

Em cada bairro, das 8h. às 20h. duas pessoas realizaram observações horárias da temperatura e umidade do ar, através do Psicrômetro de Funda¹⁰ (figura 4.9), cobertura do céu, direção e intensidade do vento, fluxo de veículos e a situação do tempo presente (detalhes das medições e os recursos materiais utilizados durante os transetos, vide anexo I, J, L).

Figura 4.9. Psicrômetro de funda e acessórios utilizados durante as medidas fixas



Fonte: Climageo, 2004.

Empregado pela primeira vez na Europa por Schmidt e Pepler, a técnica de medida de temperatura por *transetos móveis* vem sendo aperfeiçoada nos últimos anos (Hasenack & Beck, 1985). Esta técnica surge com o fim de abranger uma área espacial maior e tornar as medições de temperatura mais rápida para os trabalhos de climatologia urbana (Hasenack & Beck, 1986), não necessitando de uma equipe de voluntários que fique “presa” para as

¹⁰ Aparelho que apresenta dois termômetros com coluna de mercúrio, um com o bulbo seco e outro coberto por uma musselina que quando umedecido se estabelece como o bulbo úmido.

medições fixas durante várias horas do dia (conforme ocorre com os transetos fixos) o que requer antes de tudo, disponibilidade e preparação técnica da equipe.

O transeto móvel equivale ao percurso das áreas amostrais em automóvel, equipado com sensor térmico protegido por um material isolante. O sensor protegido, situado a uma altura relativa do solo (que varia entre 1,0 e 2,0 metros.) mensura a temperatura interna e externa ao veículo a cada ponto de medida que pode ocorrer com o veículo em movimento (medição móvel intermitente) ou com uma parada em cada ponto (medição móvel contínua).

De acordo com levantamento realizado por Hasenack e Beck (1985) para a cidade de Porto Alegre, a variação horária entre os dois tipos de medições é de cerca de 2 minutos e a diferença não ultrapassa 0,4°C, sendo na medição intermitente onde ocorrem valores maiores. Os autores apresentam concluem *“Embora a medição intermitente pareça ser mais exata, a medição contínua apresenta a vantagem de cobrir uma área maior no mesmo período ou numa mesma área um maior número de pontos de observação”* (Hasenack e Beck, 1985:407).

O transeto móvel leva em consideração o tempo do trajeto percorrido pelo veículo (do primeiro ao último ponto de medição), a quilometragem do percurso e a velocidade do veículo. O tempo do percurso pode variar de 30 a 150 minutos, a quilometragem pode oscilar de 3 a 20Km e a velocidade vacila entre 20 e 60 Km/h (Hasenack et al., 1982; Hasenack e Beck, 1985 e 1986; Lucena e Brandão, 2000; Malheiros e Brandão, 2000; França e Brandão, 2000; Lucena, 2002 e 2004; Fialho, 2002).

Para este trabalho foram realizados 4 transetos móveis (figuras 4.3, 4.10 e 4.11) e o método utilizado foi o da medição móvel contínua, em que o automóvel se locomoveu em velocidade média de 50 Km/h e o tempo e a quilometragem do percurso flutuou entre 18 e 40 minutos e 6 e 9,2Km, respectivamente (Quadro 4.2).

