a possibilidade efetiva de serem elaborados micro zoneamentos climáticos da área urbana.

Planejar estrategicamente uma cidade, para Ng et.al. (2006), requer informações climáticas urbanas tendo como base o conforto humano, de forma a proporcionar um ambiente propício para a construção e seu ocupante, além de reduzir o consumo de energia. Para esses autores, mais importante que notar e quantificar a diferença entre a temperatura das áreas rurais e urbanas, para os urbanistas e planejadores da cidade, a questão chave é lidar com as trocas térmicas e as variações de temperatura e umidade dos microclimas urbanos. O objetivo é subsidiar ações de mitigação dos efeitos que prejudicam o conforto térmico nas áreas abertas da cidade, afinal é no espaço aéreo que os pedestres podem sentir o ambiente.

Em um estudo em Hong Kong, esses autores elaboraram um mapa climático urbano, a partir de mapas de estudo do tecido urbano, topografia, solos, vegetação e outros parâmetros. Utilizando a ferramenta SIG, a partir de uma classificação, avaliaram o comportamento térmico de área em função de suas características morfológicas. Cada parâmetro foi caracterizado por uma ponderação negativa, quando a interferência é de aumentar a carga térmica e uma ponderação positiva quando o efeito produz uma atenuação na carga térmica ambiente. A partir dos resultados elaboram uma análise e apontam diversas ações que devem ser evitadas na expansão ou ações que devem ser incentivadas para mitigar efeitos de ilhas de calor. Dentre as ações sugeridas estão: limitar a altura de edificações ou orientar ruas de acordo com a ventilação, controlar a ocupação, plantar árvores ou alargar ruas existentes.

Para Romero (2001) o estudo do espaço urbano deve integrar a análise de componentes espaciais e ambientais. Os componentes ambientais são nomeados entorno climático, estética da luz, sensações de cor e espaço sonoro, são características relacionadas à quantidade e à qualidade de energia que chega até o espaço, com relação à radiação, luz e som. Os elementos espaciais, ou seja, os elementos que conformam o espaço se organizam em três categorias: entorno, base e superfície fronteira.

A autora propõe uma metodologia para levantamento das características morfológicas do espaço urbano, baseada nessas três categorias. A análise do espaço define a altura e orientação, apresenta o levantamento de dados com relação à insolação, ventos, som, etc. Na base se avalia a natureza dos elementos superficiais, como coberturas projetadas, pavimentos, vegetação, mobiliário, presença de água, quanto as suas propriedades em relação ao comportamento térmico e acústico. Já na superfície fronteira estuda-se a porosidade, detalhes da edificação, propriedades dos materiais, área total das superfícies do entorno, céu, etc.

A estrutura urbana e as características construtivas dos edifícios da cidade quando não proporcionam a compensação para o alcance de uma qualidade térmica satisfatória, ainda contribuem para o aumento do consumo de energia elétrica devido à implementação de climatização artificial, além da interferência no desempenho humano e conseqüências desfavoráveis para a saúde, (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007).

Com base nessa revisão bibliográfica, aconsidera-se aqui que quantificar a diferença da geometria e ocupação dos dois trechos do córrego Canela, possibilita uma verificação da hipótese relacionada à existência de diferença na intensidade de ilhas de calor entre esses ambientes, conforme Souza(1996). Além disso, assim como em Emmanuel (2005), evidencia o efeito da vegetação na amenização da temperatura do ar em um dos trechos, principalmente em função do sombreamento das superfícies, da redução do armazenamento de calor e da facilidade na dissipação do mesmo.

A partir de Moura et. al. (2006) e Katzschner (1997) propõe-se como características do ambiente a serem quantificados, os parâmetros de altura das construções, tipo de cobertura e o grau de impermeabilização do solo, densidades de ocupação e vegetação, para investigar se e de que forma o armazenamento de calor afetaria o clima.

A definição da área de influência de cada ponto de medição e o cálculo em porcentagem, assim como a determinação de áreas cimentadas, áreas verdes e áreas edificadas feitas com base na projeção de fotografias aéreas basearam-se em Roriz & Barbugli (2003). Em Romero (2001), encontrou-se a base para estruturar a apresentação dos componentes espaciais quantificados, caracterizando os ambientes de estudo para posterior análise da relação destes com os dados de temperatura do ar coletados.

3.2. A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO CLIMA

Em um solo coberto de vegetação, as folhas absorvem uma grande quantidade de radiação, impedindo a incidência direta na superfície. Entre a vegetação, parte da energia é consumida na evaporação, o que afeta significativamente o balanço de energia.

Na escala de um microclima em uma área urbana, onde a maioria dos materiais presentes acumula calor (concreto, asfalto e tijolos), a presença de vegetação pode contribuir para amenizar os efeitos de condições climáticas adversas sobre seus arredores. De acordo com Romero (1988), a vegetação auxilia na diminuição da temperatura do ar, pois absorve energia e favorece a manutenção do ciclo oxigênio-gás carbônico essencial à renovação do ar. Segundo a autora, enquanto a maioria dos materiais utilizados na produção da cidade toda a energia é transformada em calor, um espaço gramado pode absorver grande quantidade de radiação solar, irradiando uma quantidade menor de calor que qualquer superfície construída.

Nos estudos do fenômeno da ilha de calor, as modificações de temperatura do ar observadas nos centros urbanos são consideradas representativas da ação conjunta do ambiente construído. A combinação de fatores como ângulo de visão de céu visível, cobertura vegetal existente, cor e textura das fachadas, cheios e vazios são dados determinantes do desempenho térmico do recinto urbano (MASCARÓ & MASCARÓ, 2004).

Para esses autores a vegetação contribui de forma significativa ao estabelecimento dos microclimas, influenciando a ventilação, causando efeitos de canalização, obstrução ou deflexão. O próprio processo de fotossíntese auxilia na umidificação do ar através do vapor d'água que libera. A influência da vegetação na temperatura do ar está relacionada com o controle da radiação solar, ventilação e umidade relativa do ar.

As árvores, segundo os mesmos autores, principalmente as de grande porte, acrescentam ao recinto urbano, tanto mais capacidade térmica, quanto mais massa se inclui, aumentando sua inércia e provocando queda diurna das variações de temperatura. Além disso, elas provocam um aumento da umidade relativa do ar em todos os recintos. Explicam que os fundos de vale urbanos, com vegetação nativa ou complementada, amenizam a paisagem, além de poderem ser áreas de lazer para a população.

Para Rivero (1985) a cidade tem seu próprio microclima como resultado do conjunto de volumes e materiais que a compõe, onde a latitude e a altura sobre o nível do mar determinam características particulares para a radiação solar e a temperatura do ar de uma

zona. O comportamento térmico dos materiais diante da radiação solar, ou seja, a quantidade de calor recebida que é transformada em calor superficial capaz de interferir na temperatura do ar é variável. A água necessita de uma quantidade de calor muito maior que a terra, por exemplo, para elevar a sua temperatura em 1° C considerando 1 m³ de volume. Desta forma, os núcleos urbanos, constituídos principalmente de materiais inertes como concreto e tijolo, assim como a terra, contribuem de forma a aumentar a temperatura do ar.

Para este autor os vegetais têm excelente comportamento nos climas quentes, considerando-os verdadeiros condicionantes térmicos, pois além de absorverem a maior parte da radiação solar recebida para as suas funções vitais, no processo da fotossíntese, ainda liberam água no ambiente como resultado deste processo. Assim, tem-se que a temperatura superficial das folhas se mantém sempre abaixo das temperaturas dos corpos inertes vizinhos, refletindo menor quantidade de energia para o ambiente. Embora mais utilizadas pelo valor ornamental, as árvores oferecem a possibilidade de melhorar a resposta térmica dos ambientes urbanos, pois além de consumirem grande parte da energia, podem desempenhar funções específicas como proporcionar sombra, deter e canalizar ventos.

Rivero (1985) sustenta que as cidades da América perderam áreas verdes e arborização para solucionar os problemas com o trânsito de veículos, criando avenidas onde se torna um sacrifício para o ser humano a circulação nas horas de calor no verão. Apesar desse desconforto nas cidades, não se percebe a conveniência de plantar árvores que propiciem um sombreamento para os pedestres caminharem nos passeios.

Higuera (2006) busca evidenciar os benefícios da vegetação na qualidade de vida detalhando suas funções no ambiente urbano:

- Ação de descontaminação atmosférica, pela capacidade de decomposição do dióxido de carbono, oxigenação dos óxidos de enxofre, retenção de partículas em suspensão e liberação de oxigênio livre no ar;
- Ação de amortecimento da velocidade dos ventos em contraposição às barreiras construtivas que causam grande turbulência ao redor;
- Influência sobre o comportamento do ambiente frente à radiação solar, pela absorção de energia necessária ao seu processo biológico da fotossíntese, além da elevação da umidade do ar pela liberação de água como resultado deste processo e;
- Ação como proteção aos ruídos.

A autora esclarece que a eficiência dessas funções está relacionada ao nível dos efeitos sobre os quais se deseja agir e o tipo de vegetação adotado, quanto ao porte, desenho das folhas, quantidade de espécies, etc.

Pesquisas realizadas em várias cidades concluem que há interferência do desenho urbano nas características do clima urbano. Dentre esses estudos, vários confirmam que essa influência é especialmente relativa à presença de vegetação e corpos d'água. Esses elementos diminuem a temperatura e aumentam a umidade do ar, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida, diminuindo os efeitos da formação de fenômenos de ilhas de calor, entre outras particularidades adequadas ao espaço urbano.

Fontes (1997), concluiu, com base em estudo de dados obtidos em pesquisa de campo, que a presença da água e vegetação nas áreas de fundo de vale é responsável pela amenização da temperatura nessas regiões em relação ao centro da cidade de São Carlos, no estado de São Paulo.

Analisando a interferência de uma extensa área de vegetação, o Parque das Dunas, na cidade de Natal, Carvalho (2001) buscou compreender como ocorre o relacionamento entre vegetação e clima, procurando entender se realmente há interferência no clima urbano. Encontrou uma resposta afirmativa para esse questionamento, analisando a cidade como um todo, abordando várias dimensões. Demonstra que há um conjunto de variáveis a serem estudadas quando se trata da importância da vegetação na cidade. Considera a própria história, social e política do lugar, importante para a construção dos conceitos da saúde do ambiente da cidade e dos seres humanos. O conforto ambiental é visto como percepção, sensação térmica e saúde, a vegetação como elemento construtivo, que se desempenha termicamente de diferentes formas, conforme dimensão, textura, cor e capacidade de trocas com o entorno.

A autora concluiu que o Parque das Dunas atua no clima de Natal, por vários motivos. O parque produz efeitos de oxigenar e umedecer o ar, fixar as areias das dunas, purifica o ar, reduz e filtra a radiação solar, diminuindo a temperatura do ar no seu interior e num raio de 3,51 km² do seu entorno. Além de constituir uma paisagem caracterizada pela beleza natural e ser um local de captação das precipitações pluviais, as dunas geram um microclima de conforto para a população de Natal e contribuem para aumentar a qualidade de vida dos habitantes, sendo ainda uma opção de lazer.

Outros estudos em Presidente Prudente e São Carlos, no estado de São Paulo, comparam o desempenho térmico de praças com vegetação e sem vegetação, concluindo que

há uma diminuição da temperatura nas áreas com vegetação (AMORIM & GOMES, 2003 e MODNA & VECCHIA, 2003). Para Amorim & Gomes (2003), a vegetação age como regulador do clima urbano, atuando sobre a temperatura do ar, a umidade e a ação do vento, que são condicionantes importantes na sensação ou não de conforto pelo corpo humano. Os autores encontraram diferenças significativas no desempenho térmico entre duas praças com condições topográficas semelhantes e bastante edificadas, sendo uma arborizada e outra com pouca vegetação, constatando que é principalmente sob altas temperaturas e baixa umidade que a arborização age eficientemente regulando as condições térmicas do ambiente.

Modna & Vecchia (2003) confirmaram a hipótese de criação de um microclima de maior conforto para o ser humano no ambiente com a presença marcante da vegetação e com a ausência de pavimentação. Através de medições regulares, comparando a temperatura e a umidade relativa do ar entre um bosque no campus universitário, com arborização significativa e uma praça urbana com pouca presença da vegetação, encontraram no bosque uma variação de 2°C a 3°C inferior ao medido na praça, com pavimentação e ausência de vegetação.

O estudo, como outros com base em semelhante abordagem, sugere a adoção de políticas públicas, que hierarquizem e nomeiem como instrumentos de gestão do ambiente urbano o uso de vegetação e a manutenção do solo como superfície isenta de pavimentação, na manutenção da possibilidade de troca de calor.

Gomes & Lamberts (2009) constataram em estudo realizado em Montes Claros, MG, que o aumento da cobertura vegetal é acompanhado por uma diminuição da temperatura. Já o aumento das áreas impermeáveis (calçadas, ruas pavimentadas e asfaltadas) acompanha o aumento da temperatura, devido à diminuição das trocas térmicas de calor latente, pois a diminuição de áreas verdes reduz a perda de calor pelo processo de evapotranspiração.

Usualmente a contabilização de área verde nas cidades é feita em função do tamanho da população. Duarte & Serra (2003) propõem um indicador para determinar esse parâmetro em função da densidade construída para cada bairro ou zona da cidade. O objetivo seria manter um padrão de ocupação, uma vez que a proporção de área verde por habitante, ainda que elevada, pode não significar qualidade ou conforto térmico, pois esta área verde pode estar concentrada em um local onde há pouca ou nenhuma população. Essa situação é freqüente nas cidades, onde há concentração de pessoas e alta densidade construída, encontra-se pouca ou nenhuma vegetação.

A rua, para Mascaró & Mascaró (2004), é o espaço urbano de uso público que tem como função organizar e relacionar os fatos arquitetônicos na malha urbana, proporcionando ar e luz aos edifícios, sendo ao mesmo tempo ambiente de movimento e vivência. A praça é vista como lugar, pleno de significados e ambiência própria, definido como um oco entre os edifícios. Rua e praça afetam a ambiência urbana conforme suas dimensões, orientação, materiais aplicados, assim como a presença de vegetação em forma de cobertura do solo ou espécies arbustivas e arbóreas. Para a autora a árvore é a forma vegetal mais característica na paisagem urbana, sendo que o tratamento da massa arbórea torna possível construir a noção de espaço, condição de sombra e frescor, além de importante elemento ornamental em conjunto com os edifícios.

Segundo Mascaró (2004), a vegetação atua nos microclimas urbanos contribuindo para melhorar a ambiência urbana sob diversos aspectos, dependendo das formas de uso, tipo de clima local e estruturas urbanas existentes. Agindo sobre os elementos climáticos, a vegetação contribui para o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e amenizando a poluição do ar. Estas formas de uso dependem do tipo de vegetação, forma da copa, seu porte, idade, período do ano, e das formas propostas para associação de vegetais. Os recintos urbanos arborizados com espécies de pequeno porte sofrem com os efeitos indesejáveis do clima. Porém, o plantio de espécies de grande porte nos passeios públicos exige estudos para a escolha de espécies que causem menos danos às infraestruturas urbanas (MASCARÓ & MASCARÓ, 2004).

Além da análise da interface da arborização com os sistemas de abastecimento de água, de coleta de esgoto e drenagem, de eletrificação e iluminação pública, de semáforos e comunicação no trânsito, um cronograma de manutenção, irrigação e eventuais podas são ações necessárias para o desenvolvimento e sobrevivência saudável das espécies. Assim, a cidade irá usufruir dos benefícios da vegetação, quanto mais o planejamento e a gestão urbana estiverem comprometidos com os princípios bioclimáticos para o desenho urbano. Adotando esses princípios, baseados no exame, sistematização e elaboração de informações sobre os ambientes físicos e sociais, a cidade se torna capaz de construir espaços saudáveis e adequados às atividades humanas (ROMERO, 1988).

Para Lombardo (1997) a urbanização atua como um modificador do clima local, atenuando ou eliminando as diferenças causadas pelo sítio. Entende que a cidade modifica o clima através da alteração nas superfícies, inserção de formas mais complexas, materiais mais condutivos de calor, desenvolvimento de atividades geradoras de calor com dispersão de

materiais particulados, alterando a relação com a radiação solar, o regime de ventos e a composição atmosférica. A autora relata que, no ano de 1985, na cidade de São Paulo encontrou temperaturas altas em regiões densas, verticalizadas e com grande atividade, enquanto que em regiões com presença de áreas livres e próximas a corpos d'água as temperaturas sofreram declínios acentuados. Afirma que isso se explica pelo processo de fotossíntese e transpiração da vegetação, que absorve radiação solar; da mesma forma, os corpos d'água interferem no balanço de energia do ambiente pela alta capacidade calorífica e pelo consumo de calor pela evaporação.

A presença da vegetação traz benefícios relevantes no processo de amenização climática do meio urbano. A utilização da vegetação é hoje uma estratégia recomendada pelo projeto ambiental que procura reduzir os efeitos da ilha de calor e da poluição urbana, além de reduzir o consumo de energia. Fatores como dimensionamento dos lotes e obrigatoriedade de recuos, que são imprescindíveis para manutenção do solo permeável, e presença da vegetação, estão presentes na lógica do parcelamento, na expansão do solo urbano. Pode-se afirmar que as áreas livres inseridas em áreas verticalizadas, quando vegetadas, agregam valores de umidade do ar, conforto térmico e elementos de qualidade como textura, diferentes volumes e cor na diversidade da paisagem construída.

Silva & Romero (2009), através de resultados obtidos em pesquisas sensoriais e climáticas, além das simulações computacionais com auxílio do software *ENVI-met*, especializado em simulações climáticas de áreas urbanas, concluíram que a quantidade de superfície impermeável e a quantidade de superfície sombreada são determinantes para a criação de microclimas diferenciados. Nessa pesquisa realizada em ruas na cidade de Teresina, os autores verificaram que essas alterações ocorrem principalmente pela quantidade e conformação da arborização que possuem.

Modificando as superfícies naturais, a ocupação urbana aumenta as áreas impermeabilizadas em relação às áreas permeáveis, o que altera o ciclo hidrológico, fazendo com o sistema de drenagem recolha rapidamente as águas da chuva, levando-as às partes mais baixas, normalmente recolhidas aos cursos d'água urbanos. Esse processo está relacionado à ocorrência de enchentes nos períodos do ano de maior precipitação. A supressão de vegetação e das superfícies naturais, ocupando o solo com construções, ruas e avenidas, levando à impossibilidade de infiltração de água no solo, introduz um fator de retenção maior de calor nas superfícies da cidade contribuindo para a formação de ilhas de calor (LANDSBERG, 1981).

Em todos os autores estudados o uso da vegetação é sempre apontado como uma importante estratégia para amenização da temperatura do ar nas áreas urbanas, relacionada ao controle da radiação solar, ventilação e umidade relativa do ar. Entre os benefícios do uso da vegetação evidenciam a absorção de grande quantidade de radiação solar, irradiando uma quantidade menor de calor que qualquer superfície construída, devido ao processo da fotossíntese. Como resultado desse processo a vegetação libera água no ambiente e oxigênio livre no ar. Além disso, as árvores garantem uma ação de descontaminação atmosférica e proporcionam sombra para os pedestres caminharem nos passeios.

Destacam-se por defender a vegetação para melhorar a qualidade de vida urbana por diminuir os efeitos da formação de fenômenos de ilhas de calor, Romero (1988, 2001), (Mascaró & Mascaró, 2004), Higuera (2006) e também Rivero (1985), para quem, apesar do desconforto térmico nas cidades, não se percebe a conveniência de plantar árvores que propiciem o sombreamento.

Em vários estudos os resultados confirmaram a hipótese da criação de um microclima de maior conforto para o ser humano no ambiente com a presença marcante da vegetação e menor uso de pavimentação, reforçando a hipótese que motiva esta pesquisa. Entre eles Fontes (1997), Carvalho (2001), Amorim & Gomes (2003), Modna & Vecchia (2003), Gomes & Lamberts (2009) e Duarte & Serra (2003). Estes últimos afirmando que é necessário manter um padrão de ocupação, que considere a proporção entre a densidade construída e a área vegetada em todos os bairros da cidade, em vez de contabilizar a área verde da cidade em função do tamanho da população.

3.3. DADOS SOBRE A CIDADE DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

Com uma população de 337.289 habitantes, São José do Rio Preto, segundo Pateis (2007), é a segunda maior cidade média do estado e comanda uma rede urbana cuja população supera dois milhões de pessoas. Além de um comércio denso e diversificado, se destaca pelos serviços de alcance regional que oferece, sobretudo nas áreas da saúde e educação. A atração de consumidores dos bens e serviços oferecidos bem como de trabalhadores empregados no município, implicou em elevadas taxas de crescimento anual ao longo das últimas décadas, porém com uma desigual distribuição dos equipamentos urbanos e infra-estrutura no tecido da cidade (PATEIS, 2007). O grande crescimento desordenado da ocupação urbana na cidade

nas últimas décadas constitui a principal preocupação do município, por causar o agravamento de problemas com o saneamento, saúde e segurança.

Localizado na região noroeste do Estado de São Paulo (Figura 3), a 489 m de altitude, 20°49'11" latitude sul, 49°22'46" longitude oeste, o município de São José do Rio Preto é sede da 8ª Região Administrativa do Estado. Distanto 452 Km da capital do estado, inserida na Bacia Hidrográfica do Turvo-Grande, compondo a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 (UGRHI 15), sendo a cidade sede do Comitê da Bacia Hidrográfica, tem como principais vias de acesso as Rodovias Estaduais SP-310; 320; 425; 427 e ainda a Federal BR153.



Figura 3- Localização da cidade de São José do Rio Preto no estado de São Paulo.

Fonte: adaptado de <http://www.transportes.gov.br>, acessado em 10/08/2010.

Principal responsável pela tendência de aumento nas concentrações populacionais urbanas na Bacia, que já se configura como um cenário complexo para as condições das águas superficiais, a cidade é abastecida em parte pela água represada do Rio Preto e na maior parte por poços perfurados tanto no Aquífero Bauru como no Guarani (CBHTG- IPT, 2009).

A posição geográfica do estado de São Paulo é marcada por uma complexidade na atuação de sistemas atmosféricos, já que há várias massas de ar que atuam na região e modificam as características climáticas. Atuam as massas de ar quente e úmido: Massa Tropical Atlântica (mTa), proveniente do oceano Atlântico, mais atuante durante o verão, traz umidade do oceano provocando chuvas; e Massa Equatorial Continental (mEc), quente e

úmida, proveniente da região equatorial. E também a massa de ar frio, Massa Polar Atlântica (mPa), proveniente da região Antártica, mais atuante no inverno, provocando quedas bruscas de temperatura e chuvas quando se choca com uma massa de ar mais quente. O jogo desses diversos sistemas atmosféricos geram os fenômenos de frentes como a chamada Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), e a Frente Polar Atlântica (FPA) que atuam na região e refletem uma diversidade de tipos de tempo durante o ano, concentrando no verão os quentes e úmidos e no inverno os quentes e secos. (MENDONÇA & OLIVEIRA, 2007)

A cidade de São José do Rio Preto/SP, localizada no noroeste do estado também recebe a influência dos sistemas atmosféricos citados no parágrafo anterior. Dessa forma, a complexidade atmosférica da região de São José do Rio Preto é relevante, fato que acarreta numa variação climática anual muito significativa. (CASTILHO, 2006)

O clima de São José do Rio Preto é Tropical de Altitude, inverno seco e ameno. Sua temperatura média é de 25,4° (temperatura média do mês mais frio superior a 18°C), precipitação média do mês mais seco inferior a 60mm com uma pluviosidade na casa dos 200mm, no período que vai de outubro a março, segundo Koppen, Cwa. A temperatura média anual é de 25,33°C.

Segundo Castilho (2006), os totais de chuva anuais sofrem grande variação de forma irregular, em função de interferências atmosféricas regionais. Também no período de um ano há uma grande variação pluviométrica, sendo considerados o período de dezembro a março como extremamente chuvoso e o período de junho a agosto como extremamente seco. Com relação à temperatura o autor classifica o período chuvoso de verão, que vai de outubro a março, como sendo dos meses mais quentes. Já o período mais seco de inverno, que vai de maio a agosto, apresentando uma relativa queda na temperatura.

No documento Conjuntura Ambiental (2008) da Prefeitura Municipal, encontra-se a informação de que a cidade atingiu 20 m² de área verde por habitante, em cálculo de 2007, quando o mínimo recomendado é de 12 m². Considerando toda a área urbanizada, que apresenta grande descontinuidade pela existência de grandes vazios urbanos, essa média não representa a realidade da área central, ou de bairros como os conjuntos habitacionais, embora o documento aponte que essa média é subestimada considerando todo o perímetro da área urbanizada, pois não considera a arborização viária. O mesmo relatório informa que o município tem um plano de recuperação de áreas degradadas como reconstituição de matas ciliares inclusive dos vales urbanos e estratégias para a arborização urbana.

Segundo Lodi (2007) a pequena vila teve início em 1852. Em 1893, teve o seu primeiro plano diretor, elaborado pelo engenheiro Ugolino Ugolini, a partir do levantamento do povoamento existente. O vilarejo cresceu ao redor do Largo da Capela, e no traçado urbano do patrimônio de São José, atual área central da cidade, foram reservados quatro quarteirões para praças públicas e dezenas de ruas, avenidas e alamedas. Brandi (2002) afirma que de todo o trabalho desenvolvido por Ugolini apenas um mapa restou. Neste mapa é possível ver a preocupação em criar áreas públicas e espaços verdes, porém trata-se de um plano não executado (Figura 4).



Figura 4- Plano de Ugolino Ugolini de 1893.

Fonte: adaptado de Brandi, 2002, p.535.

Embora, desde o princípio muitas propostas de desenho para a cidade levassem em conta o aumento de áreas verdes (TEODÓZIO, 2008), esses planos não se efetivaram por completo. Com a modernização da cidade, principalmente da área central, a largura das ruas foi aumentada para acomodar o tráfego de automóveis. Prédios antigos foram demolidos e deram lugar a edifícios mais altos. As ruas foram asfaltadas e as calçadas tiveram suas dimensões reduzidas e todas as árvores suprimidas para a construção de guias e sarjetas. Em nome dessa modernização e da alegação de que era preciso proteger as tubulações de água e esgoto, a arborização foi suprimida em toda a área central, onde hoje restam duas praças (LODI, 2009).

Castilho (2006) analisou a relação entre os padrões climáticos da área urbana e a ocorrência de enfermidades na população. O autor constatou que a distribuição espacial das enfermidades em Rio Preto está relacionada com as condições climáticas urbanas mais adversas, como nos bairros da zona Norte e no entorno do setor central, ambos mais adensados e com pouca presença de vegetação. Na região central, devido às condicionantes geourbanas e geológicas, as temperaturas foram mais elevadas. Nas áreas mais distantes do centro, foi verificado também uma grande amplitude térmica, entre os períodos da tarde e da noite, causado pela maior incidência de ventos, proporcionado pela menor rugosidade da camada urbana. Ainda em relação aos bairros mais afastados do centro, principalmente, aqueles com maior quantidade de verde (Zona Sul), se destacaram por formar uma Ilha de Frescor, nos três períodos de coleta. Já nos bairros da Zona Norte, como o Solo Sagrado, devido ao maior adensamento de edificações de baixa verticalização e da topografia observou-se a formação de Ilhas de Calor, principalmente no período da manhã. (CASTILHO, 2006).

Como medida de impacto na diminuição dos casos de enfermidades cardíacas e respiratórias, Castilho (2006) recomenda que sejam implementados programas de arborização em toda a cidade, diminuição da circulação de veículos, bem como diminuição da alta verticalização e adensamento das áreas centrais, além de incremento na qualidade do atendimento e assistência à população dos bairros afastados.

A área urbana de São José do Rio Preto é relativamente plana, com espigões amplos e de modestas altitudes, entrecortados por rios e ribeirões, sendo o principal, o Rio Preto, que corta a cidade no sentido sudeste. Vários pequenos cursos d' água são afluentes do Rio Preto e cortam o sítio urbano da cidade. Dentre eles destacam-se o Ribeirão Piedade, Canela, Borá, Macacos, Córrego da Lagoa, da Felicidade, São Pedro e Talhado (CASTILHO, 2006).

Segundo Lodi (2006), historicamente tem ocorrido enchentes na zona central da cidade. Próxima à Estação da Estrada de Ferro Araraquarense, entre o trecho na confluência das águas do córrego Canela com o córrego Borá, acumulando transtornos, prejuízos materiais e humanos durante décadas.

A SP-310 - Rodovia Washington Luis- Principal ligação com São Paulo (Figura 8), no sentido sul, estabelece um marco divisor da expansão da cidade e por consequência do tratamentos das margens desses dos córregos Borá e Canela.

De um lado esses córregos foram canalizados e suas margens ocupadas por avenidas, restando um canteiro central de aproximadamente sete metros, com presença de grama, palmeiras e arbustos de pequeno porte. Do outro o córrego permeneceu a céu aberto e as margens foram preservadas com 70 m em média de um lado a outro, com a presença em alguns trechos de vegetação de médio e grande porte. De um lado da rodovia o Córrego Canela canalizado tem a Av. Alberto Andaló (Figura 9) como via marginal e do outro, mantido descoberto, a Av. José Munia (Figura 10). Já o Córrego Borá canalizado tem como marginal a Av. Bady Bassit, e do outro mantido descoberto, a Av. Juscelino Kubitschek.



Figura 5- Vista aérea da Rod. Washington Luiz. Prefeitura Municipal.



Figura 6- Av. José Munia - Córrego Canela com margem preservada. Lodi, 2009



Figura 7- Avenida Alberto Andaló- Córrego Canela canalizado. Panoramio

Assim como os córregos Borá e Canela outros fundos de vale urbanos são eixos importantes da malha viária (Figura 8), o Rio Preto – Av. Philadelpho Gouveia Neto, o córrego Aterrado – Av. Murchid Homsy, córrego Piedade – Av. Ermani Pires e outros.

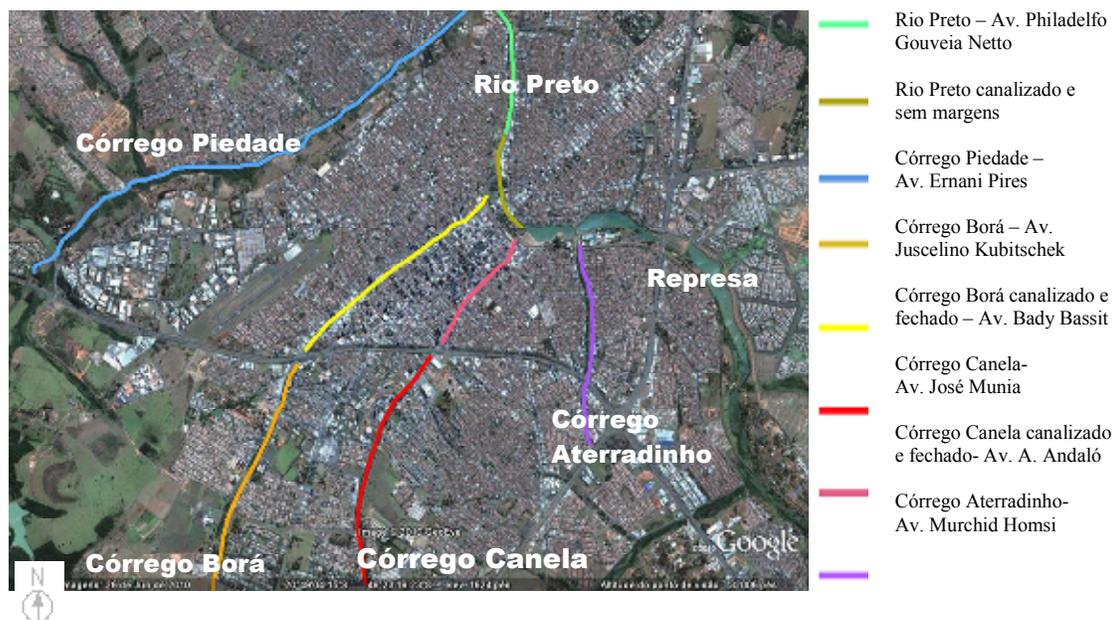


Figura 8- Eixos das principais avenidas em fundo de vale na malha urbana.

Fonte: Elaborado a partir de vista satélite acessada no Google Earth em 05/08/2010.

Foi possível constatar em Pateis (2007); Teodózio (2008); Lodi(2007, 2009) e Brandi (2002) que, ao longo de seu desenvolvimento, a cidade de São José do Rio Preto favoreceu a existência de uma segregação sócio-espacial, com limites impostos por barreiras naturais ou construídas como, por exemplo, a Rodovia Washington Luis. Além da supressão da vegetação, em função da diminuição dos passeios para o alargamento das vias nos bairros já consolidados, a cidade promoveu com sua expansão bairros com grande adensamento de população e nenhuma arborização.

Em Castilho (2006) pode-se conhecer as consequências do desconforto térmico para saúde da população agravados pelo excessivo adensamento e pouca presença de vegetação nos bairros da zona Norte e no entorno do setor central. Ao mesmo tempo confirmou-se que nos bairros com maior quantidade de verde na Zona Sul, formou-se em todos os períodos uma ilha de frescor.

Outra contribuição importante do autor para a pesquisa está relacionada com a posição de três dos treze pontos de medição, os pontos 1, 2 e 3 que estavam localizados no eixo do Córrego Canela. Os resultados encontrados reforçaram a hipótese de que os dois trechos do córrego a serem estudados, apresentariam comportamento térmico diferentes, pois o ponto 1, com temperatura mais baixa localizava-se em bairro residencial bastante arborizado

e os pontos 2 e 3, na área central da cidade, apresentaram temperaturas mais elevadas. O mapa com os pontos de medição de Castilho(2006) será apresentado em um dos subcapítulos seguintes, que descrevem a metodologia adotada.

Em todo o processo histórico verifica-se uma importância cultural da Avenida Alberto Andaló, marginal ao córrego Canela (LODI, 2009), o que reforça a premissa de que um estudo para este eixo especificamente, relacionando a interferência térmica das configurações urbanas na saúde e na qualidade de vida pode contribuir para a efetivação de uma política de recuperação dos fundos de vale urbanos, bem como indicar a viabilidade de estudos e projetos para aos espaços livres ainda existentes na área urbana com potencial para tornarem-se áreas verdes arborizadas.

4. METODOLOGIA

O estudo aborda em microescala o processo de interação da temperatura do ar com a caracterização do ambiente urbano delimitado pelas avenidas ao longo do eixo do córrego Canela.

Para a análise morfológica, a definição da área de influência a partir de cada ponto de medição foi considerada como um raio 100m, em função da largura da via e das margens preservadas do córrego, adaptando a sugestão de 150m adotada em Roriz & Barbugli (2003). O cálculo de áreas construídas e demais áreas para o estudo foi estimado a partir de imagens de satélite do Google Earth, através de desenhos em AutoCad sobre a planta de quadras e lotes disponibilizada pela Prefeitura Municipal. Os dados morfológicos foram organizados em planilhas baseadas nas Fichas Bioclimáticas em Romero (2001).

A coleta de dados térmicos foi feita com a instalação fixa de data-loggers em quatro pontos, os dois primeiros na Avenida Andaló e os dois últimos na Avenida José Munia, em dois períodos de 15 dias: de 8 a 22 de abril e de 26 de julho a 9 de agosto de 2010. O posicionamento obedeceu as condições possíveis dentro dos seguintes parâmetros: possibilidade de instalação a uma altura de 2 a 3m e de 2 a 3m de distância do alinhamento; autorização dos responsáveis pelo imóvel; e, segurança dos aparelhos.

Foram consideradas duas estações meteorológicas como referência: Cetesb e do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas). A estação da Cetesb está localizada em área urbanizada e a estação do IAC em área mais afastada da ocupação urbana. Esta última será a referência para determinar as intensidades de ilhas de calor.

A definição de características de cobertura, uso e ocupação do solo e a correlação dessas com as temperaturas do ar e ilhas de calor basearam-se nos métodos descritos em Katzschner (1997), Roriz & Barbugli (2003) e Moura et.al (2006).

4.1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento da pesquisa foram tomados alguns passos metodológicos correspondendo a 6 etapas:

ETAPA 1. Revisão bibliográfica

ETAPA 2. Estudo Piloto

ETAPA 3. Seleção de pontos de medição

ETAPA 4. Caracterização dos pontos de medição

ETAPA 5. Coleta de dados térmicos em dois períodos (quente e frio)

ETAPA 6. Análise dos resultados

4.2. SELEÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

Para a medição de temperatura, foram escolhidos quatro pontos, conforme planta na Figuras 9, sendo os dois primeiros na Av. Andaló e os outros dois no trecho onde o córrego está descoberto, Av. José Munia.

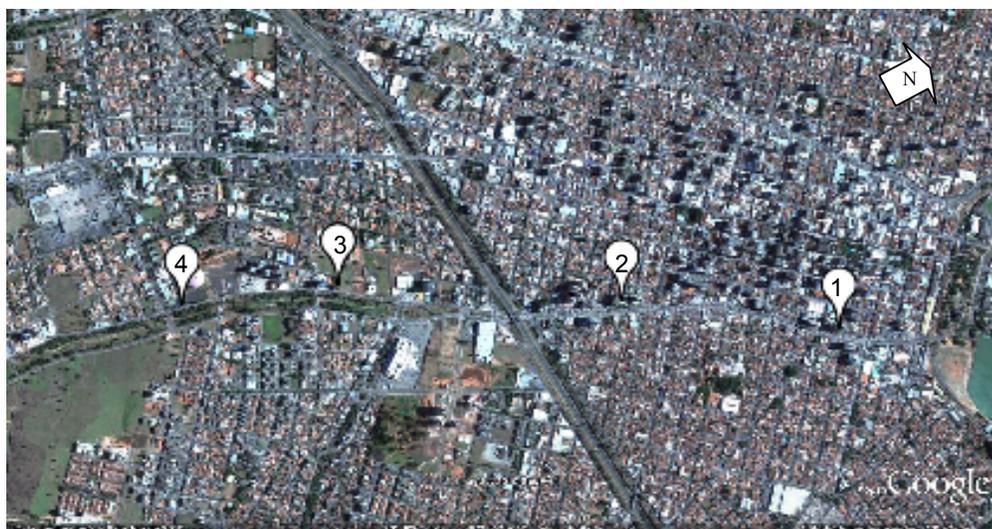


Figura 9 – Localização dos pontos de coleta de dados térmicos.
Fonte: Elaborado a partir de vista satélite acessada no Google Earth em 05/08/2010.

Por ser uma avenida de grande atividade comercial, com muitos restaurantes, bares e bancos, grande parte sem recuo frontal, os imóveis da Av. Andaló, na sua maioria se mostraram sem condição de segurança para os aparelhos. Neste trecho foram selecionados dois condomínios de edifícios residenciais, sendo os aparelhos instalados sob a sombra de coqueiros. O ponto 2 é em um trecho particularmente caracterizado por árvores de porte na calçada.

A Av. José Munia, tem uma densidade de ocupação menor, sem árvores nos recuos frontais, sendo a maioria deles utilizados para estacionamento. A opção foi a instalação dos sensores nas dependências do Hotel Saint Paul e área interna do SESC- Serviço Social do Comércio, ambos à sombra de coqueiros. A figura 10 apresenta na malha urbana a localização dos pontos de medição do estudo piloto no eixo do Canela e das estações meteorológicas de referência para o estudo.

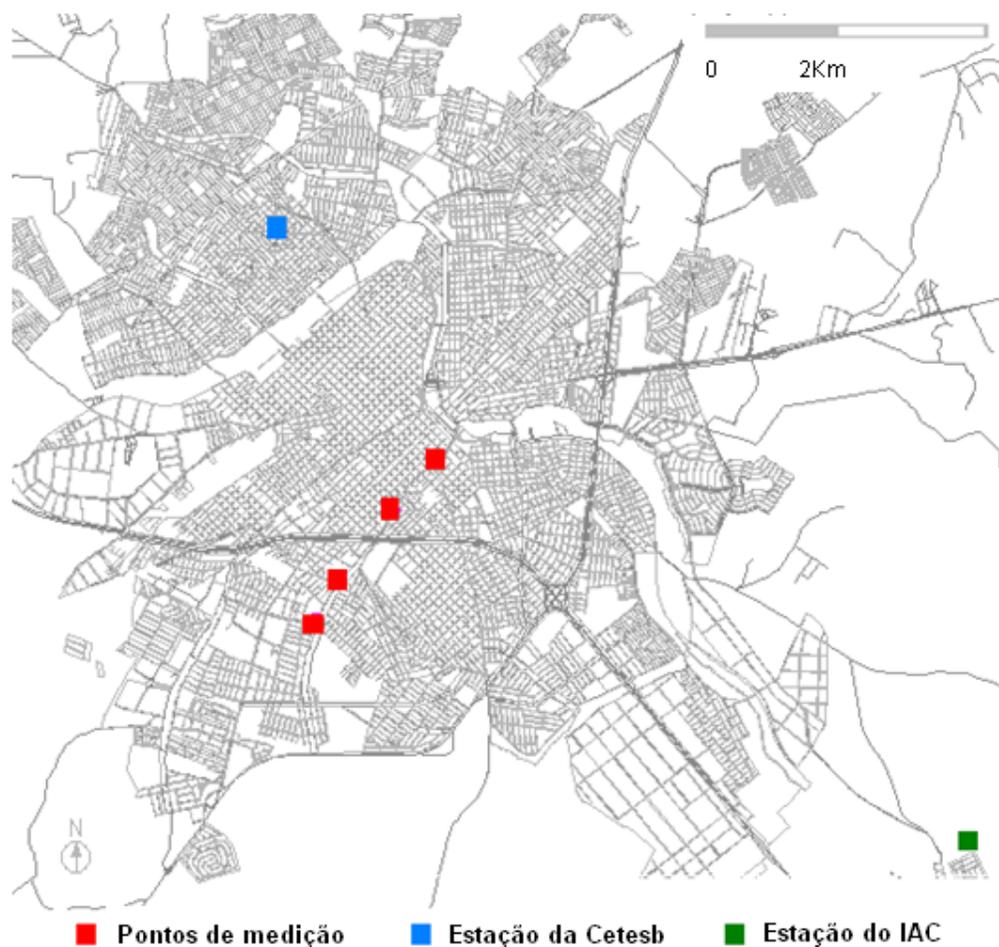


Figura 10 – Pontos de medição na malha urbana.

Fonte: adaptado de mapa da Prefeitura Municipal

Na figura 11 pode ser observada a área central, mais adensada, próxima à Av. Andaló, início da ocupação da cidade, com quase todas as antigas edificações substituídas por prédios altos. Do outro lado da avenida verifica-se que a maioria das construções tem de um a dois pavimentos.



Figura 11- Vista aérea das avenidas ao longo do córrego Canela.

Fonte: Prefeitura Municipal

Ao fundo pode ser observada uma parte da represa municipal, e entre as duas avenidas, é possível perceber que um viaduto eleva a Rodovia Washinton Luis por sobre o córrego. A rodovia é um marco na expansão da cidade e na mudança de proposta em relação à ocupação das margens dos córregos e ao desenho da cidade.

A Av. José Munia é uma ocupação mais recente, abriga alguns empreendimentos implantados em grandes lotes, como o Shopping Center, o Supermercado Wal Mart, o Centro de Eventos e o SESC. Alguns edifícios residenciais e um quarteirão com construções baixas também podem ser observados neste trecho.

Na continuação da avenida há um prédio governamental, de construção recente, alguns estabelecimentos comerciais e um grande vazio do lado esquerdo. Aproximando em direção à represa, na figura 12, a seta aponta para o primeiro ponto de medição.



Figura 12- Vista aérea do início da Avenida Alberto Andaló.

Fonte: Prefeitura Municipal

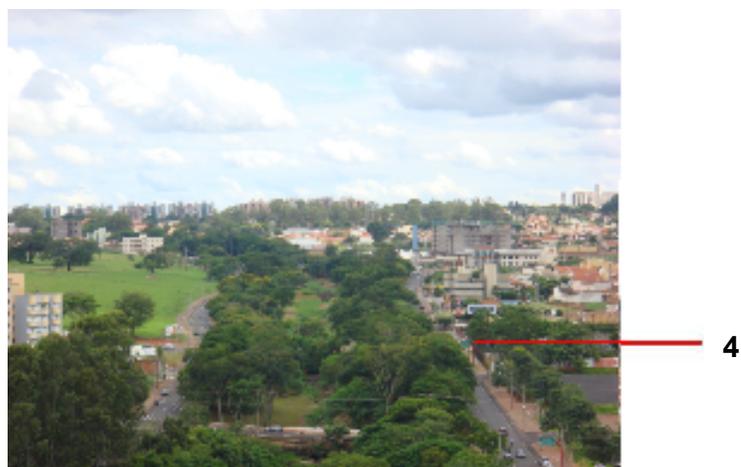
A árvore no canteiro central se localiza em frente ao prédio da prefeitura. A partir da represa existe um agrupamento de árvores no local onde está a biblioteca municipal. Esta área entre a estrada férrea e o Rio Preto canalizado e fechado, desemboque do córrego Canela, faz parte do projeto do Parque Setorial, manteve algumas áreas preservadas.

Na foto aérea da figura 13 estão indicados quatro pontos amostrais. Os pontos 1 e 2 na Av. Andaló; 3 e 4 na Av. José Munia. Na figura 14 é possível verificar o último ponto.



Figura 13- Pontos amostrais de 1 a 4 em vista aérea. Fonte: Prefeitura Municipa

Figura 14- Ponto amostral 4 em vista do terraço do Hotel Saint Paul. Fonte: autora



No mapa elaborado por Castilho (2006) de uso e ocupação do solo (Figura 15), estão assinalados os quatorze pontos amostrais de temperatura e umidade da pesquisa daquele autor e que aqui servem como referência metodológica para a caracterização dos pontos amostrais. Observa-se que os três primeiros pontos se encontram no eixo do Canela. Os pontos 2 e 3, no cruzamento com a rodovia e na área central respectivamente, apresentam elevação da temperatura e queda de umidade em relação ao ponto 1, no Bairro Vivendas (Tabela 3). O Bairro Vivendas foi indicado por aquele autor como uma das regiões onde se configura uma das duas ilhas de frescor.

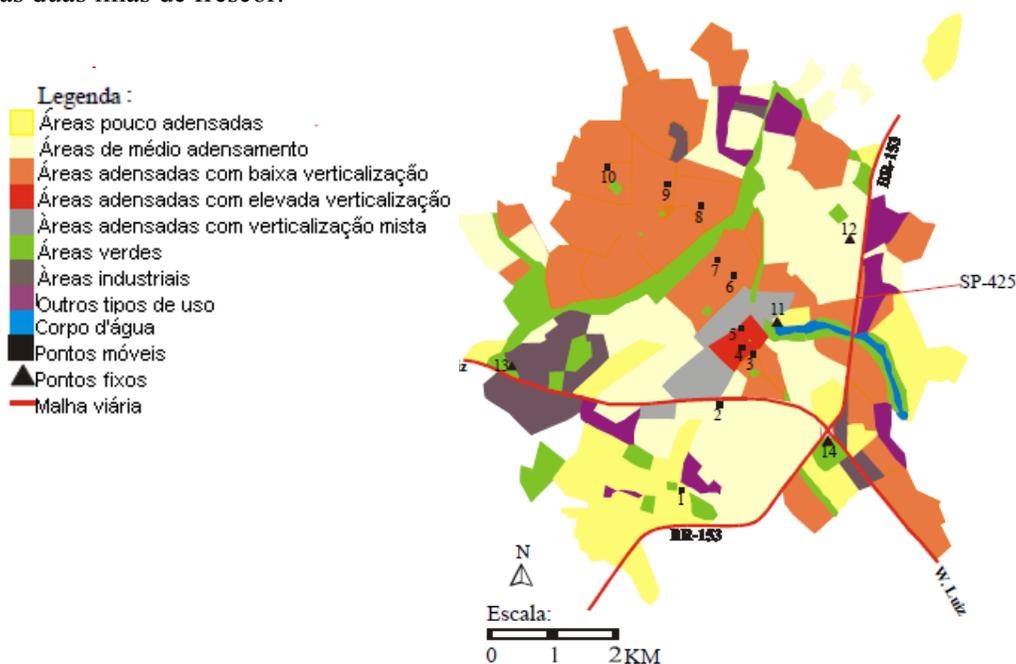


Figura 15- Uso e ocupação do solo - localização dos pontos de coleta de dados térmicos.

Fonte: Castilho,2006, p.70.

Tabela 3- Quadro de caracterização dos três primeiros pontos amostrais.

Fonte: adaptadode Castilho,2006, p.73.

Pontos	Localização	Topografia e exposição da vertente	Uso da terra	Circulação de pedestres e veículos	Presença de vegetação	Tipo de edificações
1	Jardim Vivendas	Plana	Resid. baixo adensamento	Baixo	Muito presente	Baixa verticalização
2	Via W.Luiz/ Av.A.Andaló	Plana	Zona mista: Com./ resid	Elevado	Média presença	Baixa Verticalização
3	Centro	Fundo de Vale	Zona mista: Com. /resid	Elevado	Pouca presença	Média e alta verticalização

As fotografias nas figuras 16 a 27 ilustram as vistas ao longo das avenidas, ao nível do pedestre, seguindo uma sequência a partir do viaduto por sobre a linha férrea, que liga a Avenida Alberto Andaló à Avenida Filadelpho Gouveia Neto, marginal do Rio Preto até um o último ponto de medição, quando a topografia começa a se elevar em direção à nascente do córrego Canela no bairro Vivendas.



Figura 16- Vista a partir do viaduto.



Figura 17- Entre Silva Jardim e Marechal Deodoro.



Figura 18- Cruzamento com a Independência.



Figura 19- Cruzamento com a Penita.



Figura 20- Cruzamento com a Jaci.



Figura 21- Vista do viaduto de Washington Luis.



Figura 22- Início da José Munia.



Figura 23- Próximo ao cruzamento com a Braziluza.



Figura 24- Em frente ao Centro de Eventos.



Figura 25- Cruzamento com a Carlos Chagas.



Figura 26- Depois do SESC.



Figura 27- Em direção ao Bairro Vivendas.

Figuras 16 a 27 - Vistas ao longo das avenidas Alberto Andaló e José Munia. Fonte: autora

4.3. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

As áreas de abrangência dos quatro pontos de medição e da estação meteorológica da Cetesb, delimitados em um raio de 100m, foram caracterizados pelo uso do solo, residencial, comercial ou misto; presença de árvores nos passeios como significativa, pouca ou nenhuma; e circulação de veículos como leve, moderada ou intensa por visualização e contagem de veículos no intervalo de 5 minutos. Também foram analisados os seguintes elementos espaciais: áreas ocupadas com construções, áreas livres, áreas com vegetação e áreas asfaltadas. A partir dessas informações, observando que se trata de uma estimativa, foram calculadas taxas de cobertura e impermeabilização do solo em porcentagem da área total.

As taxas de cobertura do solo foram calculadas para os seguintes tipos de cobertura: pavimentação asfáltica; área ocupada por construção; área livre nas quadras; canteiro ou várzea do córrego com vegetação. Para o cálculo de permeabilidade do solo, foram considerados como áreas impermeáveis, o pavimento asfáltico e as áreas ocupadas por construções, somadas a uma porcentagem da área livre das quadras, estimada em 30% da área total das quadras, sendo 10% equivalente aos passeios e 20% equivalente à área de superfícies livres revestidas e impermeabilizadas nos lotes. Essa porcentagem foi definida tendo por base o estudo das proporções em uma das quadras. Como área permeável, considerou-se a área livre descoberta nas quadras e os canteiros ou margens vegetados em ambas as avenidas.

Foram calculadas a taxa de ocupação e o índice de utilização das quadras, baseados na estimativa de área construída e número de pavimentos das edificações.

O quadro de áreas é composto por área das quadras; construções com até 3 pavimentos; construções com 10 pavimentos; construções com 15 pavimentos; área livre nas quadras; ruas pavimentadas com asfalto; canteiro com gramíneas e palmeiras; canteiro com gramíneas, palmeiras e árvores e várzea com gramínea e árvores. Os passeios foram tratados como áreas livres das quadras ou como áreas de canteiros e várzea preservada. Todos os dados para caracterização do ambiente urbano foram organizados em um quadro para cada área de estudo (Figuras 28 a 32) baseado em Romero (2001). Esses dados serão utilizados para fazer correlações com os valores encontrados nas medições de temperatura do ar e ilhas de calor.

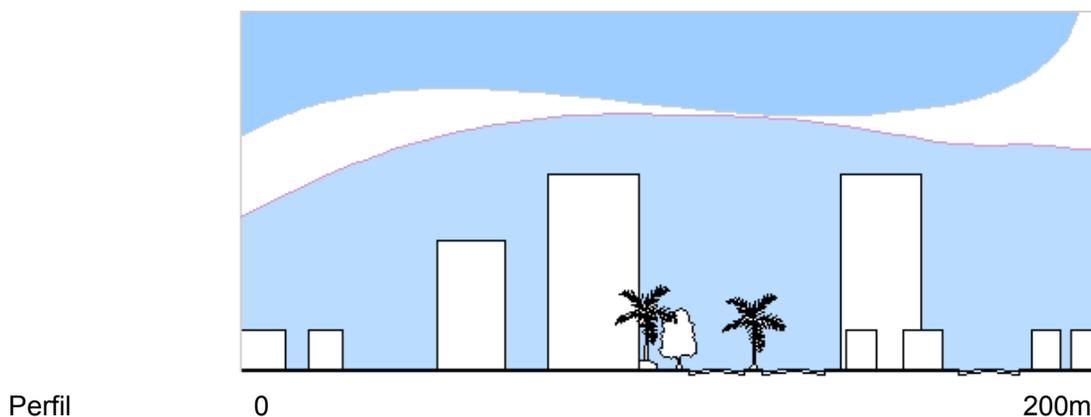
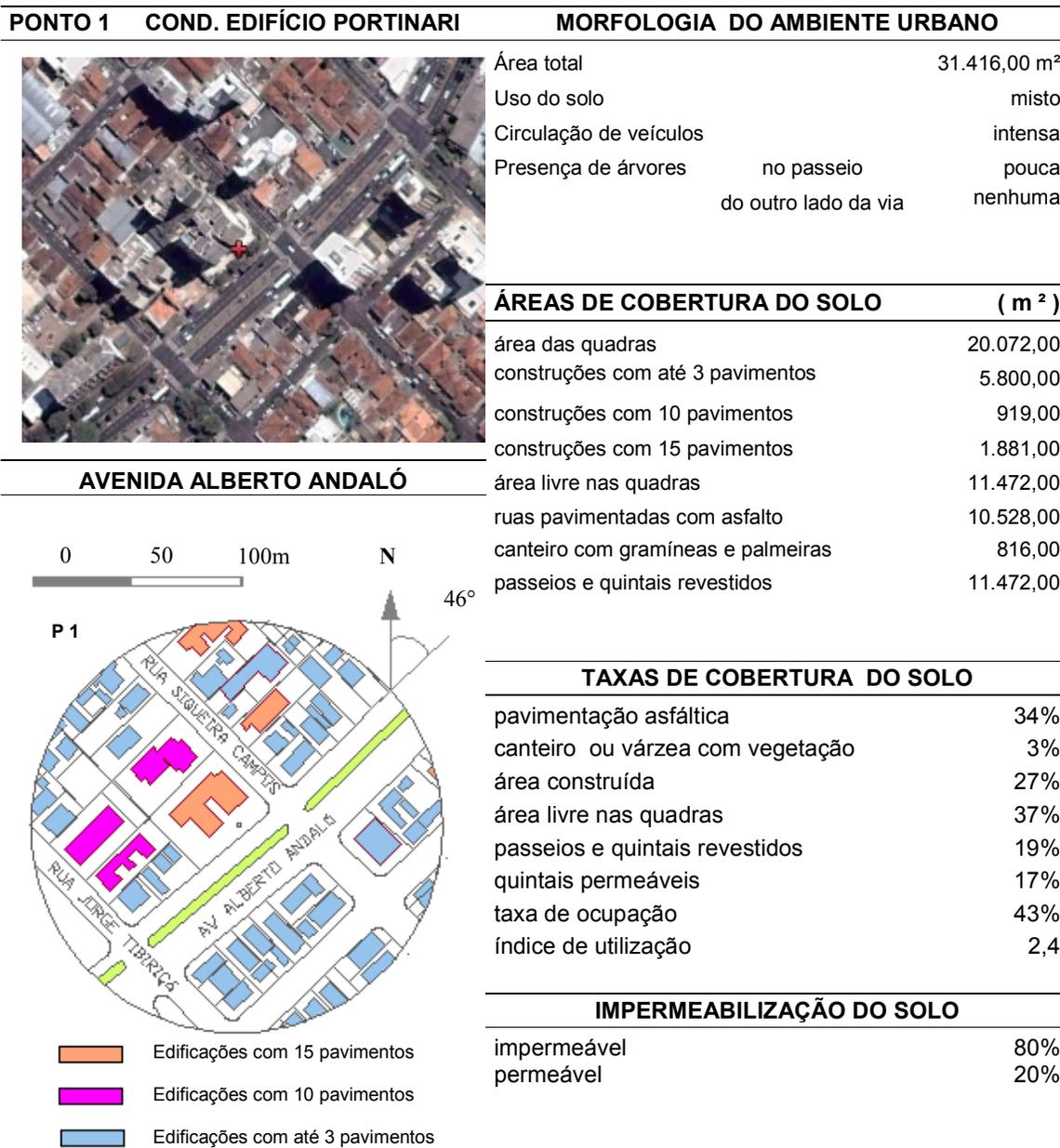
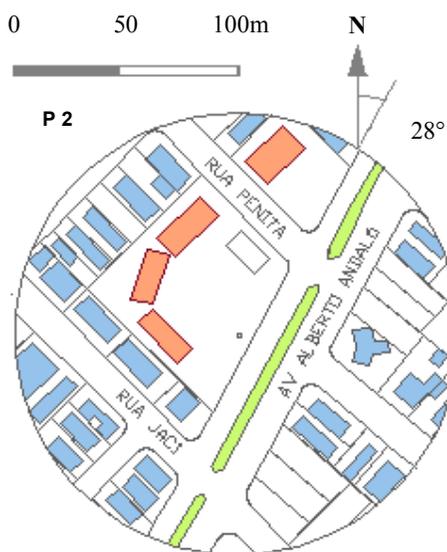


Figura 28-Quadro de caracterização da morfologia urbana na área do ponto 1.

PONTO 2 COND. EDIFÍCIO PARIS ROMA RIO**MORFOLOGIA DO AMBIENTE URBANO****AVENIDA ALBERTO ANDALÓ**

- Edificações com 15 pavimentos
- Edificações com até 3 pavimentos

Área total	31.416,00 m ²
Uso do solo	misto
Circulação de veículos	intensa
Presença de árvores	no passeio do outro lado da via
	significativa nenhuma

ÁREAS DE COBERTURA DO SOLO (m²)

área das quadras	20.214,00
construções com até 3 pavimentos	5.192,00
construções com 15 pavimentos	1.284,00
área livre nas quadras	13.738,00
ruas pavimentadas com asfalto	10.386,00
canteiro com gramíneas e palmeiras	816,00
passeios e quintais revestidos	13.738,00

TAXAS DE COBERTURA DO SOLO

pavimentação asfáltica	33%
canteiro ou várzea com vegetação	3%
área construída	21%
área livre nas quadras	44%
passeios e quintais revestidos	19%
quintais permeáveis	24%
taxa de ocupação	32%
índice de utilização	1,5

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

impermeável	73%
permeável	27%

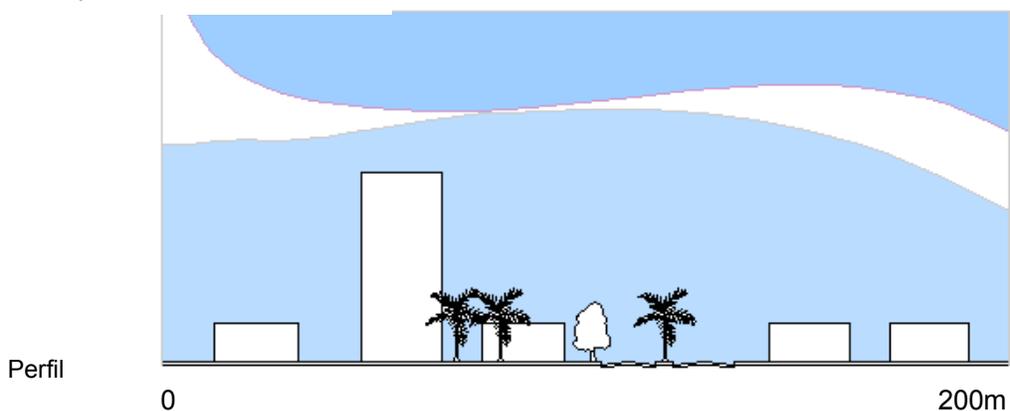
**Figura 29- Quadro de caracterização da morfologia urbana na área do ponto 2.**



Figura 30- Quadro de caracterização da morfologia urbana na áreas do ponto 3.



Figura 31- Quadro de caracterização da morfologia urbana na áreas do ponto 4.



Figura 32 -Quadro de caracterização da morfologia urbana na áreas da estação Cetesb.

4.4. COBERTURA DO SOLO E PERMEABILIDADE DAS ÁREAS COMPARADAS

A tabela 4 abaixo, organiza comparativamente as variáveis de cobertura do solo em porcentagem da área total; taxa de ocupação e índice de utilização das quadras, e a figura 33 compara em gráfico as variáveis de cobertura pesquisadas para cada área.

Tabela 4- Uso e ocupação do solo nas áreas estudadas.

Taxa de cobertura do solo	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	CETESB
pavimentação asfáltica	34%	33%	22%	23%	20%
canteiro ou várzea com vegetação	3%	3%	26%	27%	0%
área construída	27%	21%	4%	3%	24%
área livre nas quadras	37%	44%	45%	45%	55%
passaios e quintais revestidos	19%	19%	15%	14%	24%
quintais permeáveis	17%	24%	31%	30%	31%
Taxa de ocupação das quadras	43%	32%	7%	6%	31%
Índice de utilização das quadras	2,4	1,5	0,5	0,3	0,6

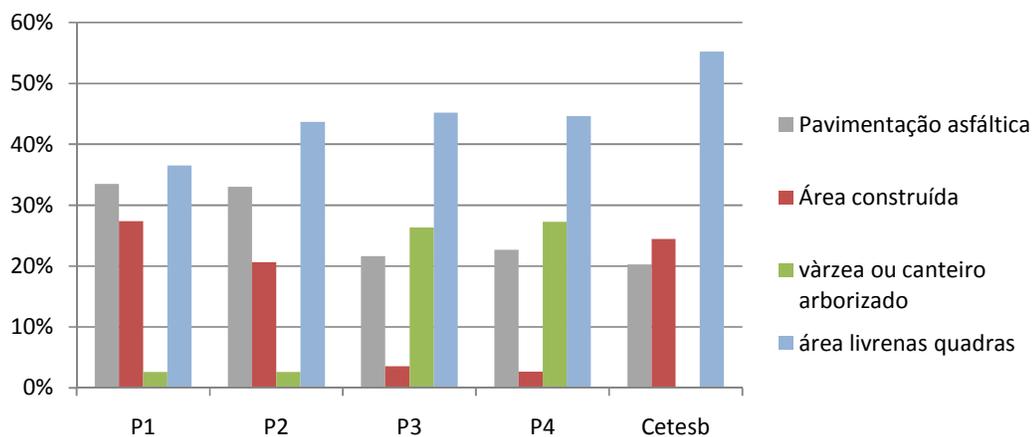


Figura 33- Cobertura do solo nas áreas estudadas.

A maior área livre nas quadras, que também compreende os passeios se encontra no área de abrangência da estação Cetesb. Entre os pontos da avenida as áreas livres nas quadras são maiores nos pontos 3 e 4.

As maiores áreas verdes estão nos pontos 4 e 3, nesta ordem, seguidas pelos ponto 1, e 2. A presença de árvores também é marcante nos pontos 3 e 4 que tem as margens dos córregos arborizados.

A maior área ocupada por construções entre os pontos das avenidas está na região dos pontos 1 e 2, nesta ordem, e também é nestas áreas que estão a maior quantidade de prédios com 10 e 15 pavimentos. O ponto 3 tem apenas um prédio de 15 pavimentos e área construída pouco maior que o ponto 4. Já a área da Cetesb fica em segundo lugar em área construída.

O pavimento asfáltico é mais presente nos pontos 1 e 2, e menor em porcentagens próximas nas áreas 3 e 4.

Nas áreas de estudo dos pontos 1 e 2, percebe-se uma grande diferença entre as áreas permeáveis e impermeáveis, sendo a maior parte impermeável. Já nos pontos 3 e 4 a área de superfície permeável se torna maior do que a impermeável. É justamente a várzea do córrego preservada que garante essa permeabilidade maior do solo. (Tabela 5 e Figura 34)

Tabela 5- Permeabilidade da superfície das áreas estudadas.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	CETESB
áreas impermeáveis	80%	73%	40%	40%	69%
áreas permeáveis	20%	27%	57%	58%	31%

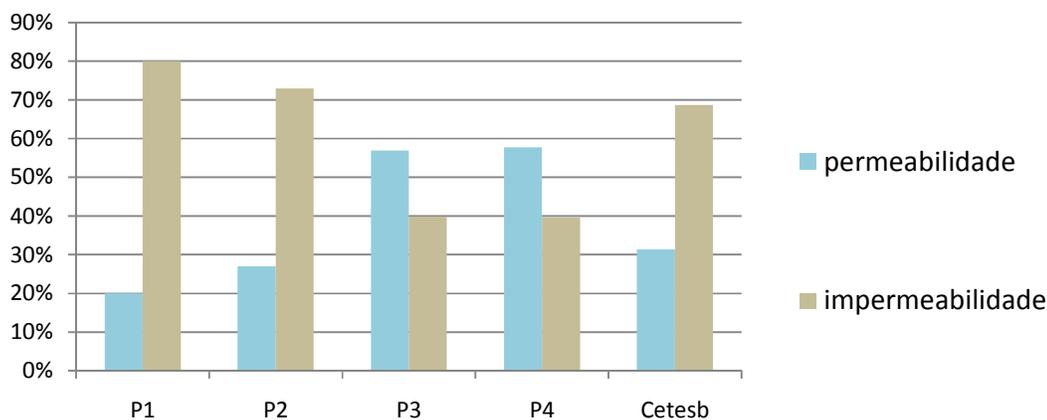
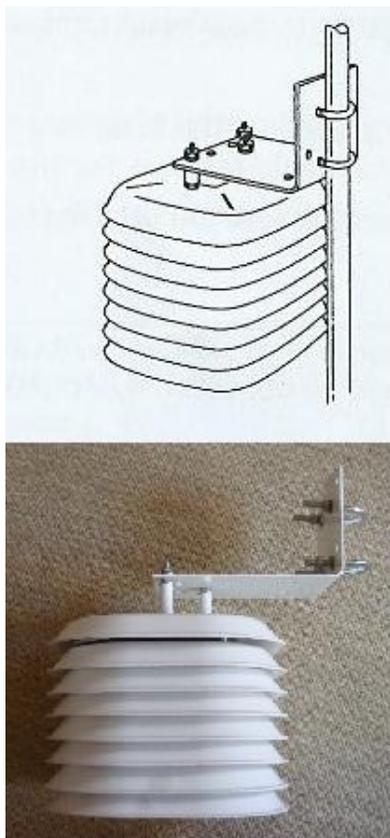


Figura 34- Permeabilidade da superfície das áreas estudadas.

4.5. DADOS TÉRMICOS

Foram instalados 4 sensores, data-loggers com proteção solar, fixados em postes metálicos. (Figura 35) Os aparelhos coletaram dados horários em dois períodos de 15 dias: de 08 a 22 de abril e de 26 de julho a 09 de agosto de 2010.

Protetor Solar



Sensor HOBO U23-001



Especificações

Faixa de operação: - 40°C a 70°C

Precisão: 0,2 °C acima de 0°C até 50°C

Resolução: 0,02°C a 25°C

Tempo de resposta:

40 minutos no ar em movimento de 1m/s



Figura 35- Características dos sensores Data-Logger utilizados.

Os aparelhos foram instalados a uma altura de 2m acima do nível do passeio e a uma distância do alinhamento entre 2,5 e 3m. A escolha da localização procurou garantir área livre com jardim frontal e, ao mesmo tempo, a segurança dos aparelhos (Figura 36). A distância entre o primeiro e o último ponto é de 2,7 Km. Os responsáveis pelos imóveis receberam um termo com um resumo do projeto de pesquisa e assinaram autorização para instalação.

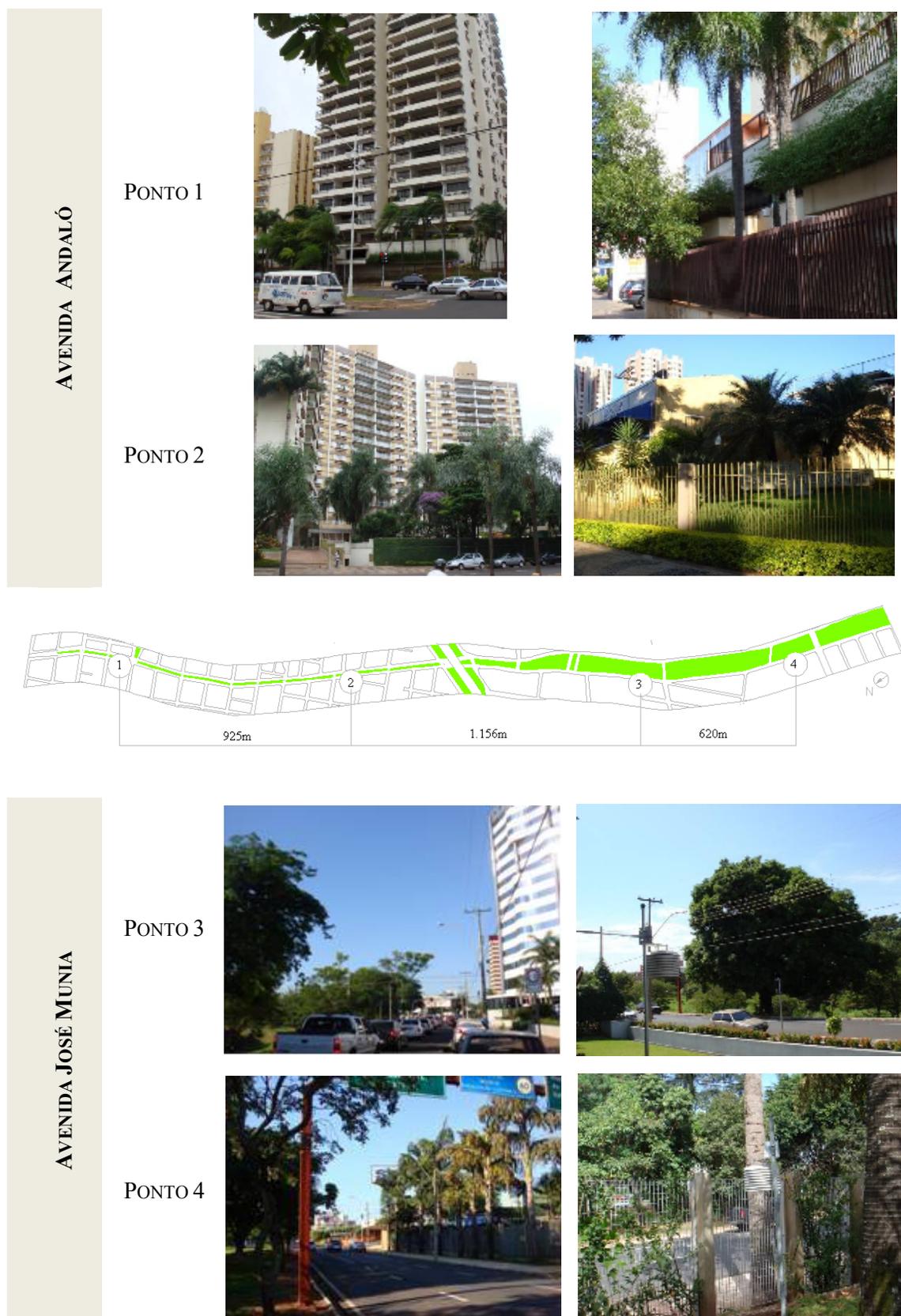
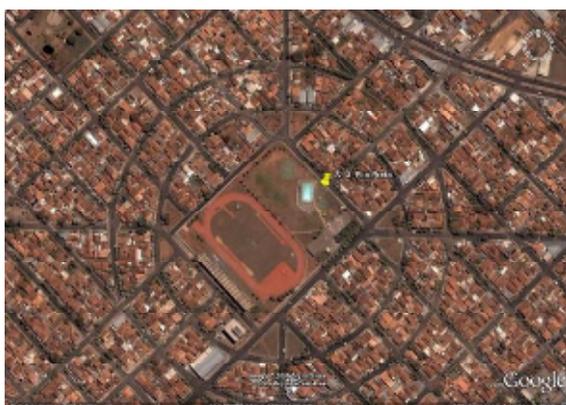


Figura 36- Localização e fotos dos locais de medição de temperatura do ar.

Como referência para os valores de temperatura do ar foram adotadas duas estações meteorológicas: Cetesb (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e IAC (Instituto agrônomo de Campinas). A estação da Cetesb localiza-se em área urbanizada bastante adensada, no Bairro Eldorado. (Figura 37) É uma estação de monitoramento automático que tem o objetivo de avaliar a qualidade do ar urbano, disponibilizando ao público, pela Internet, dados horários, diários e mensais, além de relatórios diversos, tanto de parâmetros meteorológicos, como de níveis de poluentes presentes no ar.



Poluentes:

MP10 (Partículas Inaláveis) $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
 O3 (Ozônio) $\mu\text{g}/\text{m}^3$; NO2 (Dióxido de Nitrogênio) $\mu\text{g}/\text{m}^3$; NO (Monóxido de Nitrogênio) $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
 NOx (Óxidos de Nitrogênio) PPB;



Parâmetros meteorológicos:

DVG (Direção do Vento Global) °; DV (Direção do Vento) °; VV (Velocidade do Vento) m/s; TEMP (Temperatura do Ar) °C; RADG (Radiação Solar Global) W/m²; UR (Umidade Relativa do Ar) %%; PRESS (Pressão Atmosférica) hPa; RADUV (Radiação Ultravioleta) W/m²; SIGMA (Desvio Padrão da Direção do Vento) °

Figura 37- Estação meteorológica da CETESB em SJ Rio Preto e os parâmetros monitorados.

Fonte: adaptado de http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_qualar.asp, acessado em 10/10/2010.

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) é instituto de pesquisa da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, e tem sua sede no município de Campinas. Entre as atividades desenvolvidas está o serviço prestado pelo Centro Integrado de Informações agrometeorológicas (CIIAGRO) que operacionaliza e disponibiliza informações e aconselhamento às atividades agrícolas com base nos parâmetros agrometeorológicos e previsão do tempo, dando suporte às atividades agrícolas, bem como suporte a projetos e metodologia de estudo por vários centros federais e estaduais de pesquisa e desenvolvimento.

Diariamente os dados meteorológicos, através de um sistema web, são incorporados ao banco de dados composto por 146 localidades ou pontos de coleta (Figura 38). Os principais dados inseridos são a temperaturas máxima e mínima do ar e precipitação diária. Além disto, os outros parâmetros da rede observacional estão disponíveis para consulta, análise e geração de produtos.

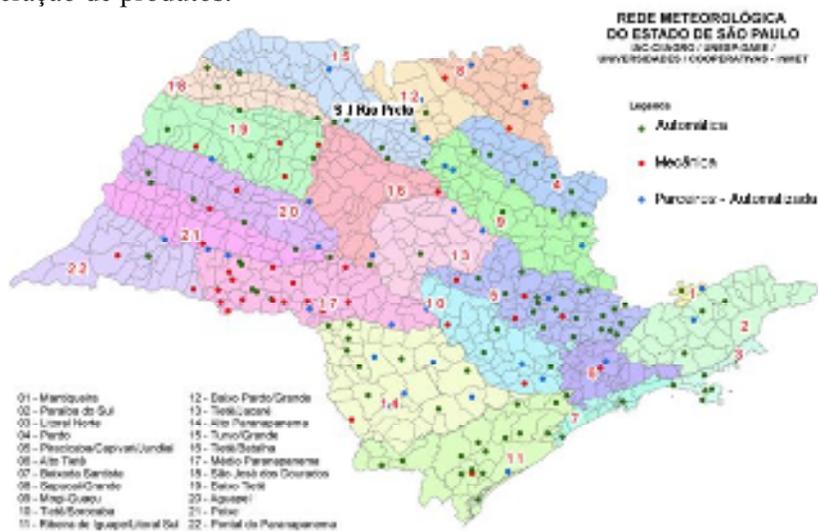


Figura 38- Rede meteorológica do estado de São Paulo.

Fonte: adaptado de <http://www.ciiagro.sp.gov.br/rede.html>, acessado em 10/10/2010.

A estação meteorológica em São José do Rio Preto está instalada na Unidade II da CEAGESP (Companhia Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, localizada na zona rural de Engenheiro Schmidt, distrito do município. (Figura 39)



Figura 39 - CEAGESP - localização da estação meteorológica do IAC.

Fonte: Google Earth, acessado em 11/10/2010.

5. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados e análises, procurando evidenciar as relações entre a configuração urbana e as características térmicas.

5.1. RESULTADOS DA MEDIÇÃO DE TEMPERATURA DO AR

Os dois períodos de medição apresentaram tempo bom, sem chuva, pouca nebulosidade, com céu claro todos os dias. Os sistemas atmosféricos que atuaram nesses dois períodos foram a Massa Polar Atlântica e a Massa Tropical Atlântica. De modo geral, houve pouca variação de sistemas atmosféricos, nos dois períodos, já que houve poucas incursões de frentes polares.

Abaixo a tabela 6 mostra os valores médios diários da temperatura do ar na área urbana, medidos na estação da Cetesb.

Tabela 6- Relatório diário de parâmetros de qualidade do ar no dois períodos de medição em abril e julho/agosto de 2009. Fonte: Sistema de Informações de Qualidade do Ar – Cetesb.

Período de 8 a 22 de abril			Período de 26 de julho a 09 de agosto		
Dia	Temperatura do ar (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Dia	Temperatura do ar (°C)	Velocidade do vento (m/s)
8	25,1	3,3	26	30,5	1,8
9	26,9	3,2	27	29,7	2,4
10	28,4	2,7	28	29,5	2,3
11	29,1	2,6	29	31,3	2,6
12	28,9	2,3	30	29,3	2,7
13	29,7	2,4	31	31,5	2,4
14	30,4	2,2	1	32,9	2,3
15	31,0	1,8	2	31,9	2,1
16	31,8	1,6	3	30,8	2,3
17	32,5	1,8	4	29,6	3,1
18	32,8	1,8	5	26,5	2,8
19	33,3	1,6	6	25,3	2,5
20	33,2	1,5	7	29,3	1,9
21	33,3	1,3	8	31,9	1,6
22	33,3	2,1	9	32,2	1,7
Mínima	25,1	1,3	Mínima	25,3	1,6
Máxima	33,3	3,3	Máxima	32,9	3,1
Média	30,6	2,1	Média	30,1	2,3

De acordo com o relatório diário de parâmetros de qualidade do ar da CETESB, a velocidade do vento no primeiro período das medições, de 8 a 22 de abril, oscilou entre 1,3 e 3,3 m/s, com uma média para o período de 2,1 m/s. As temperaturas médias diárias oscilaram entre 25,1°C e 33,3°C, com uma média para o período de 30,6°C.

No segundo período de medição de 26 de julho a 09 de agosto, a velocidade do vento, oscilou entre 1,6 e 3,1 m/s, com uma média para o período de 2,3 m/s. As temperaturas médias diárias oscilaram entre 25,3°C e 32,9°C, com uma média para o período de 30,1°C.

5.1.1. PERÍODO DE MEDIÇÃO DE 8 A 22 DE ABRIL

O período de medição de 8 a 22 de abril apresentou céu claro, parcialmente nublado em alguns dias, porém sem precipitação. (Figura 40)

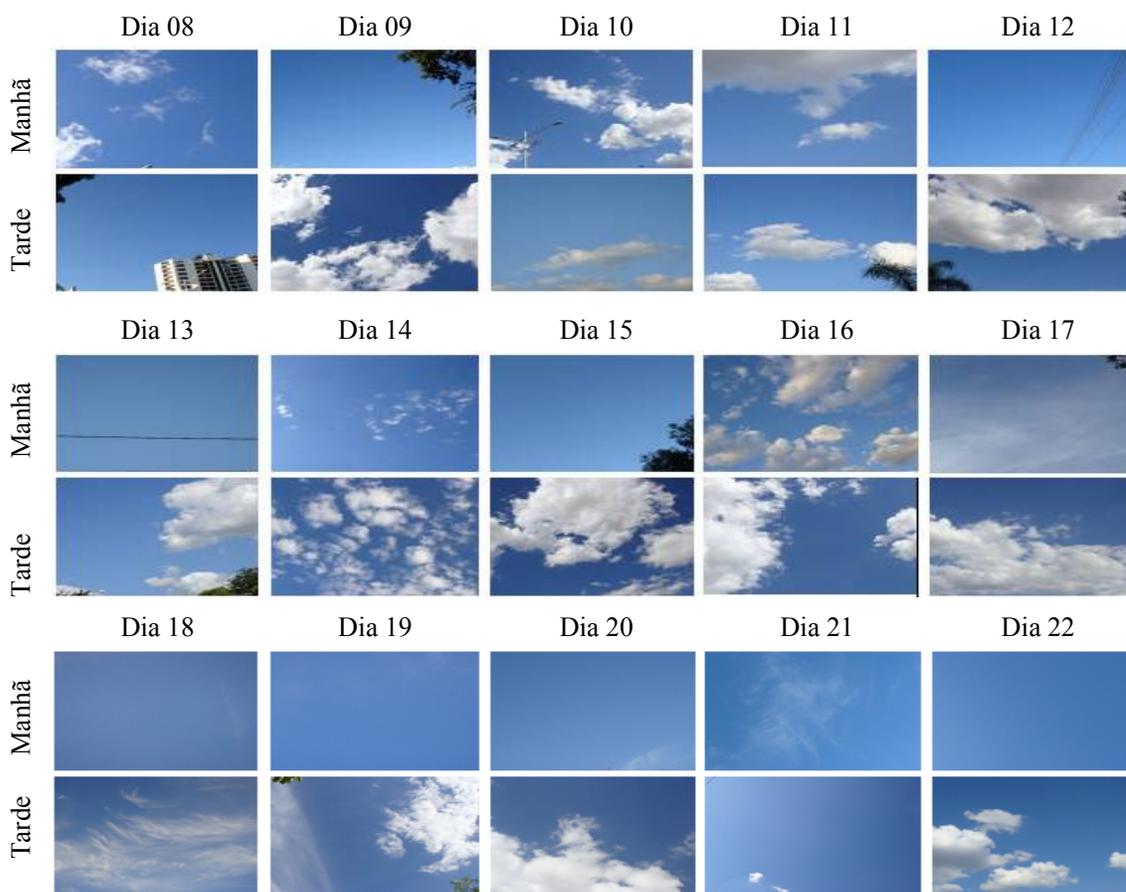


Figura 40- Aparência do céu no primeiro período de medição de 8 a 22 de abril.

No decorrer dos dias houve constante aumento da temperatura ao longo de quinze dias. (Figura 41)

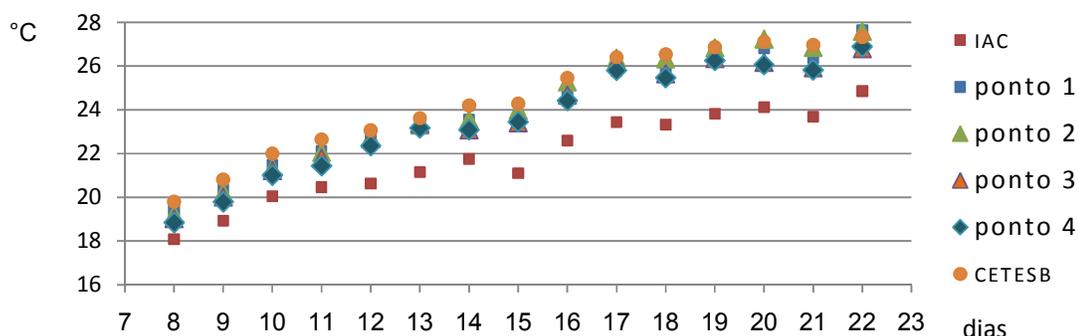


Figura 41- Temperaturas médias diárias nos pontos no período de 8 a 22 de abril.

Neste período, marcado pela constante interação de sistemas extras e intras-tropicais, verificou-se a atuação de dois sistemas atmosféricos: 8 a 10 de abril observou-se a atuação da Massa Polar Atlântica (mPa) e do dia 10 ao 22 a Massa Tropical Atlântica (mTa) passou a atuar com força.

Nos dias de ação da mPa, observou-se temperaturas mais amenas durante todo o dia. Esse sistema atmosférico provoca também estabilidade atmosférica e consequentemente a presença constante da radiação solar. Nesse caso, a camada urbana com maior quantidade de construções obterá temperaturas mais elevadas em comparação com aquela com menos construções.

Nos dias de atuação da mTa, verificou-se, de maneira geral, temperaturas mais elevadas (sobretudo durante as tardes). Em geral, esse sistema atmosférico se caracteriza pela quase ausência de nebulosidade, temperaturas em elevação durante o dia e queda acentuada da umidade relativa do ar, sobretudo nos horários com temperaturas mais elevadas.

A relação desse sistema atmosférico com a camada urbana é de provocar maior diferenciação térmica entre as áreas com muitas edificações e as áreas com poucas alterações antrópicas. Portanto, a amplitude térmica na camada intra-urbana é bem maior durante a atuação desse sistema, devido à presença constante da radiação solar.

Nos dias 21 e 22 de abril, verificou-se a aproximação da frente polar atlântica (FPA). A aproximação desse sistema provoca um efeito chamado aquecimento pré-frontal, que é uma elevação das temperaturas que antecede a atuação da FPA. Como exemplo, pode-se citar o dia 21 de abril, quando por algumas vezes a temperatura superou os 33° durante o período da tarde, principalmente nos pontos com maior adensamento urbano.

É importante ressaltar, que o período de coleta passa pela fase de transição entre o verão e o inverno (outono). Dessa forma, verifica-se uma ausência de atuação de sistemas como a Zona de Convergência do Atlântico Sul, que é típico do período de verão.

A diferença entre as máximas encontradas em um mesmo ponto no período esteve em torno de 9°C e em torno de 6°C entre as mínimas, sendo a amplitude entre máximas e mínimas no período de 18°C no ponto 2 e 21°C na estação do IAC. (Figuras 42 e 43)

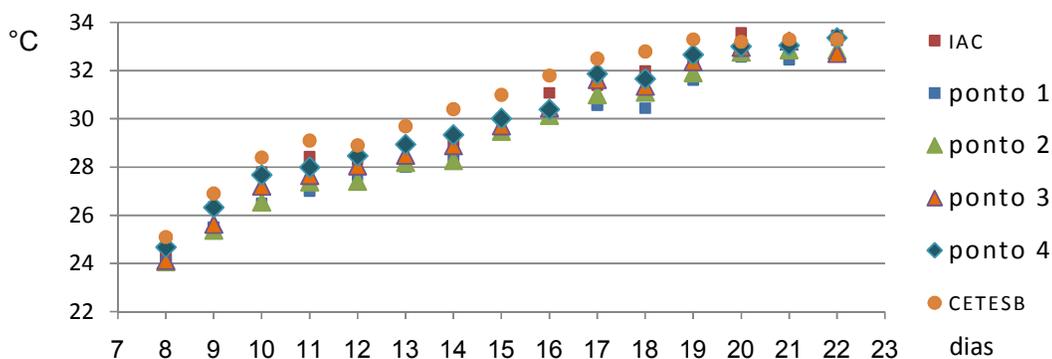


Figura 42- Temperaturas máximas diárias nos pontos no período de 8 a 22 de abril.

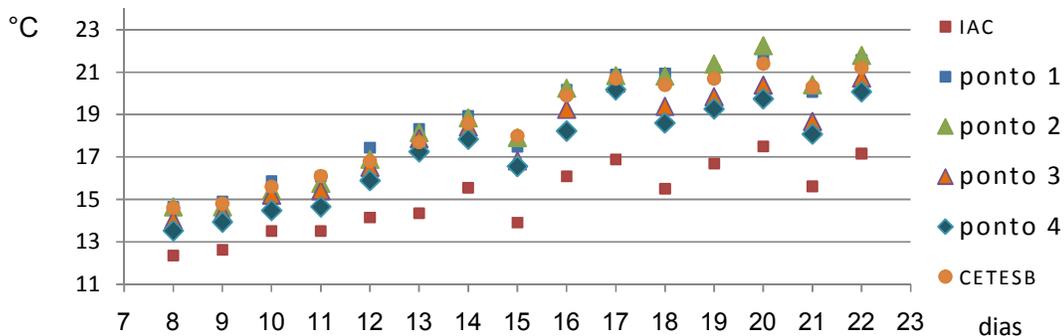


Figura 43- Temperaturas mínimas diárias nos pontos no período de 8 a 22 de abril.

Pode-se perceber que houve formação de ilha de calor significativa considerando as temperaturas mínimas do dia no período, e que essa diferença entre a temperatura nos pontos e a estação de referência do IAC, aumenta na medida em que as temperaturas diárias aumentam.

Na média, as temperaturas encontradas nos quatro pontos da avenida no período apresentam pouca diferença. Em relação à avenida, a estação da CETESB esteve acima 1°C e a estação do IAC 2°C abaixo. (Figura 44)

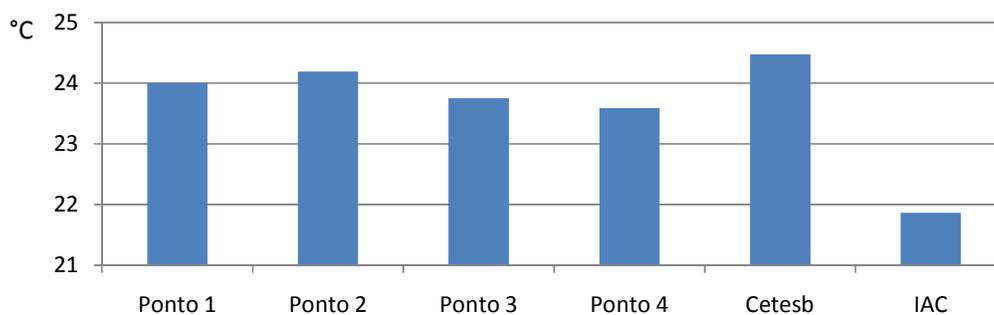


Figura 44- Temperatura média no período de 8 a 22 de abril.

A máxima temperatura foi encontrada na estação de referência do IAC, com 33,57°C no dia 20 às 15 horas. Em todo o período as temperaturas ocorrem à tarde e em todos os pontos ficaram pouco abaixo do IAC, sendo o ponto 2 o que apresentou a menor temperatura. (Figura 45).

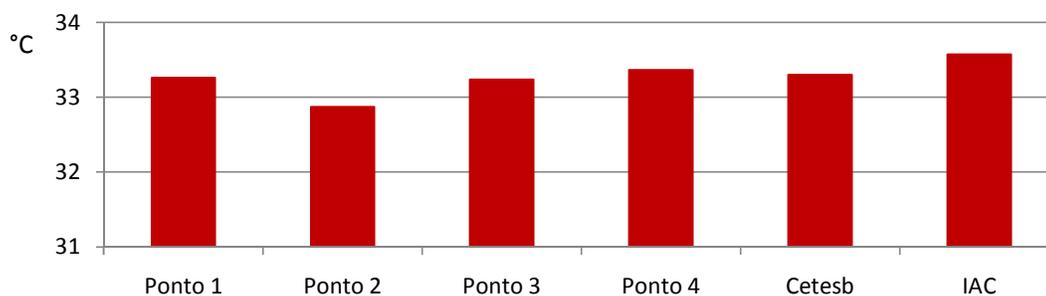


Figura 45 - Temperaturas máximas no período de 8 a 22 de abril.

A menor temperatura foi medida também na estação do IAC com 12,36°C no dia 8 às 7 horas. Nesse horário, entre as áreas estudadas, a menor temperatura foi no ponto 4, com 13,59°C. Já os outros pontos marcaram a menor temperatura às 7 horas desse mesmo dia com 14,60°C (Figura 46).

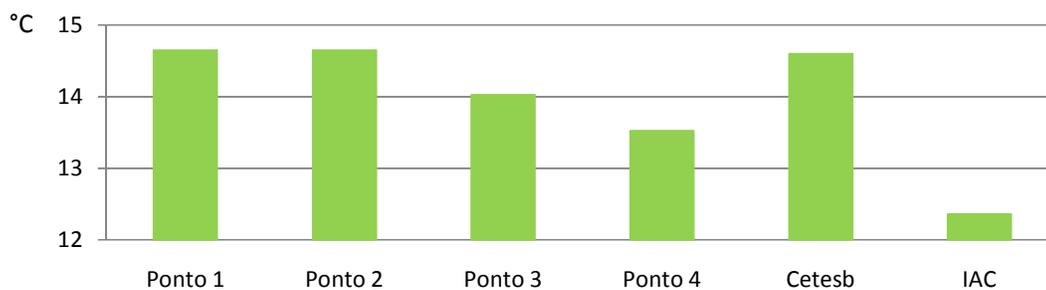


Figura 46 - Temperaturas mínimas no período de 8 a 22 de abril.

A amplitude variou entre 9°C e 17°C, sendo sempre maior na estação do IAC, seguido pelo ponto 4 e CETESB, por fim os pontos 3, 2 e 1 nessa ordem. Na média, a amplitude esteve em torno de 14°C no IAC, 12°C no ponto 4 e CETESB, 11°C no ponto 3 e 10°C nos pontos 1 e 2. (Tabela 7 e Figura 47)

Tabela 7 - Amplitude média no período de 8 a 22 de abril.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	CETESB	IAC
média das máximas	29,2	29,3	29,6	30,0	30,6	30,0
média das mínimas	18,7	18,7	17,8	17,2	18,5	15,0
amplitude	10,5	10,6	11,8	12,7	12,2	14,9

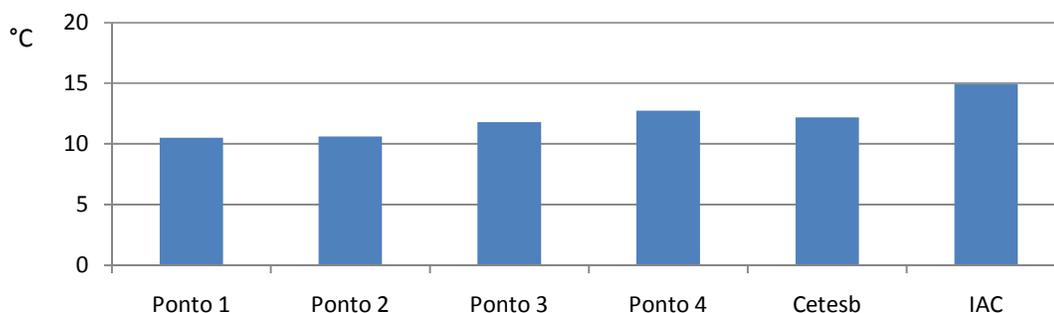


Figura 47 - Amplitude entre máximas e mínimas no período de 8 a 22 de abril.

As temperaturas mais baixas ocorrem em geral às sete horas todos os dias em todos os pontos. As temperaturas mais altas ocorrem em geral entre 15 e 16 horas todos os dias em todos os pontos. (Figura 48)

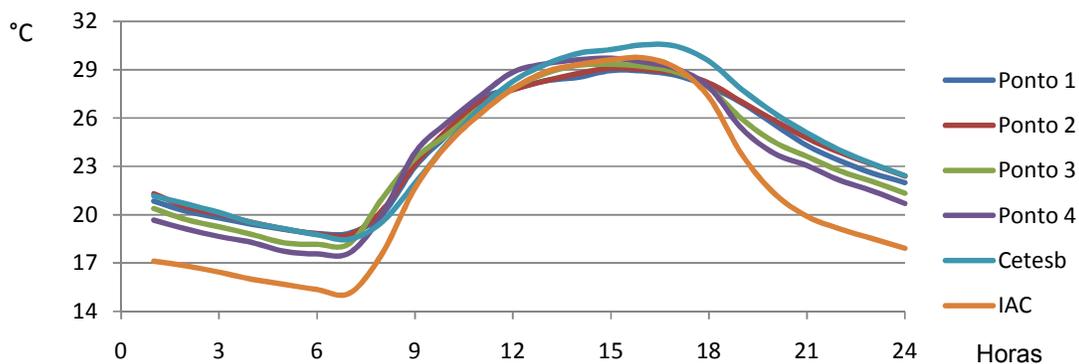


Figura 48 - Média horária da temperatura nos pontos no período de 8 a 22 de abril.

A partir daí até as 12 horas é quando as áreas ganham mais calor com a incidência solar. Os pontos onde se verifica maior ganho de calor são a estação de referência do IAC e o

ponto 4, que ganham gradativamente mais calor, acumulando um ganho das 8h ao meio dia em média 12°C e 11°C, respectivamente.

A estação da CETESB e o ponto 3 ficam em segundo lugar quanto ao ganho de calor acumulando de aproximadamente 10°C das 8 às 12h. Já os pontos 1 e 2, ganham menos calor a cada hora, acumulando aproximadamente 9°C das 8h às 12h.

A partir das 18 horas a perda de calor aumenta e é bem maior na estação de referência do IAC, seguida pelo ponto 4, depois o ponto 3 e a estação da CETESB, nessa sequência.

Os pontos que perdem menos calor no período da noite são os pontos 1 e 2, menos arborizados, apresentando temperaturas mais altas nesse período.

Em média a diferença de perda de temperatura acumulada das 19 às 22 horas entre a estação IAC e o ponto 4 é de aproximadamente 3°C e entre o ponto 4 e ponto 2 de 2°C (Figura 49).

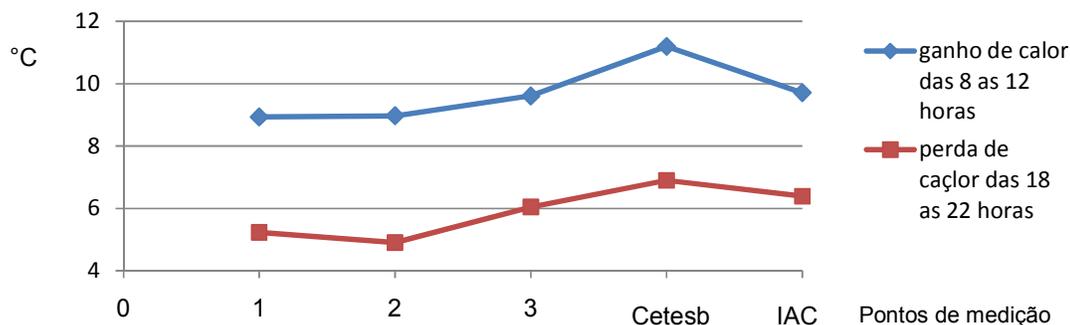


Figura 49 - Ganho e perda de calor nas áreas no período de 8 a 22 de abril.

Em todo o período de medição pode-se observar um comportamento diferenciado entre os períodos noturno e diurno. Durante o dia a temperatura nos pontos 1 e 2 é pouco mais baixa que nos pontos 3 e 4. Durante a noite a situação se inverte: as temperaturas nos pontos 1 e 2 alcançam valores mais altos que nos pontos 3 e 4.

Analisando a temperatura dos pontos com maior e menor temperatura, temos que durante o dia o ponto 4 é o de maior temperatura, na maioria das vezes das 8 às 17 horas, e o ponto 2 é o de maior temperatura das 19 às 7 horas da manhã. Já as menores temperaturas à noite são no ponto 4 e durante o dia o ponto 1 na maioria das vezes, e em alguns horários o ponto 2 ou 3.

Comparando a diferença entre os pontos mais aquecidos e mais resfriados nas avenidas em uma média horária, temos que a diferença durante o dia fica em 0,8°C na média, enquanto a diferença no período noturno fica em 1,5°C na média. (Tabela 8)

Tabela 8 - Média horária das temperaturas no período de 8 a 22 de abril (°C).

Hora	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Diferença entre as máximas e mínimas
1:00	20,9	21,3	20,4	19,7	1,6
2:00	20,2	20,5	19,7	19,1	1,4
3:00	19,8	20,0	19,2	18,7	1,4
4:00	19,4	19,5	18,8	18,3	1,2
5:00	19,1	19,1	18,3	17,7	1,4
6:00	18,8	18,8	18,2	17,6	1,3
7:00	18,9	18,8	18,2	17,6	1,2
8:00	20,0	20,3	21,0	20,1	1,0
9:00	23,0	23,1	23,5	23,9	0,9
10:00	25,0	25,3	25,0	25,7	0,8
11:00	27,2	27,0	26,6	27,4	0,7
12:00	27,8	27,7	27,8	28,8	1,1
13:00	28,3	28,3	28,8	29,4	1,1
14:00	28,5	28,8	29,3	29,6	1,1
15:00	28,9	29,1	29,3	29,7	0,8
16:00	28,9	29,0	29,2	29,5	0,6
17:00	28,6	28,8	28,8	29,1	0,4
18:00	28,0	28,2	27,9	27,9	0,3
19:00	26,9	27,0	25,9	25,4	1,6
20:00	25,6	25,9	24,5	23,8	2,0
21:00	24,3	24,8	23,6	23,0	1,7
22:00	23,4	23,9	22,7	22,1	1,7
23:00	22,6	23,1	22,1	21,5	1,6
24:00	22,0	22,4	21,3	20,7	1,7

 Ponto com maior temperatura  Ponto com menor temperatura

A estação da CETESB e o ponto 4 foram, na maioria das vezes, das 8horas às 18horas, onde a temperatura alcançou os valores um pouco mais elevados. (Tabela 9)

Tabela 9 - Temperatura diurna média nos pontos no período de 8 a 22 de abril (°C)

Horas	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h
Ponto 1	18,9	20,0	23,0	25,0	27,2	27,8	28,3	28,5	28,9	28,9	28,6	28,0	26,9
Ponto 2	18,8	20,3	23,1	25,3	27,0	27,7	28,3	28,8	29,1	29,0	28,8	28,2	27,0
Ponto 3	18,2	21,0	23,5	25,0	26,6	27,8	28,8	29,3	29,3	29,2	28,8	27,9	25,9
Ponto 4	17,6	20,1	23,9	25,7	27,4	28,8	29,4	29,6	29,7	29,5	29,1	27,9	25,4
CETESB	18,5	19,6	22,0	24,5	26,6	28,3	29,3	30,0	30,2	30,5	30,5	29,5	27,8
IAC	15,1	17,6	21,7	24,4	26,3	27,8	28,9	29,3	29,6	29,7	29,1	27,3	23,8

Comparando o ponto 4, mais quente temperatura mais alta durante a tarde, com o ponto 1, verifica-se uma pequena diferença que alcança valores em torno de 1°C geralmente das 12h às 14h. (Figura 50)

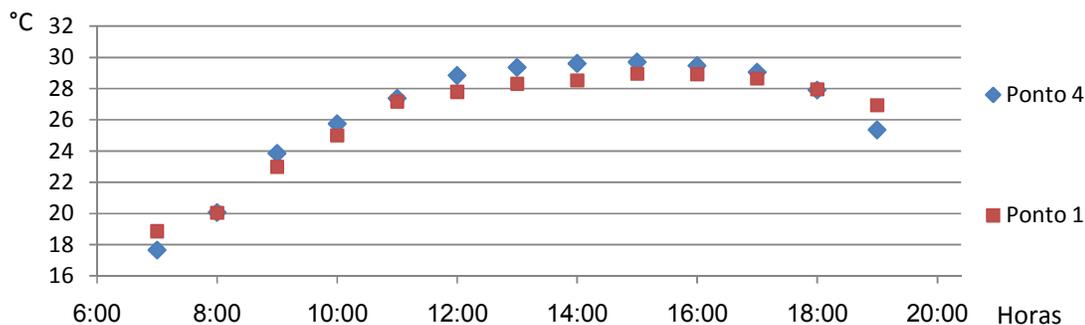


Figura 50 - Média horária da temperatura diurna nos pontos 1 e 4.

Ao cair da tarde, com o por do sol, os pontos 3 e 4, com mais arborização e áreas livres, perdem calor mais rapidamente que os pontos 1 e 2, que serão os mais quentes à noite.

No período noturno, os pontos 3 e 4 apresentaram as menores temperaturas, sendo a menor no ponto 4. A área da CETESB continua sendo a mais aquecida, seguida pelos pontos 2 e 1. (Tabela 10)

Tabela 10 - Temperatura noturna média nos pontos no período de 8 a 22 de abril (°C)

Horas	19h	20h	21h	22h	23h	24h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Ponto 1	26,9	25,6	24,3	23,4	22,6	22,0	20,9	20,2	19,8	19,4	19,1	18,8	18,9
Ponto 2	27,0	25,9	24,8	23,9	23,1	22,4	21,3	20,5	20,0	19,5	19,1	18,8	18,8
Ponto 3	25,9	24,5	23,6	22,7	22,1	21,3	20,4	19,7	19,2	18,8	18,3	18,2	18,2
Ponto 4	25,4	23,8	23,0	22,1	21,5	20,7	19,7	19,1	18,7	18,3	17,7	17,6	17,6
CETESB	27,8	26,3	25,1	24,0	23,2	22,4	21,2	20,7	20,1	19,5	19,1	18,8	18,5
IAC	23,8	21,3	19,9	19,1	18,5	17,9	17,1	16,8	16,4	16,0	15,7	15,4	15,1

Comparando o ponto 4, cuja temperatura medida foi a mais baixa na avenida, com o ponto 2, mais aquecido, a partir das 19h e por toda a madrugada, verifica-se, neste período, que a diferença é maior no início da noite, alcançando 2 °C, na maioria dos dias, e mais de 3°C em alguns dias. Isso ocorre porque os pontos 3 e 4 perdem calor mais rapidamente que os pontos 1 e 2. (Figura 51)

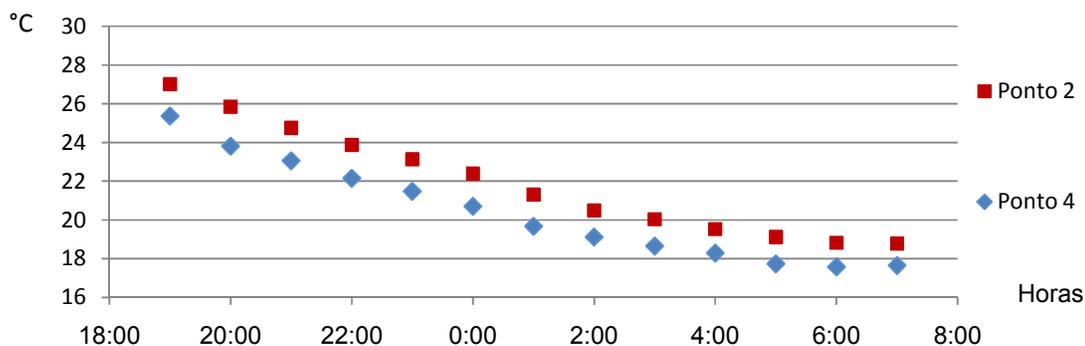


Figura 51 - Média horária da temperatura noturna nos pontos 2 e 4.

Durante o dia em geral as temperaturas nos pontos de medição são bem próximas, com diferenças entre si menores que 1°C, com valores próximos ao da estação de referência do IAC das 10 horas às 18 horas, chegando a ser menores das 12 às 17 horas nos pontos 1, 2 e 3. (Figura 52)

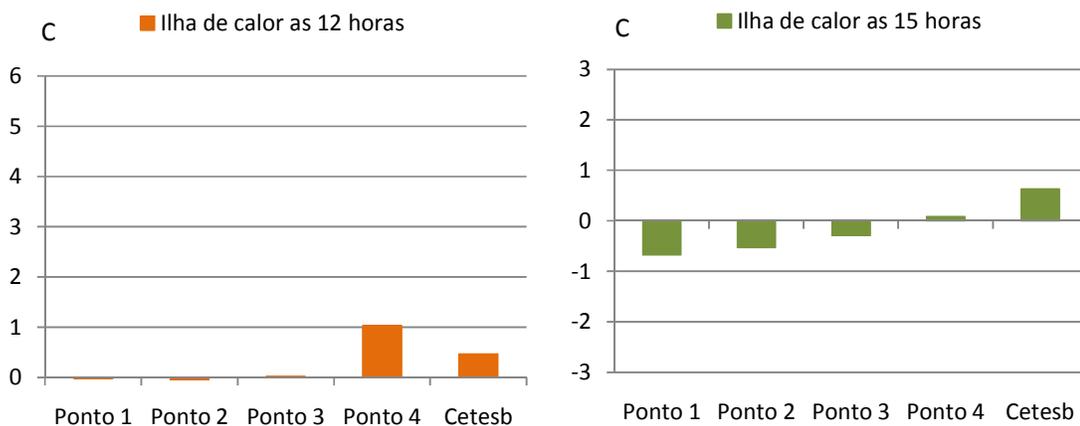


Figura 52- Ilha de calor média no período de abril às 12 horas e 15 horas.

Em todos os dias configurou-se uma ilha de calor noturna nas áreas, sendo a menor no ponto 4, permanecendo assim até as 7 horas. A maior diferença com a estação de referência do IAC foi encontrada na estação da CETESB, seguida pelos pontos 2 e 1. O ponto 3 teve temperatura pouco maior que o ponto 4. (Figura 53)

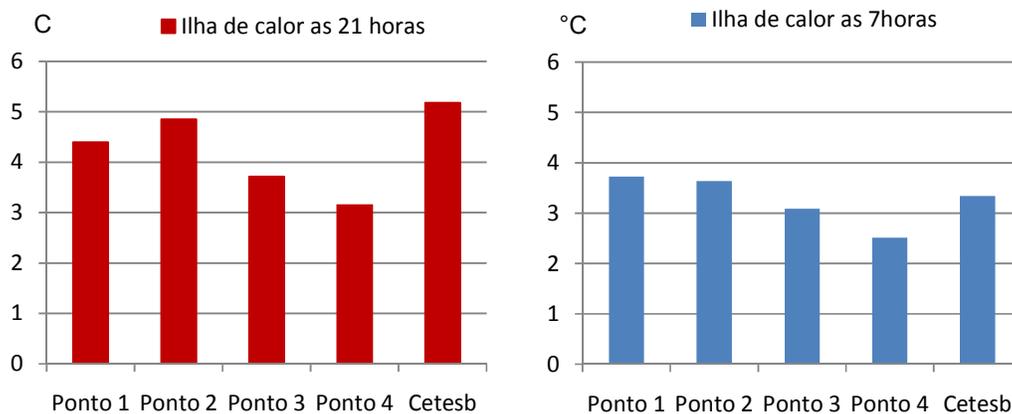


Figura 53 - Ilha de calor média no período de abril às 21 horas e 7 horas.

Considerando a média dos valores horários diurnos, das 7 horas às 19 horas, e noturnos, das 19 horas às 7 horas, verifica-se que há formação de ilha de calor nos dois períodos. Durante o dia a intensidade das ilhas formadas nas áreas estudadas, P1 e P2 na Avenida Andaló e P3 e P4 na Avenida José Munia, difere em menos de $0,5^{\circ}\text{C}$ sendo o P4 o mais quente, à noite essa diferença de intensidade aumenta para $1,5^{\circ}\text{C}$, desta vez sendo o P4 o menos aquecido. Analisando a área da CETESB, percebe-se que nos dois períodos a diferença de temperatura com a estação de referência do IAC foi a maior (Figura 54).

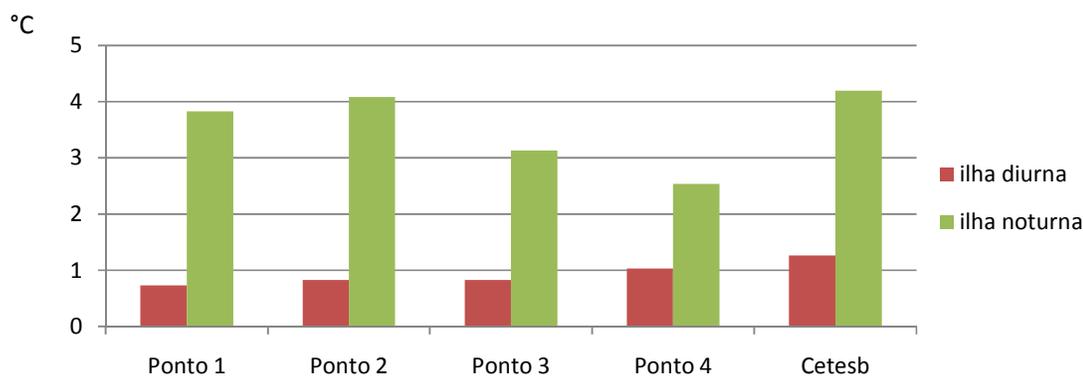


Figura 54 - Ilha de calor nos pontos no período de 8 a 22 de abril.

Comparando as duas estações de referência, do IAC em área urbana com baixa ocupação e da CETESB, em área de alta densidade e pouca arborização, percebe-se que a diferença de temperatura entre as áreas diminui bastante das 9h às 17 horas. (Figura 55) Já a velocidade do vento apresenta uma diferença quase constante entre as duas estações, sendo a velocidade medida na estação da CETESB cerca de 1m/s maior que no IAC. (Figura 56)

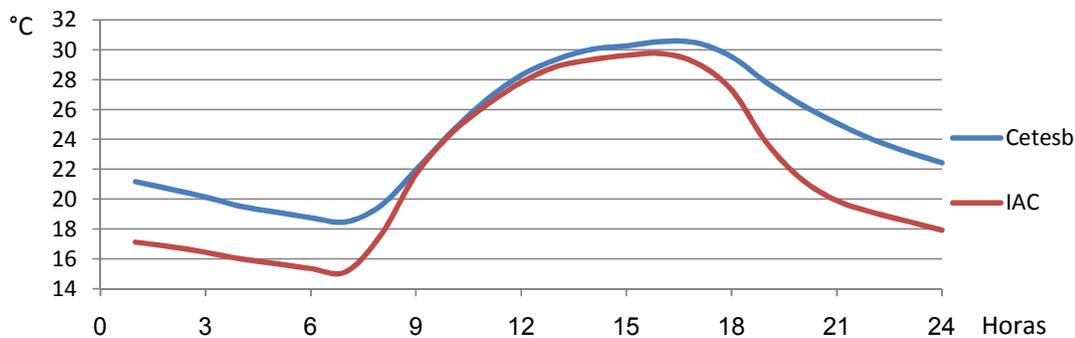


Figura 55 - Média horária da temperatura do ar nas estações CETESB e IAC no período de 8 a 22 de abril.

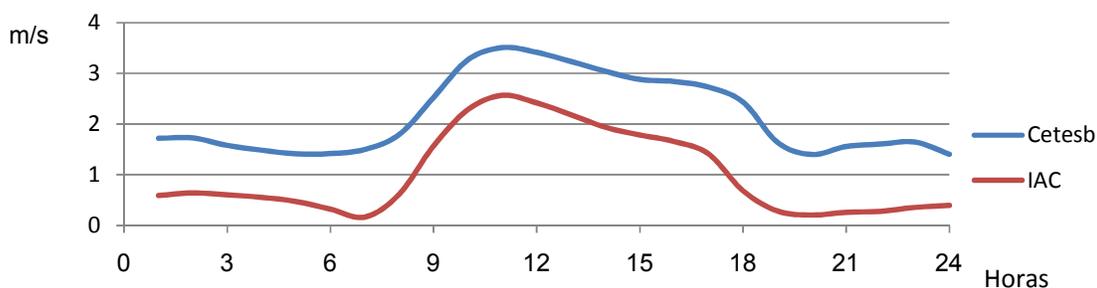


Figura 56 - Média horária da velocidade do vento nas estações de referência no período de 8 a 22 de abril.

Outra observação é que a velocidade do vento nas duas estações foi sempre mais alta no período diurno. A maior velocidade do vento pode ser apontada como uma das razões para que as temperaturas nas duas estações tenham valor aproximado neste período. O vento também pode ter influência no fato das áreas menos arborizadas da avenida terem apresentado valores pouco mais baixos que os pontos mais arborizados nesse período. A menor largura da via e o maior número de construções altas, podem ter contribuído para a canalização do vento.

5.1.2. PERÍODO DE MEDIÇÃO DE 26 DE JULHO A 9 DE AGOSTO

No segundo período de medição, de 26 de julho a 9 de agosto, os dias apresentaram céu claro todos os dias e pouca nebulosidade em quase todas as manhãs. (Figura 57)

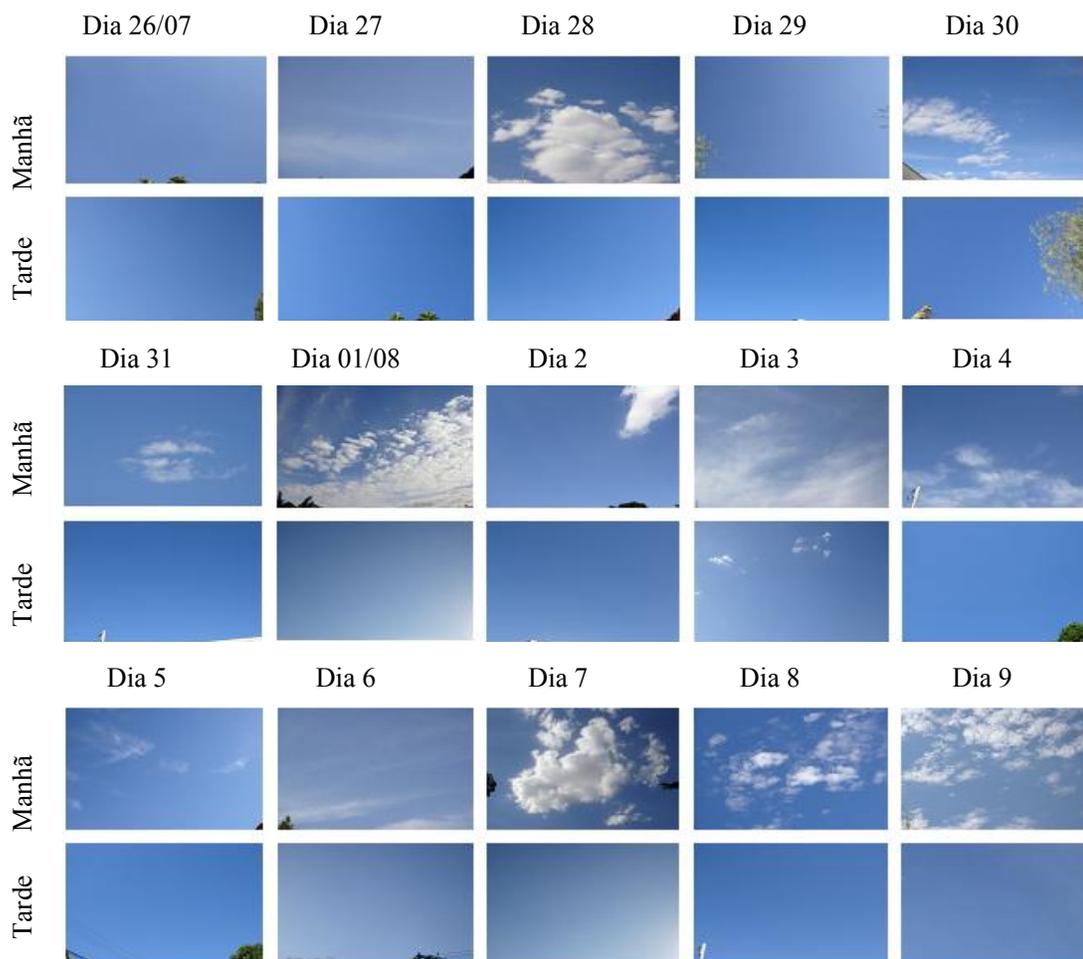


Figura 57 - Aparência do céu no segundo período de medição de 26 /julho a 9/ agosto.

Os quatro aparelhos sensores foram instalados nos mesmos lugares, porém em um deles, no ponto 3, ocorreu falha no funcionamento. Com relação às estações de referência, a estação do IAC apresentou falhas na medição em uma faixa de horário em todos os dias. Para as análises diárias foram considerados os pontos de medição P1, P2, P4 e estação CETESB.

Os meses de julho e agosto foram marcados por temperaturas acima da média, e baixos valores de umidade relativa do ar, principalmente nos setores central e leste do Brasil. Por esta razão, os focos de queimadas aumentaram 200% em comparação com o mês anterior e com o mesmo período de 2009.

Apesar da predominância de massa de ar quente e seco (mTa), a incursão de uma massa de ar frio de origem polar (mPa), no final da primeira quinzena de julho, provocou chuvas intensas em algumas regiões do país. Porém devido ao fenômeno La Niña, choveu

abaixo da média nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste e em toda a Região Sul. Apesar de provocar queda nas temperaturas, a atuação da massa de ar frio com menor umidade não teve força suficiente na região noroeste do estado, que enfrentou estiagem por mais de 3 meses.

Já no período de 2 a 4 de agosto ocorreu uma aproximação de uma FPA (Frente Polar Atlântica), que não interferiu de forma intensa nas condicionantes atmosféricas de São José do Rio Preto. Apenas nos dias seguintes 5 e 6, houve uma ligeira queda de temperatura devido a ação de uma fraca massa de ar polar. (Figura 58).

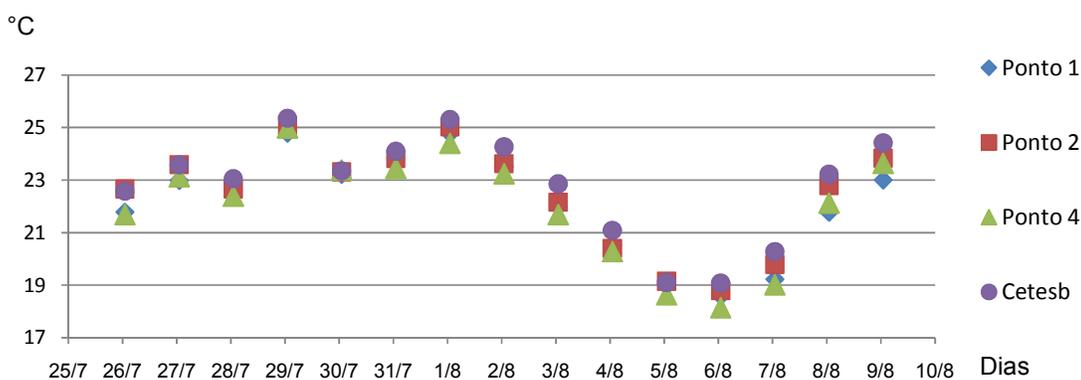


Figura 58 - Temperatura média no período de 26 de julho a 9 de agosto.

A diferença entre as máximas encontradas em um mesmo ponto no período esteve em torno de 7°C e em torno de 10°C entre as mínimas, sendo a amplitude entre máximas e mínimas no período em torno de 19°C nos pontos 1 e 2, 23°C no ponto 4 e 21°C na estação da CETESB (Figuras 59 e 60).

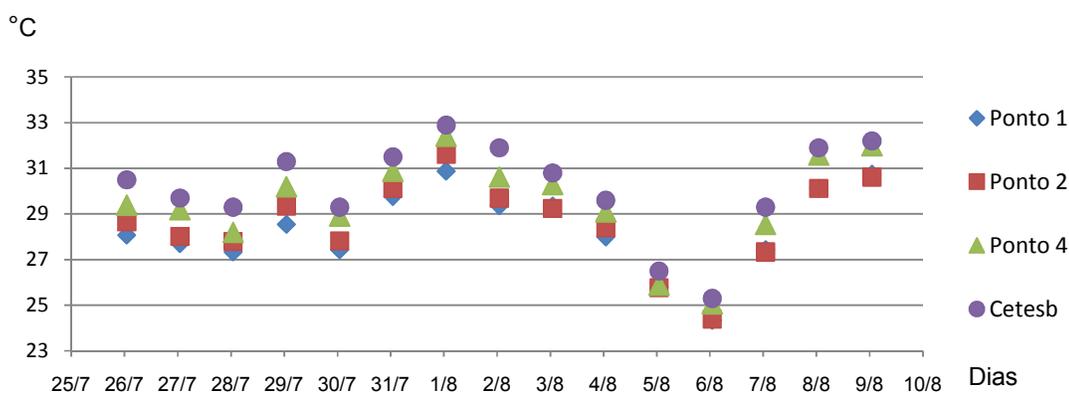


Figura 59 - Temperaturas máximas no período de 26 de julho a 9 de agosto.

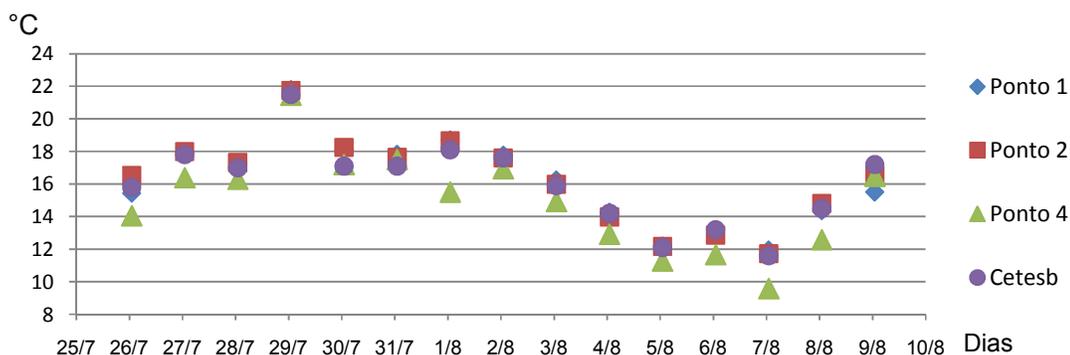


Figura 60 - Temperaturas mínimas no período de 26 de julho a 9 de agosto.

Na média as temperaturas encontradas nos três pontos da avenida no período apresentaram pouca diferença, sendo a mais alta no ponto 2, com menos de 0,5°C de diferença da menor temperatura no ponto 4. Em relação à avenida, a estação da CETESB esteve acima menos de 1°C. (Figura 61)

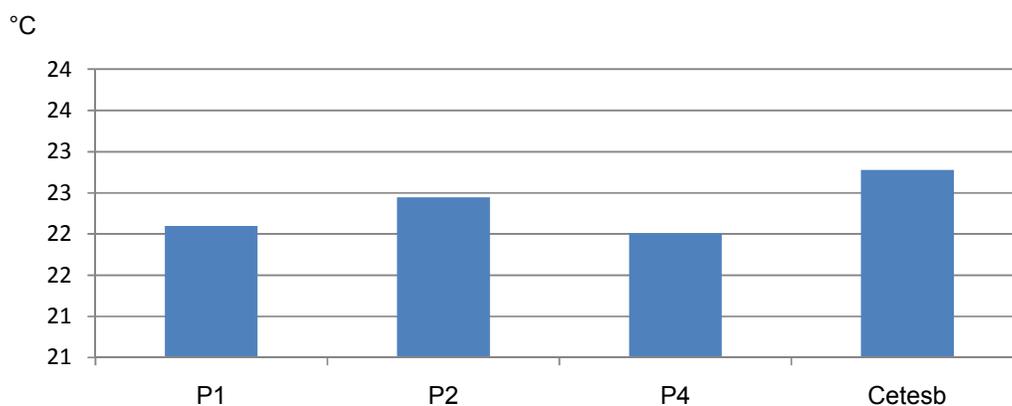


Figura 61 - Temperaturas médias nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.

A máxima temperatura foi encontrada na estação de referência CETESB, com 32,90°C no dia 01 de agosto às 17 horas. Em todo o período as temperaturas máximas ocorreram à tarde e em todos os pontos da avenida ficaram pouco abaixo da estação da CETESB, sendo o ponto 1, o que apresentou a menor temperatura, e o ponto 4, a maior. (Figura 62)

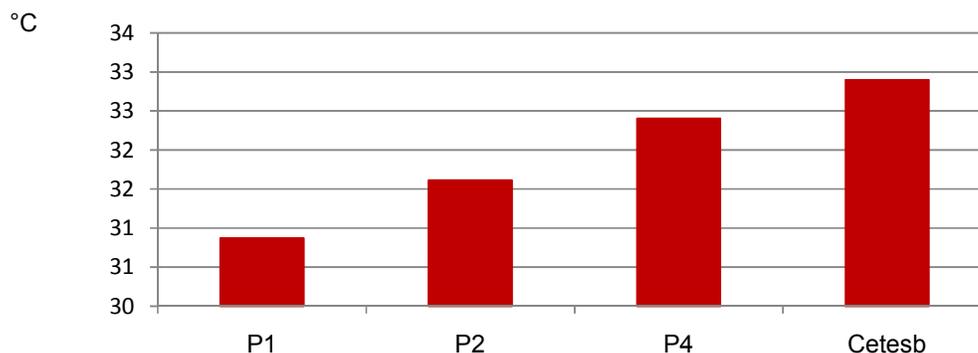


Figura 62 - Temperaturas máximas nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.

A menor temperatura foi medida no ponto 4 com 9,58°C no dia 7 de agosto às 7 horas. Já os outros pontos marcaram a menor temperatura às 7 horas desse mesmo dia com diferença aproximada de 2 °C na estação da CETESB, com 11,60°C; e 2,5°C nos pontos 1 e 2, com 11,95°C e 11,73°C, respectivamente. (Figura 63)

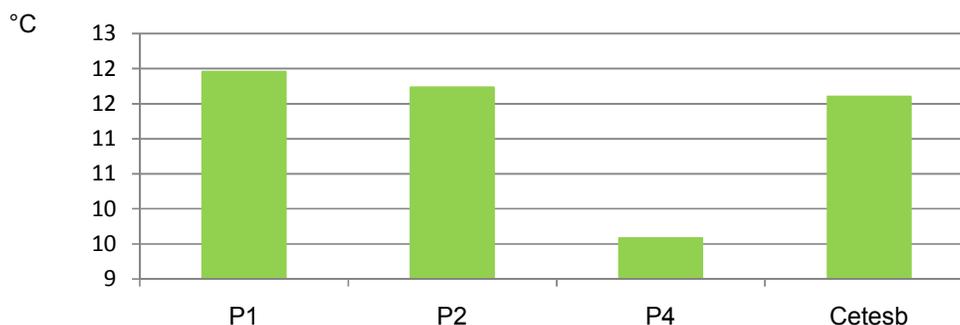


Figura 63 - Temperaturas mínimas nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.

A amplitude variou entre 7°C e 19°C, sempre maior no ponto 4 e estação da CETESB e menor nos pontos 1 e 2. Na média, a amplitude esteve em torno de 12°C nos pontos 1 e 2 e 14°C no ponto 4 e estação CETESB (Tabela 11 e Figura 64).

Tabela 11 - Amplitude média no período de 26 de julho a 9 de agosto.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 4	CETESB
Média das máximas	28,3	28,6	29,5	30,1
Média das mínimas	16,1	16,3	15,0	16,0
Amplitude	12,2	12,3	14,5	14,1

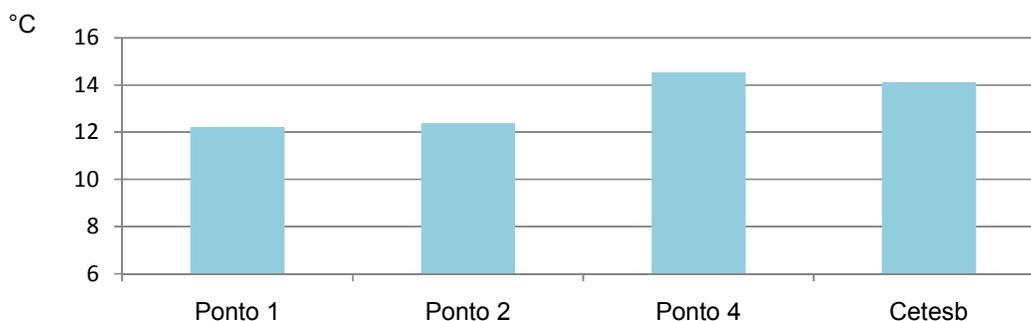


Figura 64 - Amplitude média nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.

As temperaturas mais baixas ocorrem em geral às sete horas todos os dias, em todos os pontos. As temperaturas mais altas ocorrem em geral entre 15 e 17 horas, todos os dias em todos os pontos (Figura 65).

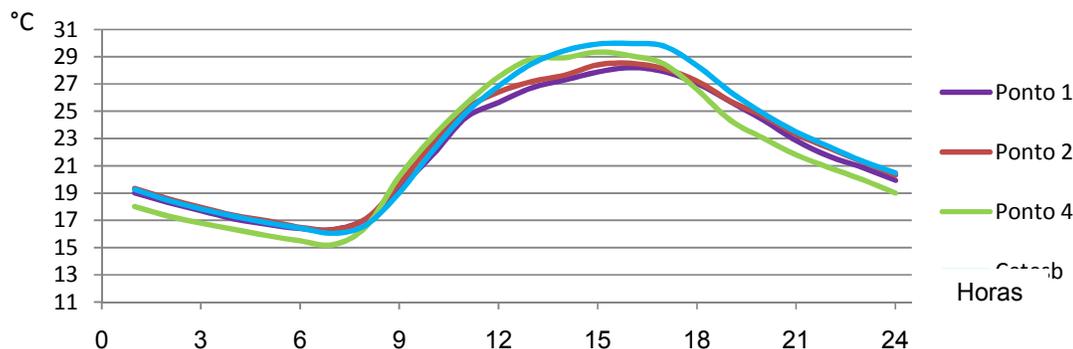


Figura 65 - Média horária da temperatura nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.

A partir das 7 horas até as 12 horas é quando as áreas ganham mais calor com a incidência solar. Os pontos onde se verifica maior ganho de calor são a estação da CETESB e o ponto 4, que ganham gradativamente mais calor, acumulando um ganho diário em média 11°C e 12°C, respectivamente.

Os pontos 1 e 2 ganham menos calor a cada hora, acumulando aproximadamente 9°C e 10°C em média, respectivamente das 8 horas às 12 horas. A partir das 18 horas a perda de calor aumenta e é bem maior no ponto 4 e estação da CETESB, nessa ordem.

Os pontos que perdem menos calor no período da noite são os pontos 1 e 2, menos arborizados, apresentando temperaturas mais altas nesse período.

Em média, a diferença de perda de temperatura acumulada das 19 às 22 horas entre o ponto 4 e ponto 2 é de aproximadamente 2°C. (figura 66)

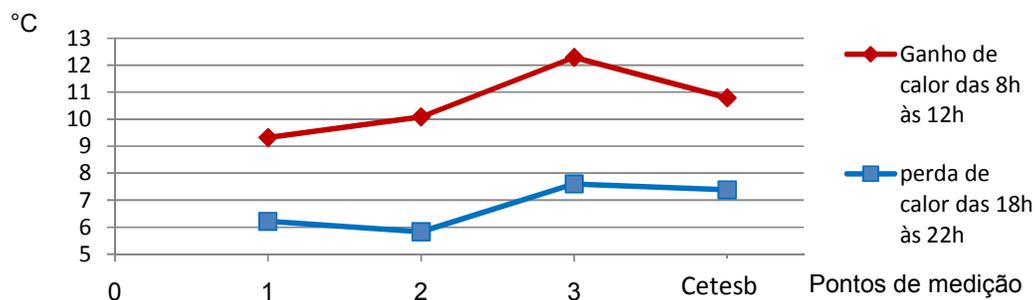


Figura 66 - Ganho e perda de calor nos pontos no período de 26 de julho a 9 de agosto.

Comparando os três pontos da avenida, tem-se que no período noturno o ponto 4 apresentou sempre menor valor de temperatura, e o ponto 2 sempre a maior. Já durante o dia, a área mais aquecida foi no ponto 4 e a menos aquecida o ponto 1. Em uma média horária a diferença entre as máximas e mínimas fica muito próxima nos dois períodos. (Tabela 12)

Tabela 12 - Média horária da temperatura nos pontos em julho / agosto (°C).

Hora	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 4	Diferença entre as máximas e mínimas
1:00	19,0	19,3	18,0	1,3
2:00	18,3	18,6	17,3	1,3
3:00	17,7	18,0	16,8	1,2
4:00	17,1	17,4	16,3	1,0
5:00	16,7	17,0	15,9	1,1
6:00	16,4	16,5	15,5	1,0
7:00	16,3	16,3	15,2	1,1
8:00	17,1	17,1	16,5	0,6
9:00	19,3	19,7	20,2	0,9
10:00	21,8	22,6	23,1	1,3
11:00	24,5	25,1	25,5	1,0
12:00	25,6	26,4	27,5	1,9
13:00	26,7	27,2	28,8	2,1
14:00	27,3	27,6	28,9	1,6
15:00	27,9	28,4	29,3	1,5
16:00	28,2	28,5	29,1	0,9
17:00	27,9	28,1	28,5	0,6
18:00	27,0	27,2	26,6	0,6
19:00	25,7	25,8	24,4	1,4
20:00	24,4	24,6	23,0	1,6
21:00	22,8	23,3	21,8	1,5
22:00	21,7	22,3	20,9	1,4
23:00	20,9	21,3	20,0	1,3
24:00	19,9	20,3	19,0	1,3

Área mais aquecida
 Área menos aquecida

Nas figuras 67 e 68, as curvas de variação da temperatura em uma média horária nos pontos 1, 2 e 4, mostram que o ponto 4 é pouco mais quente que os pontos 1 e 2 no período diurno. Já no período noturno, o mesmo ponto 4 apresenta temperatura menor que os outros pontos. O ponto 2 foi sempre mais quente que o ponto 1, à noite e também durante o dia.

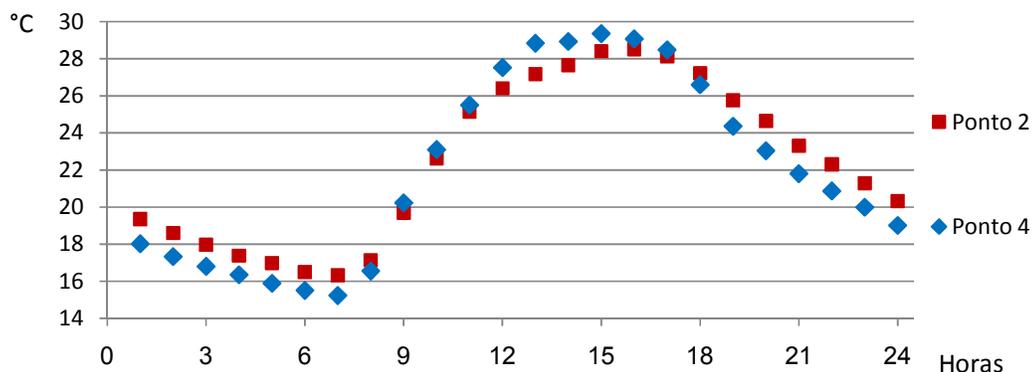


Figura 67 - Média horária nos pontos 2 e 4 no período de 26 de julho a 9 de agosto.

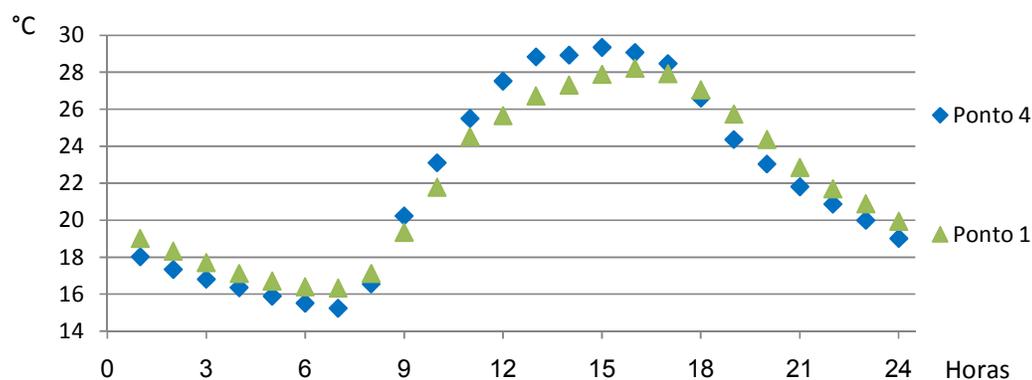


Figura 68 - Média horária nos pontos 1 e 4 no período de 26 de julho a 9 de agosto.

Considerando também na média horária os pontos de referência na estação CETESB e IAC, temos que o ponto no IAC apresenta a menor temperatura no período noturno e diurno até as 10 horas, quando o ponto 1 passa a ser o menos aquecido. Com o por do sol, o ponto 4 fica abaixo do IAC às 18 horas. Já a área mais aquecida das 14 horas às 24 horas passa a ser a estação da CETESB. (Tabela 13)

Tabela 13 - Média horária no período de 26 de julho a 9 de agosto (°C).

Hora	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 4	CETESB	IAC	Diferença entre máximas e mínimas
1:00	19,0	19,3	18,0	19,3	17,0	2,4
2:00	18,3	18,6	17,3	18,5	16,7	1,9
3:00	17,7	18,0	16,8	17,8	14,5	3,5
4:00	17,1	17,4	16,3	17,3	13,9	3,5
5:00	16,7	17,0	15,9	16,8	13,4	3,6
6:00	16,4	16,5	15,5	16,4	12,9	3,6
7:00	16,3	16,3	15,2	16,0	12,5	3,8
8:00	17,1	17,1	16,5	16,7	13,2	4,0
9:00	19,3	19,7	20,2	19,0	18,5	1,8
10:00	21,8	22,6	23,1	22,1	21,5	1,6
11:00	24,5	25,1	25,5	24,8	24,7	1,0
12:00	25,6	26,4	27,5	26,8	26,9	1,9
13:00	26,7	27,2	28,8	28,5	28,5	2,1
14:00	27,3	27,6	28,9	29,5	29,5	2,2
15:00	27,9	28,4	29,3	29,9	29,9	2,1
16:00	28,2	28,5	29,1	30,0	30,0	1,8
17:00	27,9	28,1	28,5	29,8	29,5	1,9
18:00	27,0	27,2	26,6	28,4	27,3	1,8
19:00	25,7	25,8	24,4	26,4	23,8	2,7
20:00	24,4	24,6	23,0	24,8	21,3	3,5
21:00	22,8	23,3	21,8	23,5	19,7	3,8
22:00	21,7	22,3	20,9	22,4	18,7	3,7
23:00	20,9	21,3	20,0	21,3	17,9	3,5
0:00	19,9	20,3	19,0	20,5	17,9	2,6

Área menos aquecida



Área mais aquecida

Para estudar o desempenho térmico das áreas nesse período de medição considerou-se a média horária, sendo os valores em falta na faixa horária das 2 horas às 10 horas da estação do IAC calculadas com base na equação de correlação entre as curvas da CETESB e IAC no período de abril (Anexo 1).

Em todo o período de medição pode-se observar um comportamento das áreas diferenciado entre os horários noturnos e diurnos. Assim como em abril, no ponto 4, a intensidade de formação de ilha de calor noturna foi a menor entre todas as áreas. Durante o dia, a diferença com a estação do IAC foi também menor em todos os pontos. No ponto 4 formou-se ilha de calor maior que nas outras áreas da avenida, principalmente das 12 horas às 15 horas. Nessa faixa de horário chega a se formar uma ilha de frescor nos pontos, com 2°C no ponto 1 às 15 horas (Figura 69).

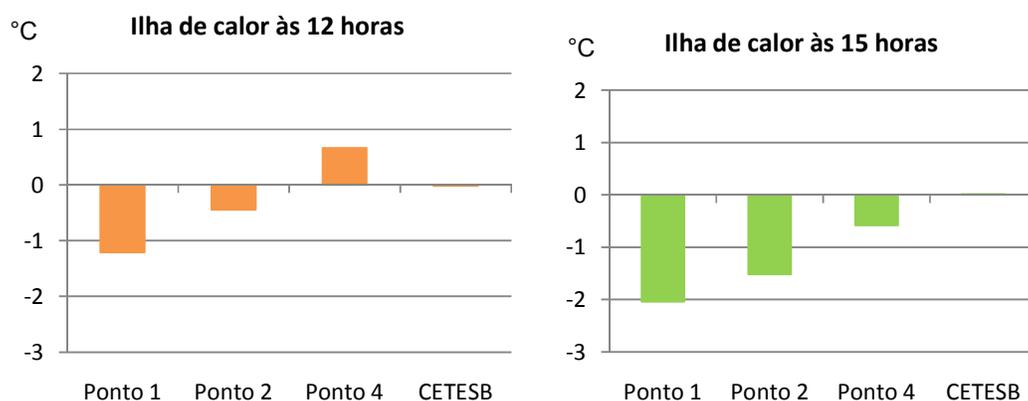


Figura 69 - Ilha de calor média às 12h e às 15h no período de 26 de julho a 9 de agosto.

Em todos os dias configurou-se uma ilha de calor noturna nas áreas, sendo a menor no ponto 4, permanecendo assim até às 7horas. A maior diferença com a estação de referência do IAC no período noturno, foi encontrada na estação da CETESB, seguida pelos pontos 2 e 1 (Figura 70).

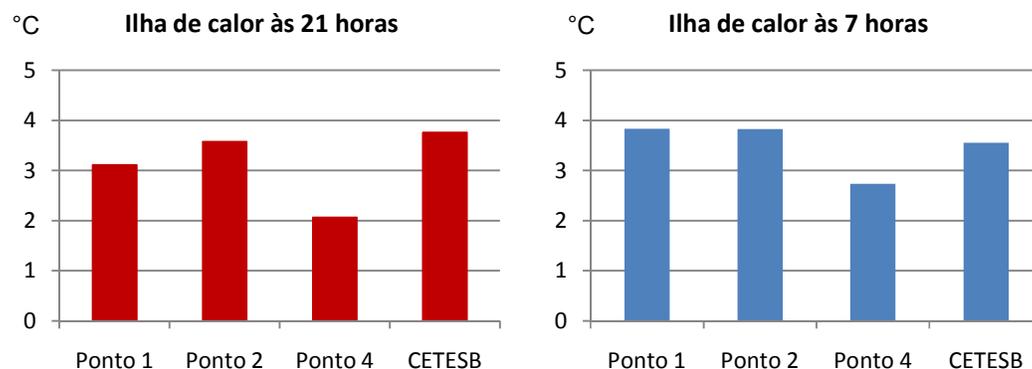


Figura 70 - Ilha de calor média às 21h e às 7h no período de 26 de julho a 9 de agosto.

Considerando a média dos valores horários diurnos, das 7 horas às 19 horas, e noturnos, das 19 horas às 7 horas, verifica-se que, assim como em abril, há formação de ilha de calor nos dois períodos. Durante o dia as temperaturas nos pontos P1 e P2 na Avenida Andaló são praticamente iguais à estação do IAC e o ponto P4 na Avenida José Munia, a temperatura é menor 0,5°. À noite essa diferença aumenta para até mais de 1,5°C, no P4, e nos pontos P1 e P2 aumenta para até 3°C. Analisando a área da CETESB percebe-se que nos dois períodos a temperatura encontrada foi maior. (Figura 71)

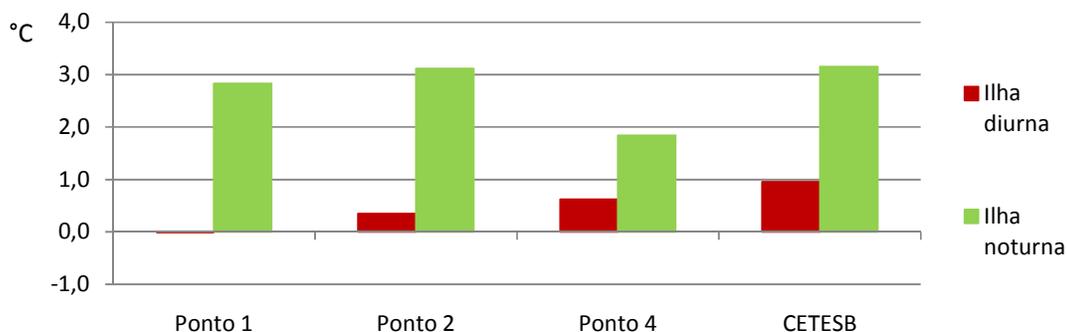


Figura 71 - Ilha de calor diurna e noturna média no período de 26 de julho a 9 de agosto.

Comparando as duas estações de referência, do IAC da CETESB, percebe-se que, da mesma maneira que em abril, no período diurno, principalmente das 9 horas às 15 horas a diferença de temperatura entre as áreas diminui significativamente (Figura 72).

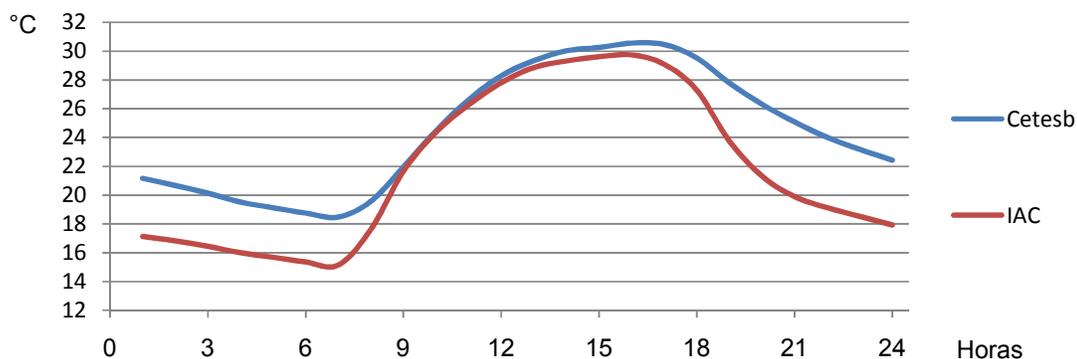


Figura 72 - Média de temperatura nas estações de referência no período de 26 /julho a 9 / agosto.

Também no período de julho e agosto, a velocidade do vento atingiu os maiores valores no período diurno. (Figura 73)

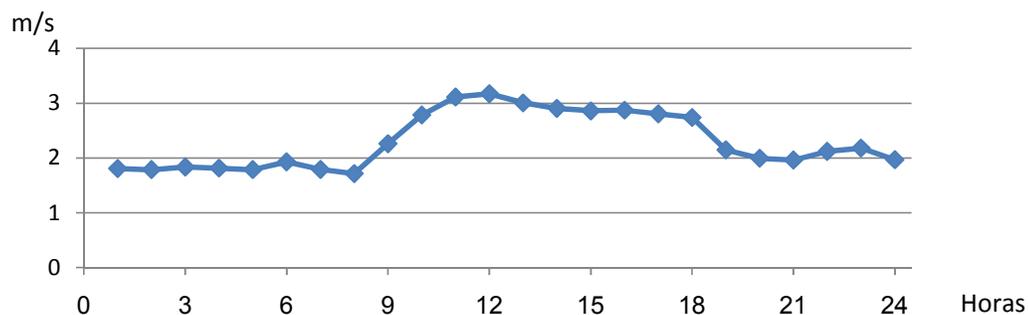


Figura 73 - Média horária da velocidade do vento na estação da CETESB no período de 26 /julho a 9 / agosto.

Comparando as temperaturas médias do período de 8 a 22 de abril com o período de 26 de julho a 9 de agosto, tem-se que, enquanto a temperatura da estação IAC, mais próxima da área rural, diminuiu cerca de 1°C, as áreas urbanas apresentaram uma diminuição um pouco maior, de 1,6°C no ponto 4, a 1,9°C no ponto 1. (Tabela 14 e Figura 74)

Tabela 14 - Média de temperatura nos dois períodos de medição (°C)

Pontos de medição	abril	julho/ago	diferença entre os dois períodos
IAC	21,9	20,8	1,0
P1	24,0	22,1	1,9
P2	24,2	22,4	1,7
P4	23,6	22,0	1,6
CETESB	24,5	22,8	1,7

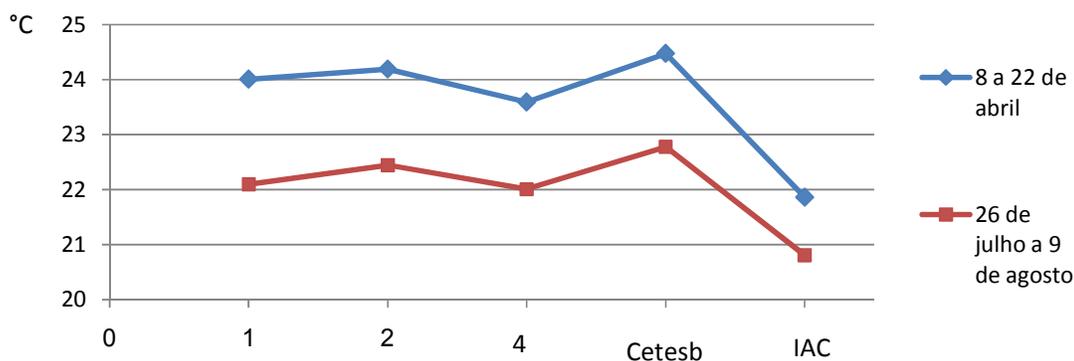


Figura 74 - Temperaturas médias nos dois períodos de medição.

Percebe-se também que a intensidade de ilha de calor formada em abril foi ligeiramente maior em todos os pontos, o que sugere que quanto mais alta a temperatura pior a resposta térmica dos ambientes urbanos estudados. (Figura 75 e 76)

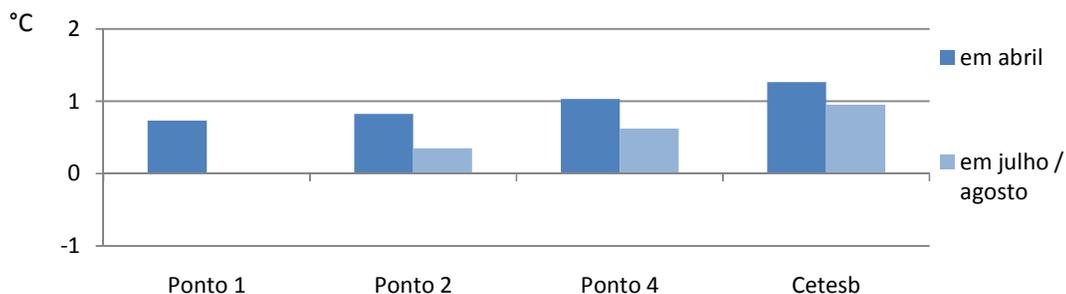


Figura 75 - Ilha de calor diurna nos dois períodos de medição.

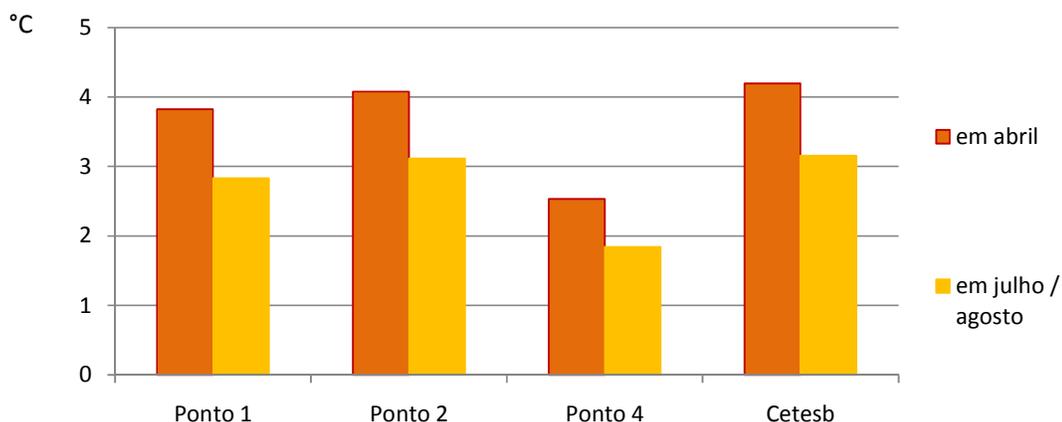


Figura 76 - Ilha de calor noturna nos dois períodos de medição.

Além disso, houve uma discreta diferença de comportamento, tanto noturno, quanto diurno, entre os pontos nos dois períodos de medição. (Figura 77). Comparando os pontos 1 e 2 na Avenida Andaló e o ponto 4 na Avenida José Munia, percebe-se que a resposta à mudança de temperatura teve a maior variação, e no ponto 4, a menor variação. Já a estação CETESB mostra a menor variação no período diurno e a maior no período noturno.

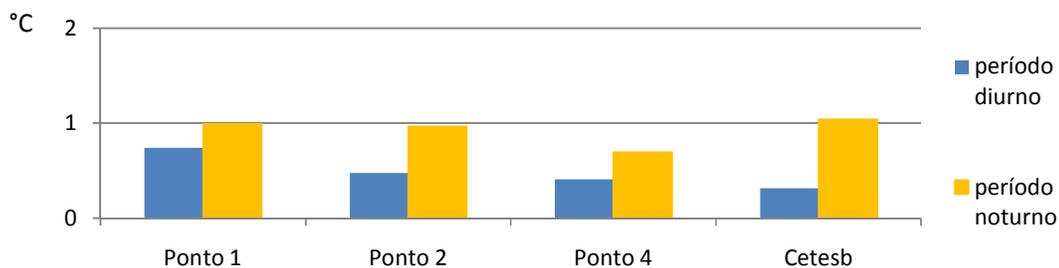


Figura 77 - Diferença entre as ilhas de calor noturnas e diurnas nos dois períodos de medição.

5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Avenida Andaló, tem uma ocupação de alta densidade com verticalização variada. Segundo o mapa de uso e ocupação do solo do município apresentado em Castilho (2006), o ponto 1 está inserido em uma área de alta densidade e elevada verticalização e o ponto 2 em área de alta densidade com verticalização mista. As taxas de uso e ocupação do solo estão de acordo com esse mapeamento. Já a Avenida José Munia, segundo o mesmo mapa, tem uma ocupação de média e baixa densidade, estando os pontos 3 e 4 em área de médio adensamento. Para estes pontos, encontrou-se taxas de uso e ocupação compatíveis com essa classificação, sendo que no ponto 3 há um edifício de 15 andares.

Os dois quadros seguintes fazem uma exposição geral dos resultados obtidos com a caracterização das áreas e os resultados encontrados para as temperaturas do ar médias, diurna e noturna, registradas no período de abril, e as ilhas de calor noturna nos quatro pontos das avenidas no mesmo período. (Figuras 78 e 79).

As análises de correlação da temperatura do ar com os parâmetros de cobertura das superfícies apresentadas a seguir, foram feitas para os valores médios das medições de temperatura diurna e noturna do período de abril, e para os valores de intensidade de ilha de calor noturna, que apresentou uma maior diferenciação do comportamento térmico nos dois trechos do córrego, Av. Alberto Andaló (P1 e P2) e Av. José Munia (P3 e P4).

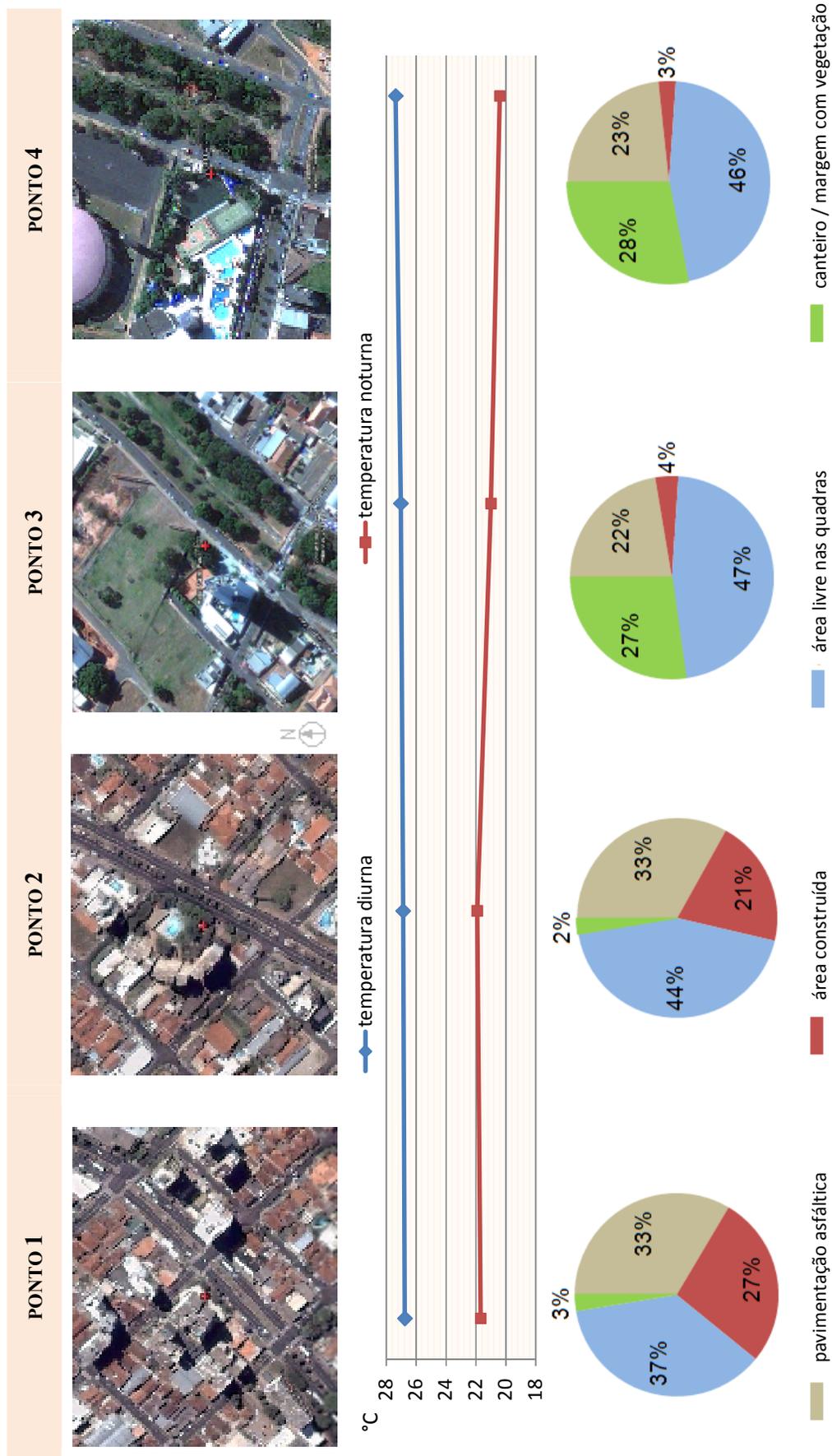


Figura 78 - Quadro geral dos resultados - temperatura do ar diurna e noturna e cobertura do solo nas áreas.

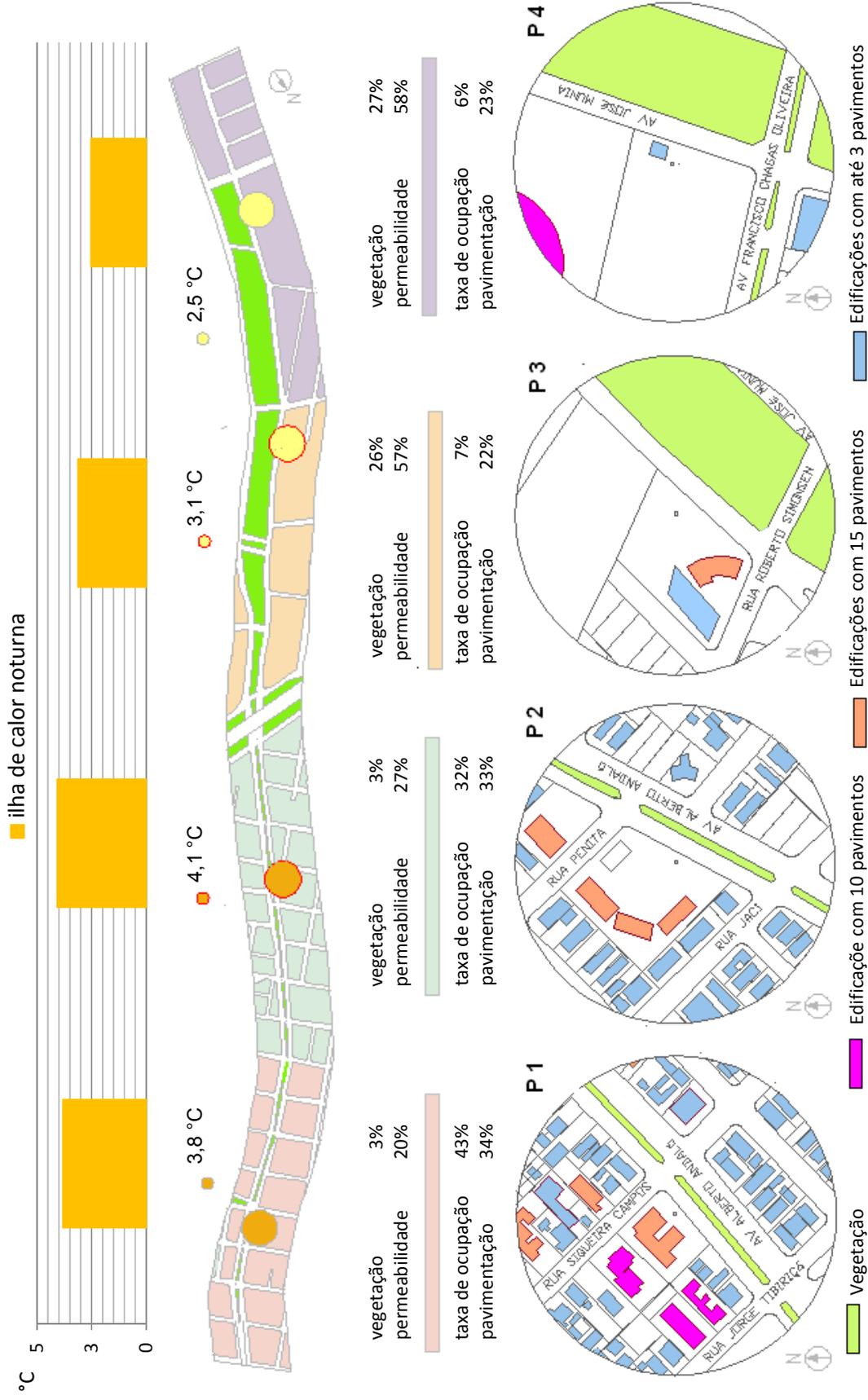


Figura 79 - Quadro geral dos resultados parciais - cobertura do solo e ilha de calor noturna nas áreas.

5.2.1. RELAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE COBERTURA DO SOLO COM A TEMPERATURA DO AR .

Para relacionar as temperaturas do ar com as características das áreas, foram consideradas as médias diurnas e noturnas do período de medição de abril em todos os pontos (Figura 80). Na análise da relação da temperatura com as áreas estudadas foram analisadas as características de cobertura do solo: presença de vegetação, superfícies asfaltadas, pavimentação nas quadras considerando calçadas e quintais revestidos, áreas ocupadas com construções e permeabilidade do solo, e também a taxa de ocupação e índice de utilização das quadras (Figura 81).

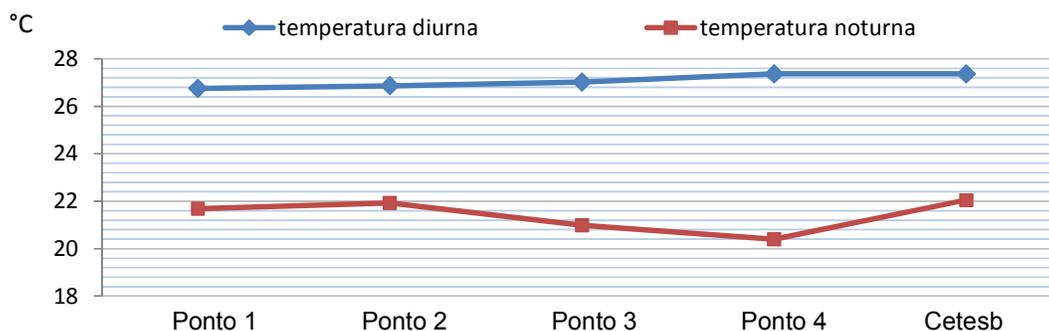


Figura 80 - Temperaturas médias no período de medição de 8 a 22 de abril.

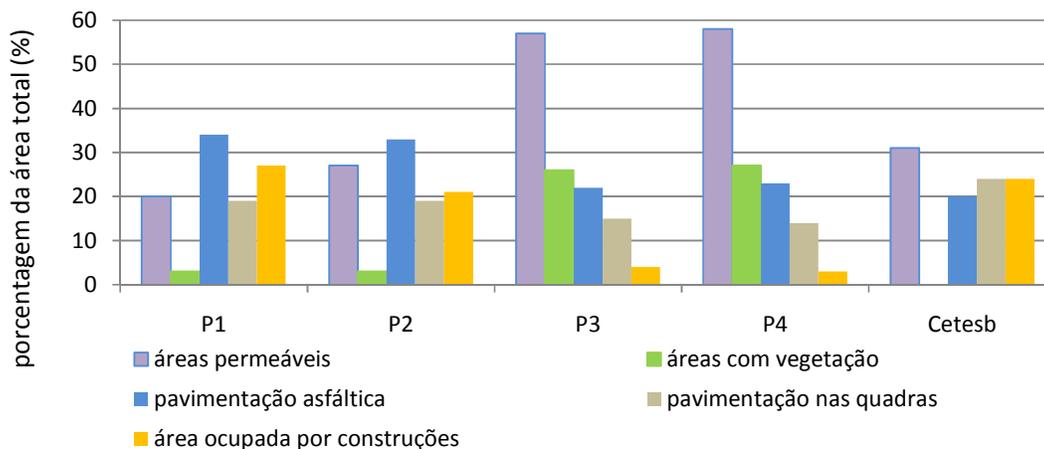


Figura 81 - Cobertura do solo nas áreas comparadas

Para medir a influência das características da superfície das áreas com as temperaturas encontradas, apesar dos poucos números de pontos amostrais, foi realizada uma análise, com o objetivo de verificar o grau de dependência entre as variáveis através de seu coeficiente de correlação. A figura 82 ilustra a associação das variáveis.

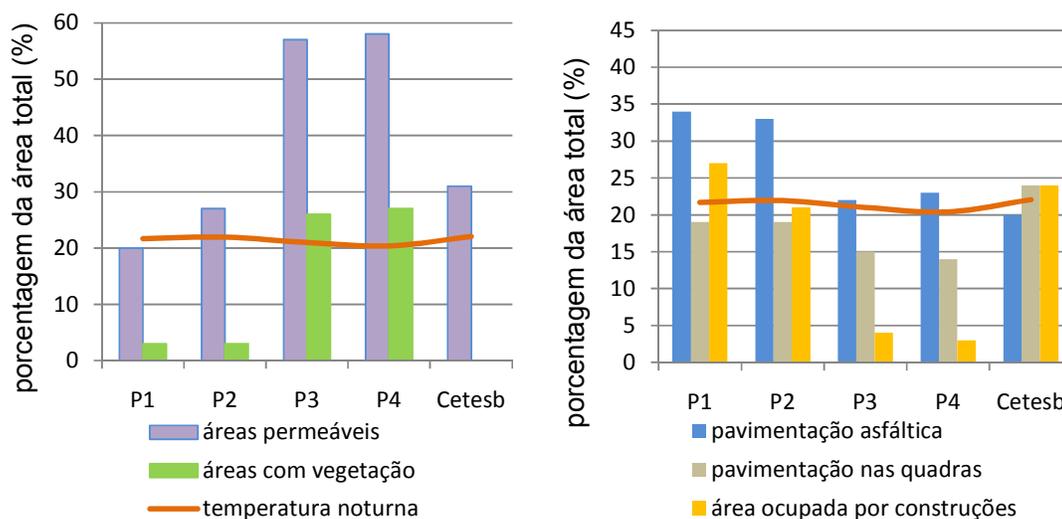


Figura 82 - Associação das características de cobertura do solo com a temperatura noturna.

Na tabela 15 pode-se observar que os maiores valores do coeficiente de correlação (R) para a temperatura diurna estão relacionados com a área ocupada por construções, a taxa de ocupação e o índice de utilização. A correlação com a temperatura noturna demonstra que a presença de vegetação, pavimentação e permeabilidade apresentam os maiores índices, e sendo a menor correlação com o índice de utilização.

Tabela 15 - Correlação entre as características morfológicas e a média de temperatura diurna e noturna do mês de abril - Pontos P1, P2, P3 e P4.

R (temperatura noturna)	R (temperatura diurna)	Características das áreas
0,94	0,84	Presença de vegetação
0,89	0,80	Pavimentação asfáltica
0,95	0,86	Pavimentação nas quadras
0,90	0,85	Permeabilidade do solo
0,88	0,87	Área ocupada por construções
0,88	0,87	Taxa de ocupação
0,82	0,88	Índice de utilização

Durante o dia as temperaturas encontradas foram pouco mais baixas onde a área construída e a altura dos edifícios são maiores, na Avenida Andaló, provavelmente devido à sombra propiciada pelos edifícios altos ao longo na avenida. Na Avenida José Munia, embora a ocorrência de vegetação seja maior, ocorre apenas na margem do córrego, sendo que nas quadras há muito mais áreas livres revestidas ou não. As correlações sugerem que essas áreas recebem uma incidência solar direta nas superfícies pela falta de sombreamento, aquecendo o ar das áreas imediatas (Figura 83).

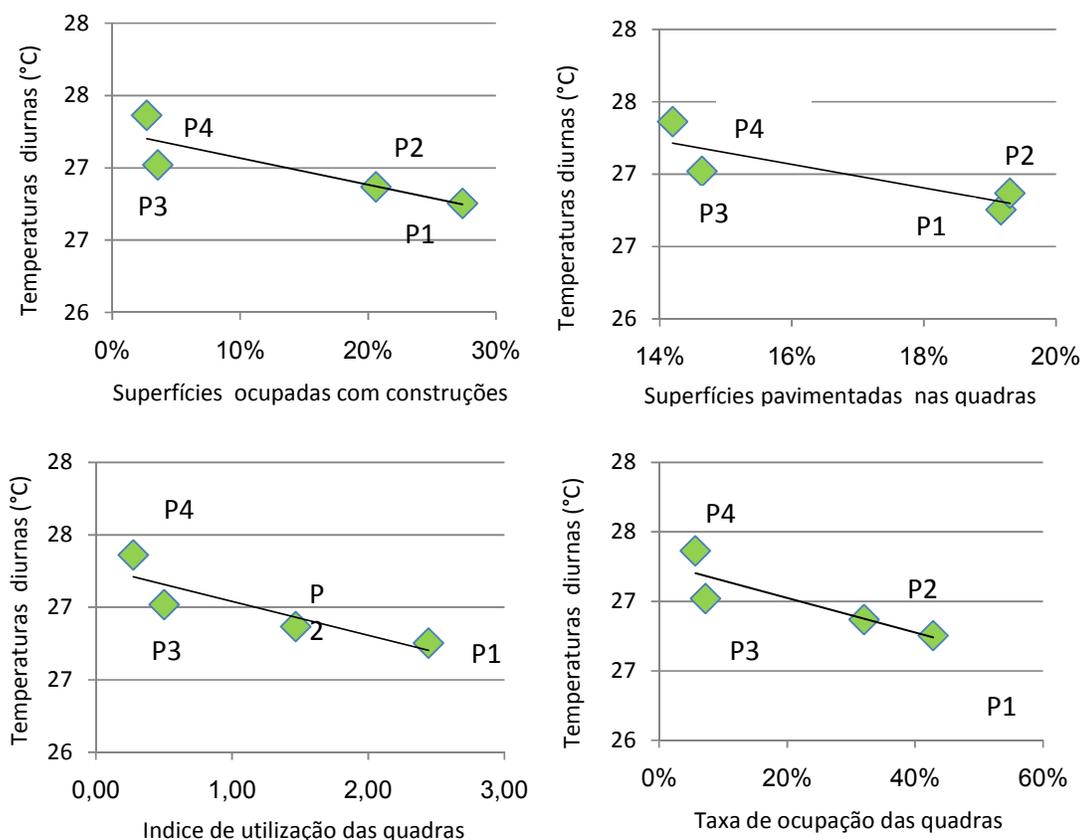


Figura 83 - Correlações com as temperaturas médias diurnas – Pontos P1, P2, P3 e P4 .

Quando o sol se põe, as áreas perdem calor em maior ou menor quantidade, conforme as características do ambiente. Quanto maior a presença de materiais que absorvem calor, mais lentamente a área perde o calor acumulado.

Como esperado, à noite, a presença de vegetação e a permeabilidade do solo contribuíram para amenizar as temperaturas, enquanto as superfícies revestidas e as construções contribuíram para aumentar a temperatura.

Neste período as temperaturas mais baixas foram encontradas na Avenida José Munia, que tem mais áreas livres e uma vegetação significativa. A maior área construída e maior taxa de ocupação da Avenida Andaló, contribuem para diminuir a perda de calor, fazendo com que as temperaturas fiquem mais altas. (Figura 84)

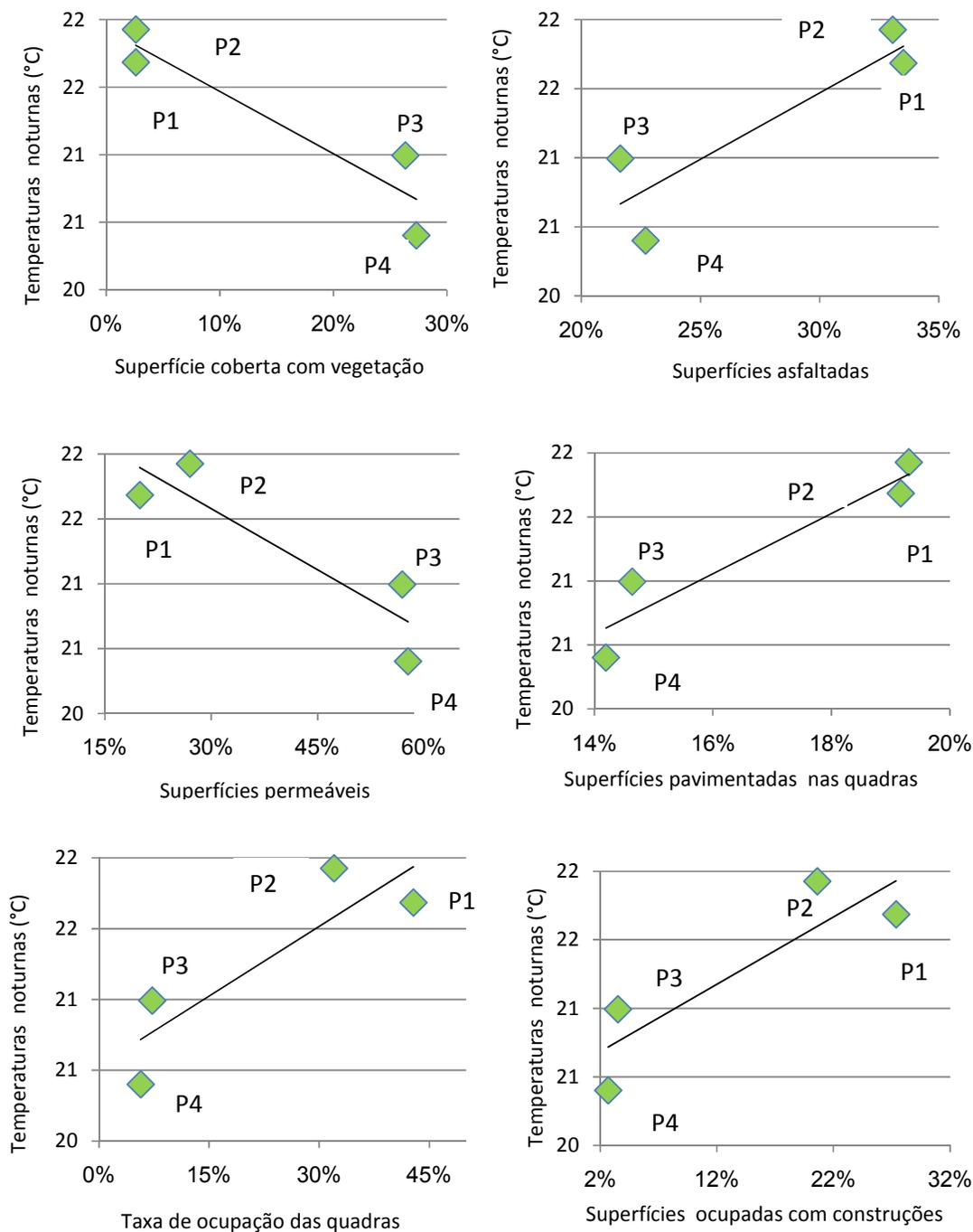


Figura 84 - Correlações com as temperaturas médias noturnas – Pontos P1, P2, P3 e P4.

Incluindo a área da estação de referência da CETESB na análise da relação entre as variáveis de cobertura do solo com as temperaturas diurnas e noturnas, observou-se que durante o dia os maiores coeficientes foram encontrados para a pavimentação asfáltica e o índice de utilização. Já durante a noite, permanece evidente uma relação com a presença de vegetação, pavimentação, permeabilidade e área ocupada com construções.

Em ordem, as características que mais contribuem para amenizar a temperatura noturna são a vegetação e a permeabilidade, e as que contribuem para que permaneçam mais altas são: a pavimentação nas quadras, a área construída, e a taxa de ocupação. (Tabela 16)

Tabela 16 - Correlação entre as características morfológicas e a média de temperatura diurna e noturna do mês de abril – Pontos P1, P2, P3, P4 e CETESB.

R (temperatura noturna)	R (temperatura diurna)	Características das áreas
0,95	0,33	Presença de vegetação
0,40	0,85	Pavimentação asfáltica
0,90	0,00	Pavimentação nas quadras
0,87	0,54	Permeabilidade do solo
0,90	0,40	Área ocupada por construções
0,85	0,55	Taxa de ocupação
0,54	0,85	Índice de utilização

Seguindo a tendência da influência nas temperaturas, também a intensidade das ilhas de calor tem os maiores índices de correlação com as mesmas características, contribuindo para minimizar ou intensificar a formação de ilhas.

5.2.2. RELAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE COBERTURA DO SOLO COM A ILHA DE CALOR NOTURNA .

As análises foram feitas com as ilhas de calor formadas no período noturno em uma média do período de abril (Figura 85). Da mesma forma foram feitas duas : para os quatro pontos das avenidas e acrescentando a estação da CETESB (Tabela 17).

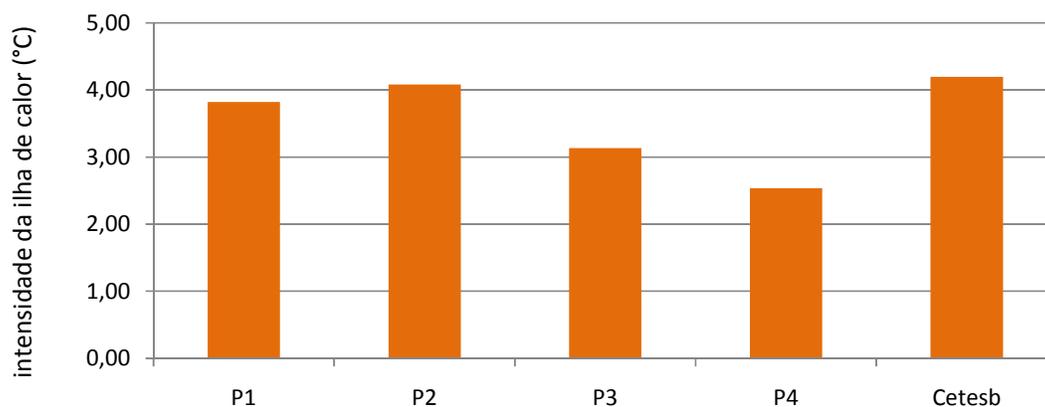


Figura 85 - Ilha de calor noturna - média do período de medição de 8 a 22 de abril.

Tabela 17 - Correlação entre as características morfológicas e a ilha de calor noturna média do período de medição no mês de abril.

R (P1, P2, P3 e P4)	R(P1, P2, P3 e P4 e CETESB)	Características das áreas
0,93	0,95	Presença de vegetação
0,89	0,40	Pavimentação asfáltica
0,95	0,90	Pavimentação nas quadras
0,90	0,87	Permeabilidade do solo
0,88	0,90	Área ocupada por construções
0,87	0,85	Taxa de ocupação
0,81	0,53	Índice de utilização

Considerando apenas os pontos das avenidas ou considerando também a estação CETESB, a presença de vegetação é a maior influência seguida pela permeabilidade do solo, ambas contribuindo para minimizar a formação de ilhas de calor. (Figura 86 e 87)

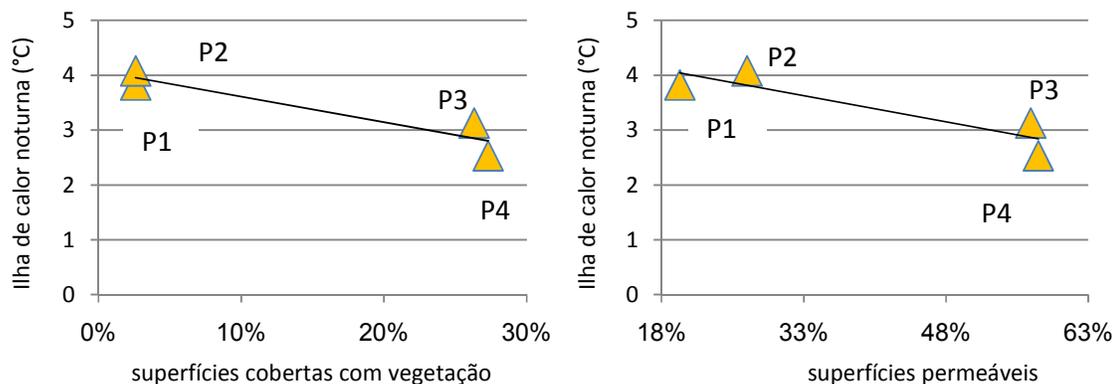


Figura 86 - Correlações da presença de vegetação e permeabilidade do solo com a ilha de calor noturna – pontos P1, P2, P3 e P4.

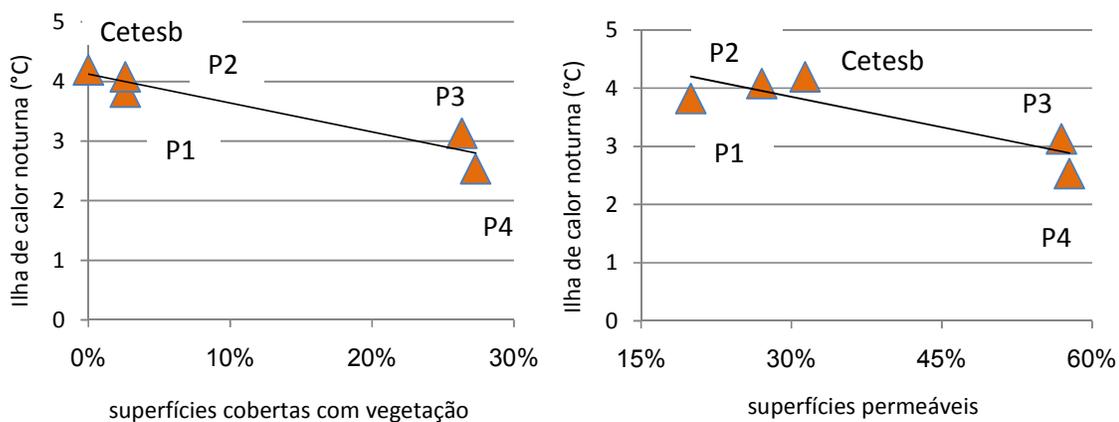


Figura 87 - Correlações da presença de vegetação e permeabilidade do solo com a ilha de calor noturna – pontos P1, P2, P3, P4 e CETESB.

Considerando apenas os quatro pontos nas avenidas, a pavimentação das quadras e asfaltamento das ruas, seguidos da ocupação do solo com construções, nessa ordem, contribuem para intensificar as ilhas de calor noturnas (Figura 88).

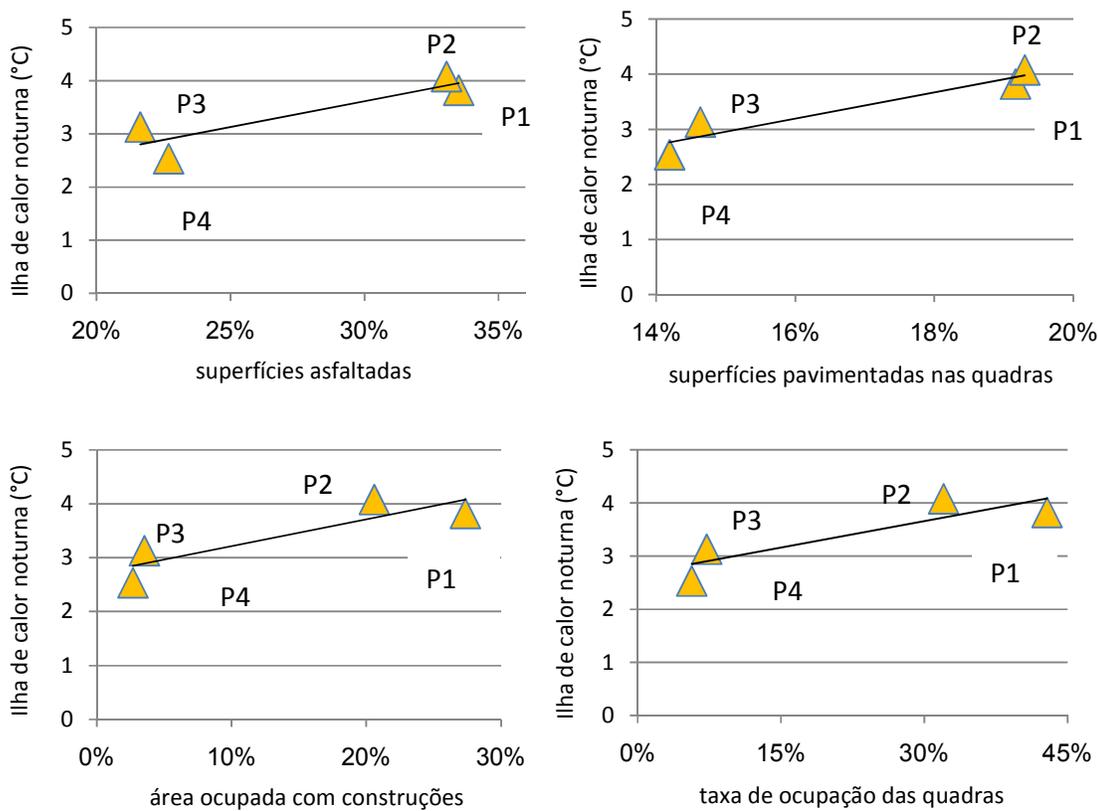


Figura 88 - Correlações da ocupação e pavimentação do solo com a ilha de calor noturna – pontos P1, P2, P3 e P4.

Incluindo a área da CETESB na correlação, permanecem como fatores importantes que contribuem para o acúmulo de calor, a pavimentação das quadras e a área ocupada por construções (Figura 89).

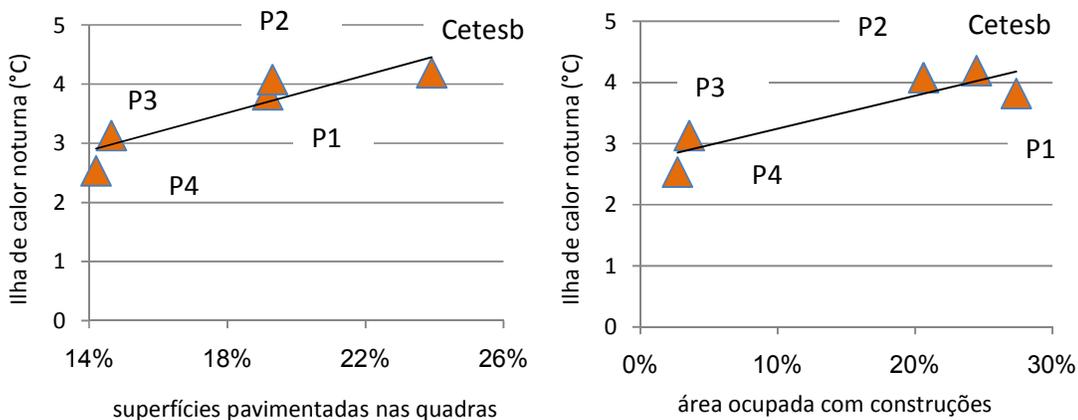


Figura 89 - Correlações da ocupação e pavimentação do solo com a ilha de calor noturna – pontos P1, P2, P3, P4 e CETESB.

O quadro exposto na figura 90 demonstra um resumo dos resultados da relação entre as ilhas de calor noturna, o perfil das áreas e a cobertura do solo. Percebe-se que a ilha de calor é menor nos pontos 3 e 4, mais arborizados e com uma ocupação menor do solo. Nos pontos 1 e 2, a intensidade da ilha de calor é maior. Na área da estação da Cetesb é um pouco maior que os pontos 1 e 2.

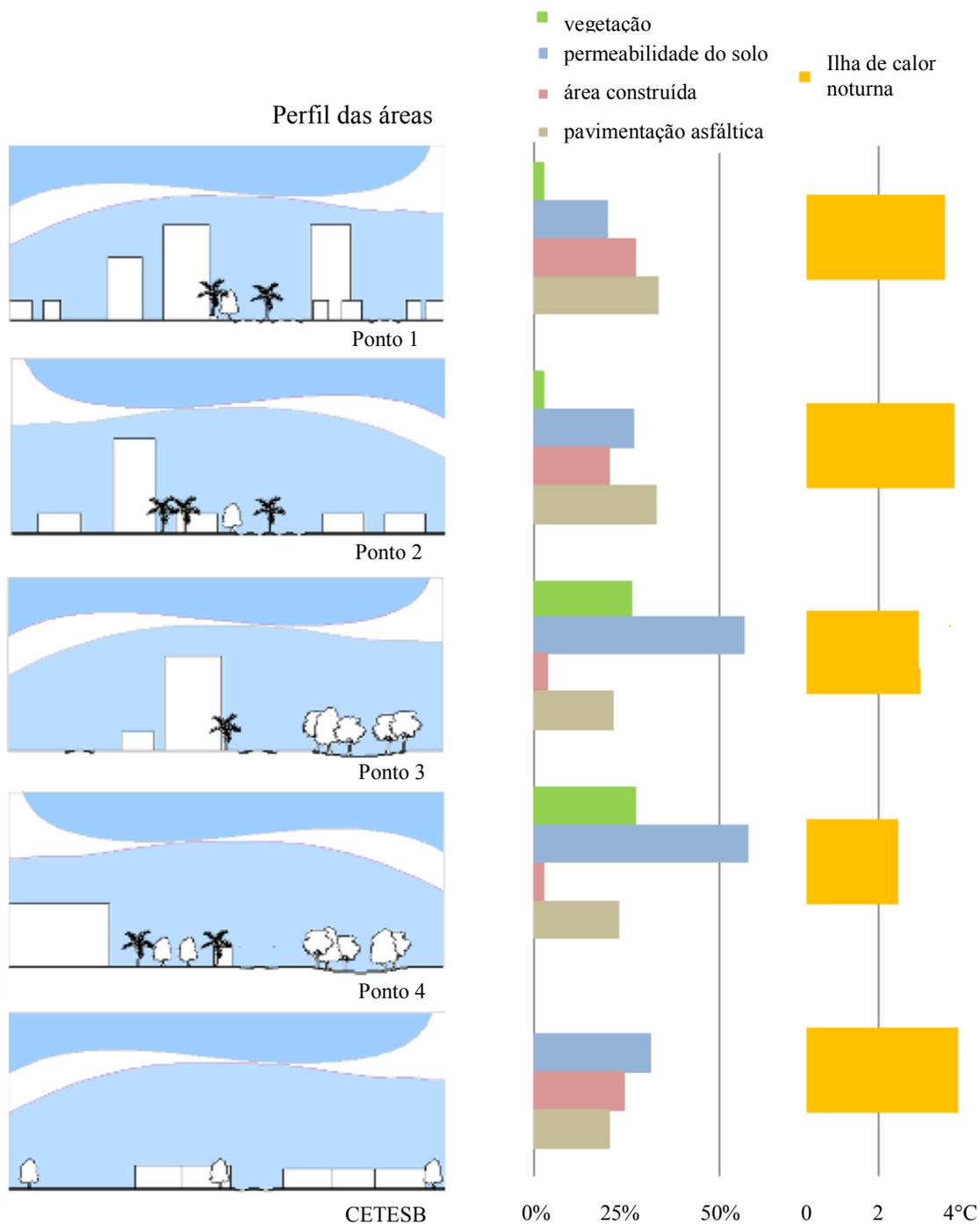


Figura 90 - Perfil, cobertura do solo e ilha de calor noturna nas áreas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que, apesar das limitações em função do pequeno número de pontos amostrais e do problema com a medição fixa em um dos pontos no segundo período, há uma diferenciação do comportamento térmico das áreas estudadas ao longo do eixo do córrego Canela, em dois grupos, em um estão as áreas dos pontos 1 e 2, na Av. Alberto Andaló, em um segundo grupo as áreas dos pontos 3 e 4, na Av. José Munia.

Como esperado, com base na literatura e também nos resultados obtidos, as áreas com maior superfície coberta com vegetação apresentaram uma tendência de diminuição da temperatura do ar no período noturno. Na relação da temperatura do ar com as variáveis de cobertura do solo, os resultados apontaram que a permeabilidade e as áreas vegetadas influenciaram de forma direta na diminuição da temperatura do ar, amenizando as ilhas de calor noturnas.

As áreas vegetadas são fundamentalmente as responsáveis pelo aumento da permeabilidade nas áreas de estudo, do ponto 1 em direção ao ponto 4, já que o cálculo de permeabilidade considerou as áreas vegetadas e as áreas permeáveis nos lotes, que teve pouca variação entre as áreas, comparando-se com a variação das áreas com vegetação.

O asfalto tem uma parte de sua influência atribuída à diminuição da permeabilidade do solo e outra à capacidade de armazenar calor. Já as construções, além da capacidade de armazenar calor, têm uma influência na porosidade, influenciando a circulação do ar em função dos espaços entre as edificações e a altura das mesmas.

Os pontos 1 e 2 são os únicos com edifícios altos, o que aumenta o volume de massa construída, armazenando maior quantidade de calor, além de influenciar na ventilação, na incidência de radiação nas superfícies e na obstrução da visão do céu.

Embora as configurações das áreas dos pontos 1 e 2 sejam bem parecidas e os resultados quase não apresentem diferença para temperatura do ar, sendo um pouco maior no ponto 2, esperava-se o contrário, pois as características que favorecem o acúmulo de calor como a área de construções é maior no ponto 1. Acredita-se que a sombra propiciada pela maior quantidade de edifícios de 10 e 15 andares na área do ponto 1 tenha evitado a incidência de raios solares na superfície do solo, diminuindo assim a temperatura do ar na altura da medição.

A sombra projetada pelos edifícios altos da Avenida Andaló pode ser apontada como uma das razões para a temperatura do ar nos pontos 1 e 2 ter sido sempre um pouco mais baixa que nos pontos 3 e 4 durante o dia, no período de incidência solar. Na correlação das variáveis de cobertura do solo, os maiores índices determinantes para o período diurno foram encontrados para a taxa de ocupação e índice de utilização, maiores nos pontos 1 e 2, o que reflete a maior densidade construída por metro quadrado de superfície do solo. Por outro lado a maior quantidade de áreas livres, sem o benefício da sombra dos edifícios, permite uma insolação direta que aquece o ar imediato.

Nos pontos 3 e 4, a correlação dos dados não demonstrou que a maior quantidade de áreas vegetadas ajudasse, como esperado, a amenizar a temperatura do ar no período diurno também. Uma possibilidade é que a sombra propiciada pela vegetação seja restrita às margens do córrego, não atingindo todas as áreas livres dessas áreas pavimentadas ou não.

A análise possibilitou verificar a influência direta da vegetação e permeabilidade na amenização das ilhas de calor noturnas, assim como também verificar que a maior área ocupada por construções, maior massa construída e maior pavimentação são características que contribuíram para a menor perda de calor após o pôr do sol, o que levou às áreas dos pontos 1 e 2 a terem maiores intensidades de ilha de calor e os pontos 3 e 4, mais arborizados, apresentarem as menores ilhas de calor noturnas.

Contudo, os resultados permitem apenas apontar a existência de uma tendência para o comportamento das áreas estudadas, inclusive, quando acrescentados à análise, os dados e as características da área da estação da Cetesb. Dessa forma a pesquisa confirmou a existência de uma influência térmica das características urbanas, apontando a tendência de amenização da ilha de calor noturna pela influência da vegetação e permeabilidade do solo, bem como a tendência de haver intensidades maiores de ilha de calor noturna nas áreas onde há maior área construída e mais superfícies pavimentadas.

Os resultados encontrados evidenciam a necessidade de equilíbrio quanto ao uso e ocupação do solo, apontando para a possibilidade de promoção do controle da incidência solar com o sombreamento das superfícies, seja com elementos construídos ou arborização urbana, ressaltando-se que a arborização mostrou-se muito mais eficiente como elemento de amenização das ilhas de calor noturnas.

Considera-se, portanto, de grande importância para a melhoria da qualidade ambiental e conforto térmico da cidade pesquisas que procurem avançar na análise da

interferência térmica das configurações urbanas, não somente em outros fundos de vale com configuração semelhante, mas em todas os bairros, principalmente envolvendo aqueles apontados como áreas prejudiciais à saúde em função de apresentarem as mais altas temperaturas associadas a pouca ou quase nenhuma área arborizada.

Ao comparar duas formas de ocupação diferentes, o estudo permite afirmar que as áreas com maior adensamento acumularam mais calor e as áreas com maior cobertura vegetal perderam calor mais rapidamente. Por essa razão é preciso estabelecer diretrizes bioclimáticas, orientadas para o conforto ambiental e saúde da população, no planejamento da expansão da área urbana ou ocupação dos vazios existentes, bem como na urgente adequação das áreas já ocupadas.

Enquanto as áreas ainda por ocupar oferecem condições para a proposta de um parcelamento e ocupação que priorizem uma maior permeabilidade do solo com menor adensamento e presença de vegetação significativa, as áreas já ocupadas podem ser ao menos beneficiadas por um plano de arborização urbana. Esse plano, se elaborado de forma integrada a um plano de mobilidade, configura-se em um grande potencial para o conforto térmico, considerando a vegetação como uma rede a ser interligada em toda a cidade, tão importante quanto o sistema viário, necessitando portanto de planos e projetos de implantação, manutenção e expansão.

A área urbana de São José do Rio Preto é entrecortada por vários cursos d'água, afluentes do Rio Preto, todos com vias marginais e parte de várzea preservada. Em função disso, vê-se como possibilidade a integração das faixas de solo permeável preservadas ao longo dos córregos urbanos, com a criação de parques lineares interligados a uma rede de arborização viária por passeios adequados e ciclovias.

Por fim, acredita-se que outros estudos poderão ressaltar o benefício da presença da vegetação como elemento importante para o equilíbrio da ocupação do solo e amenização das ilhas de calor, contribuindo para a efetivação de uma política de recuperação dos fundos de vale urbanos, e indicando a viabilidade de projetos para aos espaços livres ainda existentes na área urbana com potencial para tornarem-se áreas verdes arborizadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, Margarete C. T.; GOMES, Antônio S. **Arborização e Conforto Térmico no Espaço Urbano: Estudo de Caso nas Praças Públicas de Presidente Prudente (SP)**. Caminhos de Geografia (UFU), www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html, p.94-106, set/2003.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13ª Edição. Editora Bertrand Brasil Ltda, p. 23-124, Rio de Janeiro, 2010.
- BARBIRATO, Gianna M.; SOUZA, Léa. C.L.; TORRES, Simone C. **Clima e Cidade -A abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. EDUFAL, Maceió, 2007.164p.
- BRANDI, Agostinho. **São José do Rio Preto- 1852-1894: Roteiro Histórico do Distrito**. Editora Casa do Livro, p. 532 -540, São José do Rio Preto, 2002.
- CARVALHO, Márcia Monteiro de. **Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. UFRN/Biblioteca Central Zila Mamede, p.145 -247, Natal, 2001.
- CASTILHO, Francisco José Vigeta. **Abordagem geográfica do clima urbano e das enfermidades em São José do Rio Preto/SP** (Dissertação de Mestrado em Geografia). UNESP, p. 40 -209, Rio Claro, 2006.
- CBHTG / IPT. **Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Turvo/ Grande**, p.100 – 118, São Paulo, 2009.
- DACANAL, Cristiane; PEZZUTO, Claudia Cotrim; LABAKI, Lucila C.; GOMES, Vanessa. **Micro clima em Fundos de Vale: Análise de Diferentes Ocupações Urbanas em Campinas, SP**. XII ENTAC. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Fortaleza, 2008. 10 p.
- DUARTE, Denise H.S; SERRA, Geraldo Gomes. **Padrões de Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região de Clima Tropical Continental Brasileira: Correlações e Proposta de um Indicador**. Revista Ambiente Construído, v.3, n.2, p. 7-20. Porto Alegre, 2003.
- EMMANUEL, M. Rohinton. **An Urban Approach to Climate- Sensitive Design**. Spon Press, p.63-89, Londres, 2005.
- FONTES, Maria Solange G.C; MATTOS, Arthur. **Investigação Climática em áreas de Fundo de Vale na Cidade de São Carlos, SP**. Anais do IV ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ANTAC, p. 81-86, Salvador, 1997.
- GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. 2ª Edição. Applied Science Publishers Ltda, p.1 -74, Londres, 1976.

- GOMES, Patrícia Silva; LAMBERTS, Roberto. **O estudo do clima urbano e a legislação urbanística: considerações a partir do caso de Montes Claros, MG.** Ambiente Construído, v.9, n.1, p. 73-91, jan./mar. Porto Alegre, 2009.
- HIGUERAS, Ester. **Urbanismo Bioclimático.** Editorial Gustavo Gili, SL, p.13-126, Barcelona, 2006.
- KATZSCHNER, Lutz; THORSSON, Sofia. **Microclimatic Investigations as Tool for Urban Design.** ICUC-International Conference on Urban Climate. Yokohama, Japan, 2009. 4 p.
- KATZSCHNER, Lutz. **Urban Climate Studies as tools for urban planning and architecture.** Anais do IV ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ANTAC. Salvador, 1997. 10 p.
- LANDSBERG, Helmut Erich. **The Urban Climate.** Academic Press, p.211 -222, Nova Iorque, 1981.
- LODI, Nilce. **Águas do Rio Preto.** Coluna Memória do Jornal Diário da Região. São José do Rio Preto, 26 de novembro de 2006.
- LODI, Nilce. **Praças de Hoje e de Ontem.** Coluna Memória do Jornal Diário da Região. São José do Rio Preto, 30 de março de 2007.
- LODI, Nilce. **As Avenidas de Rio Preto.** Coluna Memória do Jornal Diário da Região. São José do Rio Preto, 10 de maio de 2009.
- LOMBARDO, Magda. **O Clima e a Cidade.** Encontro Nacional do Ambiente Construído. ANTAC, p. 59 - 62, Salvador, 1997.
- MASCARÓ, Lucia. **Ambiência Urbana.** 2ª Edição. +4 Editora, p.1 – 89, Porto Alegre, 2004.
- MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, Juan. **Vegetação Urbana.** UFRGS/FINEP, p.11 – 90, Porto Alegre, 2002.
- MODNA, Daniela; VECCHIA, Francisco (USP/ São Carlos). **Calor e Áreas Verdes: um estudo preliminar do clima de São Carlos, SP.** ENCAC- COTEDI, p.661 -668, Curitiba, 2003.
- MOURA, Tereza; NERY, Jussara; ANDRADE, Telma; KATZSCHNER, Lutz. **Mapeando as Condições de Conforto Térmico em Salvador.** RUA. Revista de Arquitetura e Urbanismo, Vol. 7, no1, p.44 -49, 2006.<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/rua/article/view/3153/2265>.
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** Oficina de Textos, p. 11 – 107, São Paulo, 2007.
- MENEGAT, Rualdo; ALMEIDA, Gerson. **Sustentabilidade, democracia e Gestão Ambiental Urbana.** In: Rualdo Menegat; Gerson Almeida (Org.). Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre. Edufrgs, p.173 – 196, Porto Alegre, 2004

- MONTEIRO, Carlos A. F.; MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano**. Editora Contexto, p.7-68 São Paulo, 2003.
- NG, Edward; KATZSCHNER, Lutz; CHENG, Vick; LAU, C.Y. **Urban Climate – an experience from Hong Kong**. PLEA – Conference on Passive and Low Energy Architecture. Genebra, Suíça, 2006. 6 p.
- OKE, Tim R. **Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Site, Instruments and Methods of Observation Program**. IOM Report N° 81, WMO/TD 1250, p.1 – 33, World Meteorological Organization, 2006.
- OLGYAY, Victor. **Arquitetura y Clima - Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas**. 5ª Edição. Editorial Gustavo Gili, SL, p.1 -125, Barcelona, 2008.
- PATEIS, Carlos da Silva. **Reestruturação Urbana e Transformações na Área Central em Cidades Médias: O Caso de São José do Rio Preto – SP** (Dissertação de Mestrado em Geografia). UNESP, p.33 – 130, Rio Claro, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. **Conjuntura Ambiental**, p.12 – 16, São José do Rio Preto, 2008.
- RIVERO, Roberto. **Arquitetura e Clima: Acondicionamento Térmico Natural**. Ed. Da Universidade UFRGS, p.9 -82, p.155-160, Porto Alegre, 1985.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. Ed. Projeto, p.17 – 99, São Paulo, 1988.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Editora Universidade de Brasília, p.45 – 100, Brasília, 2001.
- RORIZ, Maurício; BARBUGLI, Renata Aboud. **Mapeamento e Análise de Microclimas Urbanos**. Anais do ENCAC- Encontro Nacional de Conforto do Ambiente Construído, p.592-599, Curitiba, 2003.
- SILVA, Caio Frederico; ROMERO, Marta Adriano Bustos. **O desempenho ambiental de vias arborizadas na cidade de Teresina por meio de dados sensoriais, microclimáticos e computacionais com o auxílio do ENVI - met**. Anais do ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, p.573 – 582, Natal, 2009.
- SOUZA, Léa C. L. **Influência da Geometria Urbana na Temperatura do ar ao Nível do Pedestre**. (Tese de doutorado) EESC/ USP, p.11 – 36, São Carlos, 1996.
- SOUZA, Léa C. L. ; TENTE, Cezar Mecozzi; GIUNTA, Mariene Benutti; NAKATA, Camila Mayumi. **Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre em uma fração urbana de Bauru-SP**. Anais do ENCAC - X Encontro nacional e VI Encontro da América Latina de Conforto no Ambiente Construído, p.182 – 189, Natal, 2009.
- TEODÓZIO, Delcimar Marques. **Do Sertão à Cidade. Planejamento Urbano em São José do Rio Preto: dos anos 50 aos anos 2000**. (Tese de Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos. EESC – USP, p.27 – 154, São Carlos, 2008.

BASE DE DADOS METEOROLÓGICOS

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo **Sistema de Informação de qualidade do ar – QUALAR.** http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_qualar.asp

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. **CIAGRO - Centro integrado de informações agrometeorológicas.** <http://www.ciiagro.sp.gov.br/rede.html>

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – **CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos.** <http://www.cptec.inpe.br/>.

ANEXO I – DADOS DE TEMPERATURA COLETADOS

1. PERÍODO DE MEDIÇÃO DE 8 A 22 DE ABRIL

Dia	Hora	Ponto 1 Temp. (°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 3 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	Cetesb Temp. (°C)	IAC Temp. (°C)
8	1:00	16,94	16,65	16,39	15,96	17,10	15,38
	2:00	16,37	16,08	15,65	15,22	16,50	14,78
	3:00	15,84	15,53	15,18	14,70	16,00	14,19
	4:00	15,41	15,18	14,65	14,27	15,40	13,54
	5:00	15,01	14,82	14,24	13,67	15,00	12,79
	6:00	14,75	14,67	14,07	13,52	14,70	12,54
	7:00	14,65	14,65	14,03	13,59	14,60	12,36
	8:00	16,20	16,25	16,63	16,06	15,60	14
	9:00	18,15	18,01	18,82	18,87	18,00	17,13
	10:00	19,87	19,79	20,34	20,46	19,90	19,81
	11:00	21,92	21,32	21,87	22,18	21,80	21,69
	12:00	22,35	22,42	22,59	23,59	23,20	23,22
	13:00	23,23	23,62	23,06	23,59	24,10	23,45
	14:00	23,69	24,07	24,05	24,68	25,10	23,79
	15:00	24,05	23,67	24,12	24,32	24,80	24,32
	16:00	23,91	23,28	23,55	23,74	24,80	23,93
	17:00	23,93	23,57	23,79	23,86	24,70	23,06
	18:00	22,78	22,51	21,99	21,87	24,10	22,78
	19:00	21,60	21,58	20,72	19,84	22,30	19,5
	20:00	20,67	20,34	19,75	19,08	21,40	17,33
	21:00	19,77	19,44	18,63	18,13	20,40	16,3
	22:00	18,99	18,56	18,22	17,68	19,40	16,21
	23:00	18,18	17,75	17,44	16,87	18,60	16,01
	0:00	17,42	17,13	16,75	16,34	17,80	15,75

 Máximas

 Mínimas

Dia	Hora	Ponto 1 Temp. (°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 3 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	CETESB Temp. (°C)	IAC Temp. (°C)
9	1:00	16,77	16,42	16,03	15,65	17,00	14,79
	2:00	16,34	16,03	15,61	15,15	16,40	14,31
	3:00	15,72	15,49	15,15	14,70	15,90	14,25
	4:00	15,51	15,20	14,91	14,51	15,40	13,96
	5:00	15,49	15,22	14,82	14,34	15,30	13,74
	6:00	15,13	14,84	14,53	14,03	15,10	13,23
	7:00	14,91	14,65	14,36	13,93	14,80	12,63
	8:00	16,23	16,27	16,63	16,08	15,60	14,48
	9:00	18,51	19,01	19,58	19,13	17,90	17,73
	10:00	20,34	21,01	20,84	20,56	20,40	20,21
	11:00	22,63	22,75	21,84	22,37	22,60	22,36
	12:00	23,09	23,42	23,52	23,38	24,10	23,18
	13:00	24,53	24,41	24,41	24,58	24,90	24,3
	14:00	24,85	24,90	25,28	25,94	26,60	25,27
	15:00	25,31	25,36	25,62	26,33	26,90	25,79
	16:00	25,50	25,38	25,62	26,21	26,60	26,34
	17:00	25,36	25,02	25,26	25,45	26,80	25,14
	18:00	25,19	24,97	24,75	24,65	26,00	24,44
	19:00	23,71	23,45	22,99	22,20	24,70	21,09
	20:00	22,56	22,08	21,63	20,94	23,40	18,9
	21:00	21,51	21,06	20,44	19,98	22,30	17,84
	22:00	20,53	19,94	19,37	18,94	21,10	17,12
	23:00	19,94	19,46	18,82	18,18	20,30	16,74
	0:00	19,15	18,65	18,25	17,56	19,50	16,33
10	1:00	18,39	17,99	17,58	17,03	18,70	16,15
	2:00	17,82	17,27	17,01	16,53	17,90	16,1
	3:00	17,13	16,68	16,53	15,94	17,30	15,42
	4:00	16,68	16,27	16,20	15,65	16,70	14,94
	5:00	16,23	15,87	15,68	14,86	16,30	14,25
	6:00	15,87	15,41	15,20	14,48	15,90	13,57
	7:00	15,99	15,63	15,39	14,94	15,60	13,51
	8:00	16,80	17,03	17,70	16,70	16,50	15,53
	9:00	19,27	19,94	19,94	20,37	19,00	19
	10:00	21,89	22,15	22,08	22,30	21,80	21,75
	11:00	24,29	23,88	23,62	24,03	24,00	23,74
	12:00	24,87	24,99	25,16	25,70	26,10	25,23
	13:00	25,36	25,60	25,72	26,87	27,00	26,33
	14:00	26,04	26,04	26,79	27,68	26,80	27,29
	15:00	26,50	26,55	26,87	27,46	28,00	27,08
	16:00	26,18	26,50	27,21	27,51	28,40	27,79
	17:00	26,45	26,40	26,67	26,92	28,20	26,63
	18:00	25,96	25,82	25,84	25,79	27,10	24,99
	19:00	24,73	24,39	23,59	22,68	25,50	21,42
	20:00	23,47	23,28	22,47	21,46	24,20	19,48
	21:00	22,42	22,01	21,63	20,94	23,20	18,55
	22:00	21,82	21,41	20,91	20,29	22,10	18,14
	23:00	20,91	20,65	19,98	19,48	21,30	17,52
	0:00	20,20	20,15	19,48	18,56	20,30	16,81

Dia	Hora	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	CETESB	IAC
		Temp. (°C)					
11	1:00	19,70	19,29	18,79	17,84	19,60	16,83
	2:00	18,87	18,46	18,22	17,44	19,00	16,37
	3:00	18,08	17,77	17,77	17,30	18,20	16,2
	4:00	17,53	17,15	17,13	16,49	17,50	15,44
	5:00	16,99	16,58	16,44	15,92	16,80	15,07
	6:00	16,49	16,01	15,99	15,18	16,40	14,25
	7:00	16,08	15,75	15,41	14,65	16,10	13,51
	8:00	16,84	16,99	17,32	16,44	16,80	15,08
	9:00	19,51	20,22	20,27	20,41	19,10	18,94
	10:00	22,66	23,28	22,68	22,61	22,00	22,16
	11:00	24,97	24,53	24,20	24,56	24,10	23,86
	12:00	25,38	25,67	25,82	26,65	26,10	26,09
	13:00	26,43	26,52	27,11	27,65	28,20	27,26
	14:00	26,35	27,04	27,38	27,33	28,90	28,01
	15:00	27,01	26,89	27,04	27,65	29,10	27,65
	16:00	26,67	27,38	27,65	28,00	28,70	27,88
	17:00	27,01	26,97	27,01	27,31	28,70	28,43
	18:00	26,50	26,38	26,30	26,23	28,40	26,35
	19:00	25,33	25,19	23,91	22,90	26,10	21,76
	20:00	24,20	24,07	22,01	21,01	24,50	19,3
	21:00	23,26	23,06	22,18	21,13	23,40	17,89
	22:00	22,20	21,89	21,32	20,48	22,70	17,86
	23:00	21,60	21,18	20,75	19,87	22,00	17,63
	0:00	21,15	20,96	20,44	19,41	21,20	17,32
12	1:00	20,60	20,37	19,98	18,99	20,30	17,47
	2:00	19,75	19,39	19,13	18,13	19,80	16,77
	3:00	18,99	18,58	18,41	17,49	18,90	16,04
	4:00	18,22	17,80	17,65	16,82	18,40	15,53
	5:00	17,68	17,27	17,20	16,37	17,70	14,78
	6:00	17,46	16,89	16,65	15,89	17,10	14,39
	7:00	17,44	17,01	16,51	15,92	16,80	14,15
	8:00	18,63	18,84	19,27	18,32	18,00	15,67
	9:00	22,01	21,84	22,13	22,61	20,60	20,64
	10:00	23,95	23,30	23,50	24,17	23,10	22,86
	11:00	25,79	25,23	25,31	26,06	25,14	24,68
	12:00	26,23	26,13	26,26	27,33	26,87	26,23
	13:00	26,92	26,87	27,38	27,90	28,00	27,48
	14:00	26,84	27,04	28,05	28,47	28,90	28,32
	15:00	27,65	27,19	28,02	28,37	28,90	27,53
	16:00	27,01	27,41	27,65	27,85	28,90	28,08
	17:00	26,79	27,28	27,36	27,53	28,90	27,9
	18:00	25,99	26,87	26,55	26,72	28,30	26,29
	19:00	25,09	25,79	24,90	25,16	26,40	22,6
	20:00	24,41	24,51	23,35	22,71	24,80	19,61
	21:00	22,51	23,38	22,94	21,46	23,30	17,98
	22:00	21,10	22,66	22,47	20,98	22,20	17,35
	23:00	20,94	22,20	22,13	20,82	21,40	16,56
	0:00	20,41	21,60	21,51	20,56	20,90	16,21

Dia	Hora	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	CETESB	IAC
		Temp. (°C)					
13	1:00	20,53	21,03	20,89	20,29	20,20	15,89
	2:00	20,15	20,17	20,03	19,94	19,60	15,73
	3:00	19,63	19,29	18,99	18,32	19,40	15,51
	4:00	18,94	18,60	18,41	17,25	18,80	14,69
	5:00	18,32	18,18	18,01	17,25	18,20	14,35
	6:00	18,34	18,27	17,87	17,70	17,80	14,49
	7:00	18,32	18,15	17,89	17,80	17,70	15,65
	8:00	19,67	19,98	20,94	19,60	19,00	18,04
	9:00	22,80	22,35	23,28	23,71	21,70	21,34
	10:00	24,24	24,03	24,29	24,68	23,80	23,65
	11:00	26,09	25,57	25,89	26,33	25,70	25,55
	12:00	26,79	26,67	26,92	27,73	27,20	26,75
	13:00	27,06	27,24	27,75	28,42	28,30	27,7
	14:00	27,51	27,41	28,35	28,44	28,70	27,84
	15:00	27,48	27,80	28,49	28,94	28,90	28,11
	16:00	28,00	28,20	28,27	28,12	29,60	28,16
	17:00	27,95	27,73	27,53	27,78	29,70	27,4
	18:00	27,19	27,14	26,89	26,99	29,00	26,13
	19:00	25,77	25,77	25,70	24,97	26,90	22,55
	20:00	24,61	24,61	24,24	23,45	25,20	20,49
	21:00	23,55	23,74	23,55	22,73	24,10	19,87
	22:00	22,94	23,23	23,04	22,42	23,10	20,01
	23:00	22,37	22,42	22,23	21,99	22,50	19,22
	0:00	21,60	21,53	21,56	21,27	21,80	18,57
14	1:00	21,25	21,27	21,08	21,06	21,10	18,11
	2:00	21,06	20,94	20,75	20,84	21,50	18,55
	3:00	20,84	20,46	20,29	20,39	20,90	18,25
	4:00	20,48	20,20	19,89	19,96	20,40	18,07
	5:00	19,84	19,46	19,10	19,63	20,00	17,55
	6:00	19,20	18,84	18,60	19,08	19,50	16,85
	7:00	18,94	18,89	18,60	18,08	18,60	15,55
	8:00	20,06	20,15	21,37	20,20	19,70	18,66
	9:00	22,90	22,85	23,18	23,42	21,90	21,84
	10:00	24,53	24,29	24,32	25,02	23,80	23,66
	11:00	26,65	26,11	26,13	27,04	25,80	25,42
	12:00	27,31	27,01	27,16	28,49	27,40	27,19
	13:00	27,43	27,88	28,52	29,29	28,80	28,16
	14:00	28,32	28,27	28,89	29,34	29,40	28,16
	15:00	27,53	27,83	27,75	27,92	30,00	28,85
	16:00	27,73	27,28	27,55	27,58	30,40	28,99
	17:00	27,73	27,46	27,28	26,55	30,10	29,07
	18:00	27,41	27,11	26,77	26,67	28,90	27
	19:00	26,38	26,21	24,82	23,26	27,20	23,35
	20:00	24,56	24,97	22,85	22,30	25,80	20,41
	21:00	22,51	23,59	21,01	21,37	24,30	18,62
	22:00	21,75	22,30	20,20	19,48	22,80	17,49
	23:00	20,75	21,60	19,44	19,32	21,80	16,69
	0:00	20,06	20,41	18,41	17,84	20,80	15,6

Dia	Hora	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	CETESB	IAC
		Temp. (°C)					
15	1:00	19,18	19,91	17,80	17,18	19,80	15,05
	2:00	18,70	19,08	17,03	16,80	19,10	14,73
	3:00	18,39	18,79	16,89	16,56	18,80	14,42
	4:00	17,96	18,32	17,08	17,06	18,30	14,17
	5:00	17,49	18,15	16,82	16,63	18,20	13,93
	6:00	17,70	17,92	17,65	17,11	18,00	13,91
	7:00	18,44	18,60	18,18	18,03	18,30	14,1
	8:00	19,82	20,13	21,22	20,44	19,80	17,36
	9:00	23,47	23,33	23,81	24,20	22,10	21,52
	10:00	25,04	24,68	24,85	25,67	24,50	23,97
	11:00	26,72	26,23	26,21	26,72	26,20	25,72
	12:00	27,60	27,41	27,80	28,84	27,80	27,46
	13:00	28,67	28,35	28,92	29,84	29,00	28,32
	14:00	28,49	29,49	29,02	29,57	30,00	28,5
	15:00	29,04	29,41	29,72	30,02	30,40	29,32
	16:00	29,39	29,34	29,37	29,57	31,00	30,01
	17:00	29,02	29,02	29,22	29,64	30,70	29,25
	18:00	27,73	28,59	28,32	28,59	29,90	26,9
	19:00	26,72	27,31	26,60	26,77	28,00	23,59
	20:00	25,99	26,57	25,26	24,34	26,60	20,72
	21:00	24,63	25,14	23,93	23,38	25,50	19,46
	22:00	23,21	24,20	23,04	22,68	24,50	18,61
	23:00	22,20	23,28	21,89	21,99	23,60	17,87
	0:00	21,96	22,32	21,22	21,25	22,60	17,47
16	1:00	21,13	21,87	20,22	19,82	22,00	16,95
	2:00	20,67	21,22	19,44	19,32	21,30	16,51
	3:00	20,29	21,08	21,03	19,72	20,90	16,22
	4:00	20,17	20,96	21,08	20,41	20,50	16,09
	5:00	20,65	20,25	20,32	19,03	20,20	16,44
	6:00	20,39	20,46	19,25	18,22	20,00	16,29
	7:00	20,58	20,51	19,60	18,30	19,90	16,12
	8:00	21,84	21,84	22,75	21,89	21,10	19,3
	9:00	24,63	24,63	25,04	25,38	23,20	22,9
	10:00	26,35	26,45	26,09	27,06	25,90	25,44
	11:00	28,47	28,44	27,85	28,87	27,50	27,29
	12:00	29,22	29,02	28,72	29,99	29,00	28,66
	13:00	28,99	29,54	29,74	29,34	30,10	29,57
	14:00	28,57	29,27	28,99	28,94	31,30	30,57
	15:00	29,46	29,34	29,02	29,41	30,80	31,08
	16:00	30,09	30,14	30,44	30,39	31,80	29,68
	17:00	28,69	29,74	29,79	29,89	31,60	30,86
	18:00	28,27	29,14	28,82	28,84	30,60	28,04
	19:00	27,70	28,25	26,72	26,13	28,80	25,11
	20:00	26,99	26,94	24,65	24,03	27,20	22,31
	21:00	25,38	25,57	24,00	23,64	25,90	20,67
	22:00	23,67	24,61	22,66	22,99	24,40	19,48
	23:00	22,66	24,03	22,80	22,47	23,80	18,55
	0:00	22,42	23,35	23,16	22,03	23,20	18,02

Dia	Hora	Ponto 1 Temp. (°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 3 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	CETESB Temp. (°C)	IAC Temp. (°C)
17	1:00	21,96	23,64	23,14	21,70	22,50	17,6
	2:00	21,51	23,40	23,18	21,92	22,10	17,79
	3:00	21,37	22,49	22,37	21,53	21,90	17,67
	4:00	21,06	22,08	22,11	21,41	21,30	17,22
	5:00	21,75	21,75	21,68	21,27	21,60	17,49
	6:00	21,32	21,25	20,87	20,72	21,20	17,87
	7:00	20,89	20,84	20,48	20,17	20,70	16,88
	8:00	21,75	22,42	23,23	21,94	21,80	19,7
	9:00	25,26	25,57	25,96	26,28	24,20	24,42
	10:00	27,51	28,15	27,85	28,49	26,50	26,76
	11:00	29,19	28,99	29,07	29,54	29,00	28,68
	12:00	29,97	29,92	30,09	31,08	30,50	29,74
	13:00	30,04	29,99	30,52	31,61	31,30	30,81
	14:00	30,02	30,70	31,23	31,77	32,20	31,2
	15:00	30,57	31,00	31,64	31,87	31,90	30,8
	16:00	30,47	30,90	31,23	31,54	32,30	31,41
	17:00	29,87	30,55	30,39	30,52	32,50	31,02
	18:00	29,09	30,07	29,74	29,46	31,40	28,46
	19:00	28,67	28,64	28,02	27,04	29,50	24,89
	20:00	26,89	27,55	26,99	25,53	27,90	22,47
	21:00	26,11	26,92	26,28	25,09	26,60	21,17
	22:00	24,82	26,11	25,11	23,64	25,70	20,21
	23:00	24,61	25,23	24,56	23,16	24,80	19,47
	0:00	23,81	24,61	22,82	22,11	24,40	18,89
18	1:00	24,24	24,20	23,30	22,08	23,90	18,47
	2:00	22,94	23,04	21,68	20,94	23,50	18,35
	3:00	22,18	22,87	21,68	20,79	22,90	17,58
	4:00	22,01	22,08	20,77	20,13	21,80	17,11
	5:00	21,20	21,51	19,39	18,60	21,30	16,62
	6:00	21,37	21,15	20,67	19,27	20,90	15,89
	7:00	20,94	20,82	20,72	19,75	20,40	15,5
	8:00	21,72	22,32	22,99	21,84	21,40	18,79
	9:00	25,19	25,74	25,87	26,01	24,30	23,63
	10:00	26,97	27,48	27,31	28,22	27,10	26,75
	11:00	29,09	28,79	28,47	29,27	29,10	28,47
	12:00	29,49	29,34	29,39	30,85	30,00	29,71
	13:00	29,72	30,37	30,85	31,20	31,30	30,85
	14:00	30,29	30,55	31,20	31,66	32,10	31,81
	15:00	30,44	31,03	31,36	31,23	32,60	31,98
	16:00	29,99	31,10	31,20	31,43	32,80	31,9
	17:00	29,72	30,72	30,65	31,05	32,50	31,12
	18:00	28,94	30,22	29,74	29,84	31,30	28,8
	19:00	28,42	29,12	27,26	26,77	29,40	24,97
	20:00	26,87	27,58	25,26	25,28	27,60	22,59
	21:00	25,07	26,74	24,24	24,63	26,40	20,9
	22:00	24,34	25,94	24,29	24,22	25,60	19,84
	23:00	23,64	25,38	24,20	23,50	24,60	19,33
	0:00	23,30	24,03	23,09	22,78	24,10	18,87

Dia	Hora	Ponto 1 Temp. (°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 3 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	CETESB Temp. (°C)	IAC Temp. (°C)
19	1:00	22,42	24,51	24,34	22,97	23,90	18,32
	2:00	21,63	22,80	23,47	22,11	23,50	17,95
	3:00	22,11	22,90	22,42	21,39	22,60	17,71
	4:00	21,89	22,30	20,37	19,82	21,90	17,6
	5:00	21,08	21,80	19,84	19,27	21,40	17,21
	6:00	21,13	21,39	20,89	20,34	21,00	16,7
	7:00	21,68	21,60	21,03	20,29	20,70	16,69
	8:00	22,44	23,04	23,57	22,99	22,00	19,38
	9:00	25,89	25,70	26,52	26,92	24,40	24,27
	10:00	27,51	27,36	27,21	28,05	27,10	26,44
	11:00	30,19	29,87	29,22	30,04	28,70	28,55
	12:00	30,70	30,50	30,17	31,41	30,20	30,5
	13:00	30,24	30,75	30,95	31,77	31,50	31,45
	14:00	30,14	30,90	31,00	31,64	31,70	31,51
	15:00	31,41	31,92	32,38	32,67	33,00	31,7
	16:00	31,61	31,56	31,46	32,30	33,30	32,41
	17:00	31,31	31,66	31,79	32,07	32,90	28,77
	18:00	30,85	30,67	30,93	31,03	31,60	29,14
	19:00	29,19	29,46	28,79	28,79	30,20	26,58
	20:00	28,25	28,69	26,97	26,57	28,70	24,23
	21:00	26,57	27,43	26,57	25,60	27,50	22,77
	22:00	25,99	26,38	24,73	24,87	26,50	21,32
	23:00	25,04	25,72	23,98	24,03	25,50	20,78
	0:00	24,36	25,31	23,50	23,35	25,00	19,87
20	1:00	23,64	24,68	23,14	22,49	24,30	19,51
	2:00	22,97	23,74	22,27	21,56	23,70	19,04
	3:00	22,85	23,11	21,22	21,03	23,10	18,62
	4:00	22,44	22,71	20,63	20,27	22,70	18,17
	5:00	22,06	22,51	20,46	20,22	21,90	17,73
	6:00	21,87	22,32	20,39	19,75	21,60	17,58
	7:00	21,60	22,25	20,91	19,89	21,40	17,5
	8:00	23,42	23,55	24,34	23,26	22,50	19,89
	9:00	26,13	25,77	26,11	26,92	24,60	24,37
	10:00	28,15	29,24	28,02	29,69	27,00	27,25
	11:00	30,65	31,38	29,94	31,28	29,20	29,01
	12:00	31,66	31,00	31,20	32,54	31,20	31,06
	13:00	31,71	31,08	31,94	32,33	32,30	32,45
	14:00	31,77	31,71	32,98	32,87	32,70	32,31
	15:00	32,59	32,77	32,51	33,00	33,20	33,45
	16:00	32,28	32,33	32,51	32,85	33,20	33,57
	17:00	31,77	31,84	31,92	32,38	33,00	33,14
	18:00	30,90	31,26	30,27	30,70	32,10	30,22
	19:00	30,14	30,19	27,48	26,60	30,30	25,14
	20:00	27,28	28,35	26,55	25,45	28,70	22,38
	21:00	25,72	27,04	25,02	24,51	27,10	20,65
	22:00	25,04	25,91	23,59	22,92	26,00	19,39
	23:00	23,76	24,92	22,66	21,94	24,90	18,48
	0:00	23,26	24,15	21,96	21,22	24,00	18,05

Dia	Hora	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	CETESB	IAC
		Temp. (°C)					
21	1:00	22,35	23,47	21,27	20,77	23,20	17,44
	2:00	21,49	22,37	20,63	20,29	22,60	17,01
	3:00	21,10	22,08	20,06	19,58	22,10	16,57
	4:00	20,32	21,39	19,41	19,08	21,50	16,12
	5:00	20,44	20,98	18,91	18,65	21,10	15,76
	6:00	20,08	20,56	18,68	18,25	20,60	15,62
	7:00	20,60	20,41	18,79	18,08	20,30	15,72
	8:00	22,01	22,37	23,47	21,77	21,70	18,36
	9:00	25,19	26,16	26,28	27,21	24,50	23,15
	10:00	28,12	29,67	28,64	30,04	27,50	27,78
	11:00	30,55	31,38	30,62	31,64	30,10	29,87
	12:00	30,24	31,31	31,33	32,77	32,10	31,36
	13:00	31,43	30,87	32,28	33,05	32,80	32,28
	14:00	31,82	31,48	33,24	32,67	32,50	32,04
	15:00	32,46	32,87	32,69	33,05	32,10	33,19
	16:00	32,15	31,82	31,71	32,10	33,30	33,11
	17:00	32,00	31,89	32,02	32,43	33,30	32,01
	18:00	31,41	30,85	30,27	30,34	32,10	29,35
	19:00	29,69	29,24	27,46	27,04	30,50	25,28
	20:00	27,55	28,47	26,60	25,62	28,80	22,95
	21:00	26,52	27,28	25,72	25,28	27,80	21,66
	22:00	26,18	26,82	25,62	25,07	26,70	21,02
	23:00	25,21	25,82	23,79	23,14	25,50	21,01
	0:00	23,98	25,04	22,75	21,94	24,60	19,9
22	1:00	23,67	24,27	21,65	21,25	23,90	18,89
	2:00	23,02	23,28	21,22	20,56	23,50	18,29
	3:00	22,66	23,38	20,72	20,34	23,10	17,92
	4:00	22,54	22,63	21,37	21,22	22,10	17,34
	5:00	22,32	22,35	20,94	20,29	21,90	17,47
	6:00	21,58	22,18	21,10	20,08	21,50	17,16
	7:00	21,89	21,80	21,41	21,32	21,20	17,17
	8:00	23,18	23,04	23,91	23,33	22,00	19,97
	9:00	25,82	25,60	25,45	26,38	23,80	24,1
	10:00	27,92	28,49	26,84	29,12	26,50	27,16
	11:00	30,32	30,42	29,24	30,72	28,80	29,16
	12:00	32,02	31,33	31,33	32,33	31,00	30,82
	13:00	32,90	31,56	32,38	33,00	32,40	32,66
	14:00	33,26	32,59	32,51	33,21	33,30	33,28
	15:00	32,72	32,85	32,72	33,37	33,10	33,46
	16:00	32,77	32,43	32,54	32,95	33,10	32,92
	17:00	32,12	31,97	31,92	32,41	33,20	32,75
	18:00	31,10	30,98	30,77	30,95	32,00	30,57
	19:00	30,95	30,50	30,29	30,27	31,00	28,59
	20:00	29,84	29,77	29,04	29,29	29,80	26,71
	21:00	28,92	28,87	28,05	27,88	28,40	24,14
	22:00	27,90	28,10	26,26	25,53	27,30	22,86
	23:00	27,06	27,26	26,30	25,43	26,90	21,98
	0:00	26,89	26,62	25,09	24,27	26,20	21,19

2. PERÍODO DE MEDIÇÃO DE 26 DE JULHO A 09 DE AGOSTO

Dia	Hora	Ponto 1 Temp. (°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	CETESB Temp. (°C)
26/07	1:00	17,15	18,37	15,63	18,00
	2:00	16,70	17,39	14,79	17,30
	3:00	16,30	16,87	14,17	16,50
	4:00	15,44	16,51	14,05	15,90
	5:00	15,56	16,68	14,63	15,80
	6:00	15,63	16,84	15,08	16,00
	7:00	16,25	16,51	16,11	15,80
	8:00	18,03	17,65	17,08	16,20
	9:00	20,56	20,20	21,39	19,10
	10:00	22,63	22,75	24,05	22,50
	11:00	25,38	25,94	26,94	25,50
	12:00	26,04	26,89	28,20	27,30
	13:00	26,52	27,70	29,27	28,80
	14:00	26,84	27,78	29,34	29,80
	15:00	27,58	28,10	29,39	30,10
	16:00	28,07	28,67	29,04	30,50
	17:00	28,02	28,25	28,64	30,10
	18:00	27,36	27,63	27,01	28,50
	19:00	25,72	26,30	23,64	26,10
	20:00	23,33	25,33	22,01	24,50
	21:00	21,44	23,74	20,82	23,20
	22:00	20,56	23,38	20,22	21,90
	23:00	21,56	22,37	19,25	21,10
	0:00	20,01	22,13	19,79	21,40
27/7	1:00	19,08	21,15	18,79	19,80
	2:00	19,27	20,63	18,60	19,40
	3:00	19,84	20,29	18,75	18,70
	4:00	18,96	20,17	19,03	18,60
	5:00	18,58	19,60	18,70	18,50
	6:00	18,65	18,70	17,13	18,50
	7:00	17,92	17,99	16,39	17,80
	8:00	18,25	18,51	17,99	18,20
	9:00	20,87	21,87	22,30	21,00
	10:00	23,69	24,17	24,46	24,30
	11:00	26,09	26,38	27,26	26,40
	12:00	26,94	27,46	28,64	28,10
	13:00	27,38	28,02	29,19	29,00
	14:00	27,70	27,92	29,12	29,60
	15:00	27,43	27,97	28,44	29,70
	16:00	27,55	27,97	28,30	29,40
	17:00	27,11	27,65	27,63	29,00
	18:00	26,26	26,94	26,45	27,30
	19:00	25,16	25,57	24,82	25,50
	20:00	24,15	24,44	23,40	24,20
	21:00	22,85	23,74	22,66	23,20
	22:00	22,54	23,71	23,45	23,20
	23:00	23,09	23,50	23,57	23,60
	0:00	22,20	21,84	20,01	23,00

 Máximas

 Mínimas

Dia	Hora	Ponto 1 Temp.(°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	Cetesb Temp. (°C)
28/7	1:00	20,15	20,32	19,70	20,90
	2:00	19,39	19,58	19,22	19,60
	3:00	18,94	18,91	17,92	19,10
	4:00	18,27	18,22	16,51	18,20
	5:00	17,80	17,87	16,30	17,80
	6:00	17,39	17,39	16,94	17,40
	7:00	17,25	17,32	16,96	17,00
	8:00	18,18	18,27	17,70	17,70
	9:00	19,25	19,18	19,10	19,20
	10:00	20,13	19,98	20,27	20,10
	11:00	21,99	21,56	22,01	21,50
	12:00	24,27	24,24	24,99	24,20
	13:00	26,23	26,38	27,43	27,20
	14:00	26,55	27,04	28,20	29,00
	15:00	26,62	27,51	27,97	29,30
	16:00	27,01	27,80	27,73	29,00
	17:00	27,33	27,46	27,73	28,70
	18:00	26,82	27,01	25,79	27,60
	19:00	26,23	26,38	25,57	26,70
	20:00	25,50	25,36	24,51	25,80
	21:00	25,07	24,97	24,51	25,30
	22:00	24,24	24,22	23,91	24,70
	23:00	23,67	23,69	23,57	23,90
	0:00	23,11	23,23	22,80	23,40
29/7	1:00	22,75	22,85	22,37	22,80
	2:00	22,23	22,35	21,94	22,30
	3:00	21,84	22,01	21,60	21,90
	4:00	21,84	21,94	21,65	21,90
	5:00	21,80	21,87	21,60	21,90
	6:00	21,89	21,75	21,46	21,70
	7:00	22,06	21,96	21,49	21,50
	8:00	22,49	22,13	22,18	21,90
	9:00	23,67	23,59	24,51	23,50
	10:00	23,57	24,90	25,40	25,20
	11:00	26,89	27,55	26,87	27,10
	12:00	28,35	28,57	29,09	29,00
	13:00	28,35	29,24	30,19	30,00
	14:00	28,54	29,34	29,49	30,90
	15:00	28,37	29,17	29,62	31,30
	16:00	28,37	29,09	29,12	30,00
	17:00	28,12	28,87	28,69	29,70
	18:00	27,63	28,44	28,05	29,00
	19:00	26,79	27,24	27,06	27,80
	20:00	25,55	25,65	25,60	26,30
	21:00	24,12	24,03	24,03	24,60
	22:00	23,69	23,79	23,21	23,60
	23:00	23,35	23,38	22,27	22,70
	0:00	22,54	22,37	22,18	22,00

Dia	Hora	Ponto 1 Temp.(°C)	Ponto 2 Temp.(°C)	Ponto 4 Temp.(°C)	Cetesb Temp.(°C)
30/7	1:00	21,72	21,80	21,51	21,10
	2:00	20,41	20,34	20,17	20,20
	3:00	19,60	19,41	19,03	19,30
	4:00	19,20	18,94	18,63	18,60
	5:00	19,18	19,08	17,94	18,00
	6:00	18,32	18,34	17,65	17,30
	7:00	18,11	18,25	17,20	17,10
	8:00	19,65	19,37	18,91	18,50
	9:00	22,11	22,15	23,02	20,90
	10:00	23,86	24,22	25,48	23,60
	11:00	25,79	25,84	26,62	25,80
	12:00	26,72	26,84	27,85	27,30
	13:00	27,21	27,36	28,92	27,90
	14:00	27,28	27,60	28,59	28,80
	15:00	27,41	27,65	28,87	29,30
	16:00	27,43	27,83	28,27	29,30
	17:00	27,41	27,60	27,95	29,20
	18:00	26,82	27,19	26,84	28,00
	19:00	25,38	25,72	25,38	26,30
	20:00	24,20	24,48	24,53	24,60
	21:00	23,47	23,74	23,26	23,60
	22:00	22,56	22,78	22,06	22,90
	23:00	22,15	21,99	21,65	21,70
	0:00	21,01	20,98	20,84	21,10
31/7	1:00	20,44	20,10	20,08	20,40
	2:00	20,34	20,13	19,79	19,80
	3:00	19,72	19,53	19,27	19,10
	4:00	19,13	18,96	18,58	18,70
	5:00	18,89	18,70	18,46	18,20
	6:00	18,41	18,20	17,92	17,60
	7:00	17,82	17,63	17,51	17,10
	8:00	19,08	18,68	18,39	17,80
	9:00	21,60	21,13	22,18	20,30
	10:00	24,73	25,16	25,74	23,50
	11:00	27,31	27,36	28,20	26,60
	12:00	28,67	28,57	29,69	28,60
	13:00	29,77	28,89	30,70	30,20
	14:00	29,67	29,39	30,50	30,90
	15:00	29,67	29,97	30,87	31,50
	16:00	29,74	30,12	30,39	31,40
	17:00	28,92	28,99	29,72	31,30
	18:00	27,68	27,68	27,95	30,20
	19:00	26,43	26,06	25,16	27,70
	20:00	25,31	24,87	22,61	25,80
	21:00	24,00	24,41	21,03	24,50
	22:00	22,23	23,26	19,89	23,30
	23:00	21,22	22,42	19,22	22,20
	0:00	21,49	21,51	18,70	21,70

Dia	Hora	Ponto 1 Temp.(°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	Cetesb Temp. (°C)
1/8	1:00	21,25	21,32	18,03	20,90
	2:00	20,46	20,44	18,53	20,30
	3:00	20,56	20,87	19,15	19,90
	4:00	20,51	21,25	20,29	19,70
	5:00	19,82	20,06	18,32	19,10
	6:00	19,27	18,96	16,68	18,70
	7:00	18,70	18,65	15,51	18,10
	8:00	19,37	19,20	18,22	18,40
	9:00	21,70	21,94	22,68	20,70
	10:00	25,36	26,30	26,18	23,90
	11:00	27,70	28,47	28,77	27,40
	12:00	29,09	29,29	31,03	29,90
	13:00	30,42	29,97	32,41	31,70
	14:00	30,70	30,70	32,30	32,60
	15:00	30,75	31,61	32,18	32,80
	16:00	30,87	31,28	31,94	32,80
	17:00	29,74	30,82	31,43	32,90
	18:00	28,99	29,34	29,67	31,50
	19:00	27,80	27,09	25,62	29,90
	20:00	26,28	27,16	25,09	27,70
	21:00	25,16	26,26	24,39	26,70
	22:00	24,77	24,68	23,86	25,50
	23:00	23,23	23,16	22,25	23,80
	0:00	21,94	21,80	20,94	22,50
2/8	1:00	20,96	20,87	19,94	21,40
	2:00	20,27	20,17	19,39	20,50
	3:00	19,65	19,51	17,99	19,90
	4:00	18,65	18,37	17,56	19,20
	5:00	18,32	18,13	17,03	18,20
	6:00	18,11	18,08	17,25	18,00
	7:00	17,77	17,61	16,94	17,60
	8:00	17,89	17,84	16,96	17,90
	9:00	19,89	20,32	20,70	19,80
	10:00	23,33	23,52	24,39	23,20
	11:00	25,60	26,52	27,11	26,10
	12:00	27,16	27,83	29,09	28,00
	13:00	28,17	28,30	29,97	29,40
	14:00	28,84	29,24	30,19	30,60
	15:00	29,34	29,64	30,62	31,20
	16:00	29,37	29,69	30,34	31,70
	17:00	28,59	28,89	30,12	31,90
	18:00	28,30	28,87	28,54	30,60
	19:00	27,97	27,73	25,07	28,20
	20:00	26,11	26,55	24,46	26,60
	21:00	24,29	24,20	23,06	25,10
	22:00	22,85	22,82	21,25	23,70
	23:00	21,68	21,63	20,37	22,50
	0:00	20,77	20,65	19,41	21,20

Dia	Hora	Ponto 1 Temp.(°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	Cetesb Temp. (°C)
3/8	1:00	20,29	20,27	19,18	20,40
	2:00	20,06	20,06	18,39	19,90
	3:00	18,25	18,18	16,89	19,50
	4:00	16,87	16,96	15,77	17,60
	5:00	16,34	16,18	15,27	16,80
	6:00	16,25	15,99	15,08	16,20
	7:00	16,42	16,18	14,94	15,90
	8:00	16,99	17,01	15,99	17,00
	9:00	18,56	19,32	18,84	19,00
	10:00	21,15	22,35	21,65	21,70
	11:00	23,91	24,92	24,63	24,70
	12:00	26,01	26,89	27,88	27,20
	13:00	26,74	27,31	29,52	28,90
	14:00	27,85	28,07	29,89	30,10
	15:00	28,42	28,89	30,29	30,50
	16:00	28,72	29,14	29,99	30,80
	17:00	29,34	29,24	29,44	30,50
	18:00	27,90	27,75	25,36	29,20
	19:00	25,55	25,50	24,00	26,60
	20:00	23,55	23,50	22,75	24,70
	21:00	22,03	21,94	21,03	22,80
	22:00	20,32	20,17	19,27	21,20
	23:00	18,65	18,58	17,65	19,40
	0:00	17,56	17,46	16,75	18,00
4/8	1:00	16,99	16,73	16,08	17,10
	2:00	16,27	16,20	15,27	16,50
	3:00	15,77	15,70	14,63	16,00
	4:00	15,32	15,13	13,93	15,50
	5:00	14,86	14,65	13,55	15,00
	6:00	14,36	14,05	13,16	14,60
	7:00	14,27	13,98	12,92	14,20
	8:00	14,51	14,51	13,98	14,60
	9:00	16,82	15,80	17,18	16,60
	10:00	19,60	18,70	20,39	19,90
	11:00	23,21	22,92	23,98	23,20
	12:00	24,73	24,90	26,38	25,30
	13:00	26,67	26,84	28,25	27,70
	14:00	27,68	27,26	28,79	28,80
	15:00	27,70	28,35	29,09	29,40
	16:00	28,00	28,39	29,04	29,60
	17:00	27,80	27,55	27,28	29,40
	18:00	25,96	25,79	25,28	26,40
	19:00	24,56	24,53	23,81	24,90
	20:00	22,61	22,59	21,84	23,60
	21:00	20,67	20,72	19,96	21,70
	22:00	19,34	19,41	18,46	20,00
	23:00	18,13	18,18	17,39	18,80
	0:00	16,68	16,82	15,96	17,30

Dia	Hora	Ponto 1 Temp.(°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	Cetesb Temp. (°C)
5/8	1:00	15,58	15,80	14,82	16,10
	2:00	14,48	14,65	13,69	15,00
	3:00	13,88	13,93	12,85	14,10
	4:00	13,28	13,38	12,32	13,70
	5:00	12,58	12,75	11,83	12,90
	6:00	12,20	12,32	11,42	12,30
	7:00	12,20	12,17	11,27	12,10
	8:00	12,44	12,75	12,20	12,60
	9:00	14,98	15,63	15,22	14,40
	10:00	17,46	18,89	18,22	17,50
	11:00	20,46	21,29	20,89	20,40
	12:00	21,60	21,99	23,62	22,40
	13:00	23,86	23,64	25,04	24,50
	14:00	24,85	24,56	23,83	25,50
	15:00	25,72	25,77	25,89	26,30
	16:00	25,82	25,72	25,74	26,50
	17:00	25,07	24,94	25,02	26,10
	18:00	24,12	24,05	23,50	24,70
	19:00	23,18	23,04	22,03	23,20
	20:00	22,18	22,11	21,32	21,80
	21:00	21,41	21,37	20,53	20,70
	22:00	20,72	20,60	19,72	19,60
	23:00	19,56	19,56	18,68	18,40
	0:00	18,56	18,58	17,58	17,60
6/8	1:00	17,61	17,65	16,53	16,80
	2:00	16,61	16,70	15,75	15,80
	3:00	15,77	15,84	14,98	15,20
	4:00	14,96	15,03	14,05	14,50
	5:00	14,07	14,24	13,16	14,40
	6:00	13,45	13,55	12,29	13,90
	7:00	12,92	12,87	11,66	13,20
	8:00	13,28	13,26	12,56	13,20
	9:00	14,96	15,41	14,98	15,00
	10:00	16,94	18,41	18,32	17,50
	11:00	19,65	20,51	20,10	20,60
	12:00	20,32	21,25	22,25	21,80
	13:00	21,63	22,18	23,21	23,30
	14:00	22,80	22,66	24,05	24,10
	15:00	23,95	24,20	25,07	25,00
	16:00	24,34	24,39	24,85	25,30
	17:00	24,07	24,05	24,53	25,30
	18:00	23,55	23,62	22,75	24,50
	19:00	22,20	22,25	20,17	22,80
	20:00	20,91	21,27	18,46	21,30
	21:00	19,79	19,63	17,68	20,20
	22:00	18,49	18,37	16,87	19,40
	23:00	17,44	17,23	16,06	18,00
	0:00	16,42	16,27	14,96	16,90

Dia	Hora	Ponto 1 Temp.(°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	Cetesb Temp. (°C)
7/8	1:00	15,61	15,46	14,34	16,00
	2:00	14,60	14,46	13,28	15,10
	3:00	13,67	13,52	12,39	14,10
	4:00	12,92	12,85	11,57	13,20
	5:00	12,41	12,41	10,88	12,60
	6:00	12,10	11,90	10,10	12,20
	7:00	11,95	11,73	9,58	11,60
	8:00	12,70	13,04	12,65	12,50
	9:00	15,15	16,42	15,82	15,40
	10:00	18,25	19,53	19,72	19,30
	11:00	21,51	22,47	22,35	22,30
	12:00	22,20	24,27	24,58	24,60
	13:00	22,85	25,07	26,57	26,70
	14:00	24,73	25,21	26,92	28,00
	15:00	26,01	26,94	28,25	29,10
	16:00	27,43	27,33	28,54	29,20
	17:00	26,33	27,21	27,83	29,30
	18:00	26,21	26,13	25,36	27,50
	19:00	24,07	23,93	22,85	24,80
	20:00	23,06	23,02	20,70	23,00
	21:00	21,53	22,03	19,41	21,70
	22:00	19,53	21,46	18,51	20,40
	23:00	18,56	19,96	17,82	19,70
	0:00	17,80	18,65	16,30	18,40
8/8	1:00	17,11	18,13	15,32	17,70
	2:00	16,11	17,27	14,58	16,60
	3:00	14,96	16,42	14,51	16,10
	4:00	14,91	15,68	13,83	15,70
	5:00	14,41	15,27	13,52	15,20
	6:00	14,36	14,82	12,85	14,60
	7:00	14,43	15,01	12,58	14,50
	8:00	15,10	16,06	15,08	15,70
	9:00	18,77	20,13	22,01	19,30
	10:00	21,84	24,20	25,14	23,80
	11:00	24,90	27,19	27,80	27,00
	12:00	25,89	28,02	29,37	28,90
	13:00	26,79	27,92	30,75	30,70
	14:00	26,84	28,47	30,93	31,30
	15:00	29,12	29,72	31,59	31,60
	16:00	29,59	30,12	31,10	31,90
	17:00	30,12	30,04	30,24	31,60
	18:00	28,72	28,64	27,88	30,00
	19:00	27,21	27,21	25,26	27,80
	20:00	26,38	26,87	24,53	26,10
	21:00	23,42	24,65	22,63	24,50
	22:00	21,84	22,97	21,15	23,70
	23:00	20,41	21,70	19,91	21,80
	0:00	19,20	20,60	18,37	21,20

Dia	Hora	Ponto 1 Temp. (°C)	Ponto 2 Temp. (°C)	Ponto 4 Temp. (°C)	Cetesb Temp. (°C)
9/8	1:00	18,37	19,37	17,92	19,60
	2:00	17,56	18,58	16,49	18,90
	3:00	16,77	18,37	17,87	18,30
	4:00	16,34	17,18	17,44	18,40
	5:00	15,89	17,18	17,08	17,95
	6:00	15,51	16,53	17,51	17,59
	7:00	16,80	16,89	17,32	17,20
	8:00	18,68	18,70	18,34	17,81
	9:00	21,20	22,25	23,45	21,20
	10:00	24,10	26,18	27,04	25,20
	11:00	27,24	28,20	28,89	28,10
	12:00	26,70	29,09	30,12	30,00
	13:00	28,12	28,79	31,03	31,10
	14:00	28,64	29,49	31,69	31,80
	15:00	30,14	30,62	32,00	32,00
	16:00	30,75	30,12	31,56	32,20
	17:00	30,70	30,37	30,75	31,80
	18:00	29,37	29,17	28,47	30,40
	19:00	27,60	27,75	24,87	28,30
	20:00	26,23	26,40	23,64	26,70
	21:00	23,35	24,17	22,01	24,60
	22:00	21,75	22,85	21,15	23,00
	23:00	20,51	21,99	20,13	22,50
	0:00	19,72	21,89	20,51	21,50

2.1. Média horária da estação IAC para o período de 26 de julho a 9 de agosto

Os valores em falta na faixa horária das 2 horas às 10 horas da estação do IAC calculadas com base na equação de correlação entre as curvas da CETESB e IAC no período de abril. (Figura 1 e Tabela 1)

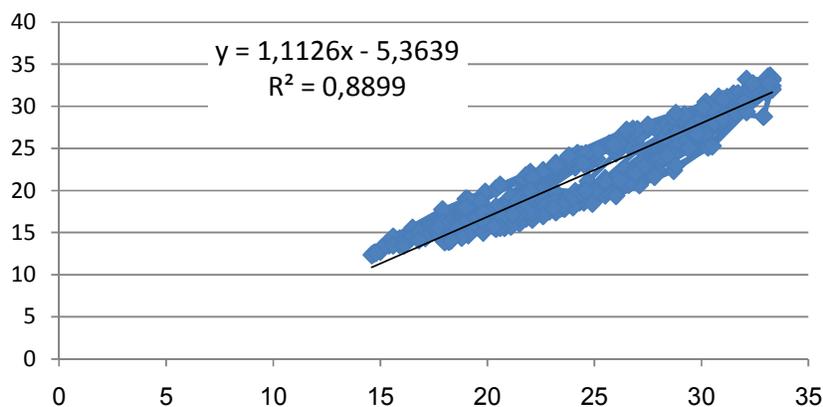


Figura 1 - Correlação de curvas entre as temperaturas das estações CETESB e IAC de referência no mês de abril.

Tabela 1 18 – Média horária da temperatura do ar nas estações de referência de 26 de julho a 9 de agosto.

Hora	Cetesb	IAC
1:00	19,3	17,0
2:00	18,5	16,7
3:00	17,8	14,5
4:00	17,3	13,9
5:00	16,8	13,4
6:00	16,4	12,9
7:00	16,0	12,5
8:00	16,7	13,2
9:00	19,0	18,5
10:00	22,1	21,5
11:00	24,8	24,7
12:00	26,8	26,9
13:00	28,5	28,5
14:00	29,5	29,5
15:00	29,9	29,9
16:00	30,0	30,0
17:00	29,8	29,5
18:00	28,4	27,3
19:00	26,4	23,8
20:00	24,8	21,3
21:00	23,5	19,7
22:00	22,4	18,7
23:00	21,3	17,9
0:00	20,5	17,9

Valores calculados