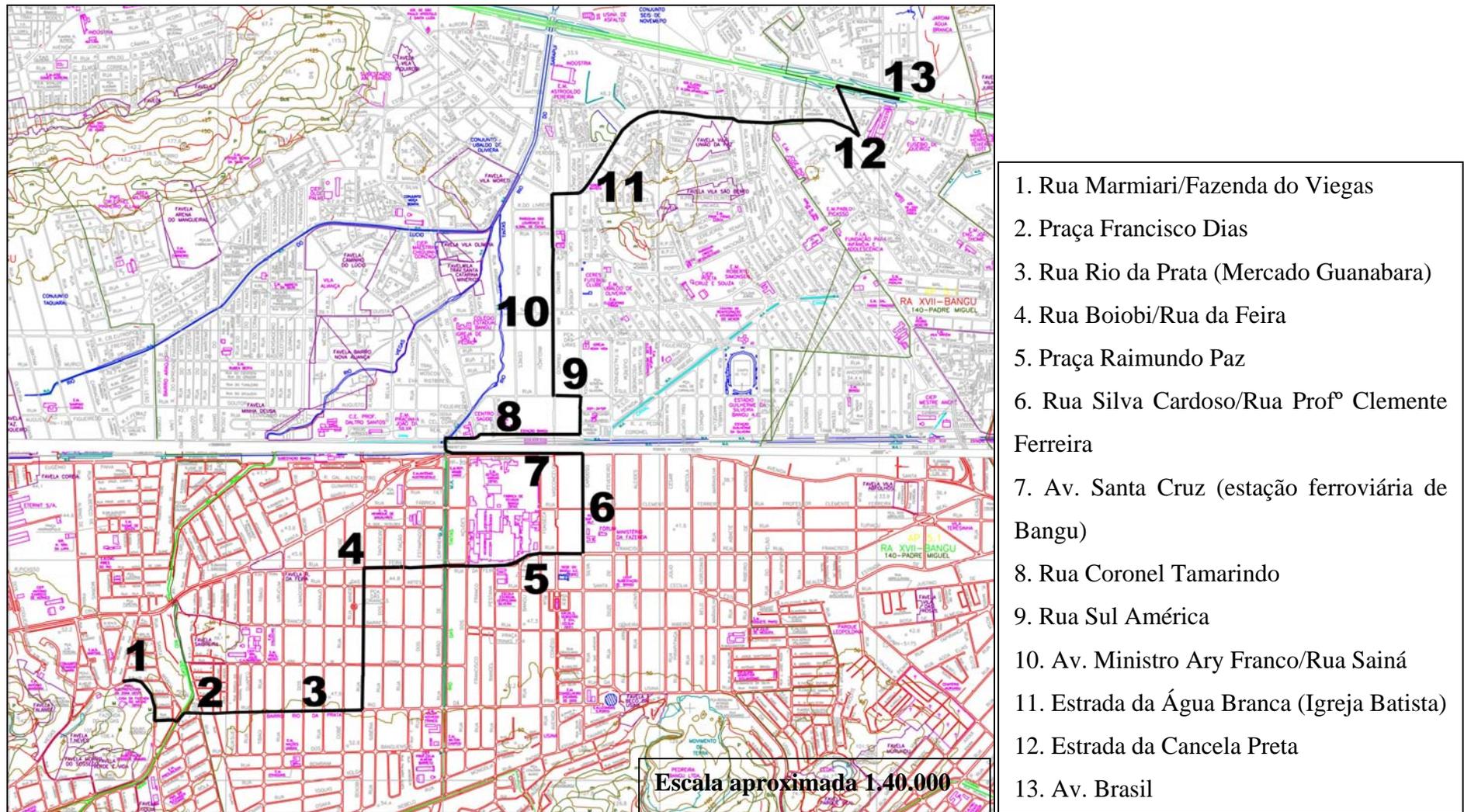
Figura 4.10: Transeto móvel I (Bangu-Av. Brasil) e II (Bangu-Realengo)



Transeto I: Bangu - Av. Brasil: partindo da Fazenda do Viegas – em Bangu - até a Av. Brasil (na altura de Padre Miguel) no sentido sul-nordeste, o transeto contemplou 13 pontos percorrendo a área residencial e comercial de Bangu, e a sua área de ocupação mais rarefeita, como a Av. Brasil.

Transeto II: Bangu – Realengo: em um sentido oeste-leste, este transeto abrangeu 10 pontos, os quais determinam uma das áreas mais densamente ocupada da baixada de Bangu, que são os bairros de Bangu, Padre Miguel e Realengo.

Figura 4.10.1: Localização do transeto móvel I (Bangu-Av. Brasil)



Fonte: IPP, 2001

Legenda da figura 4.10.1:

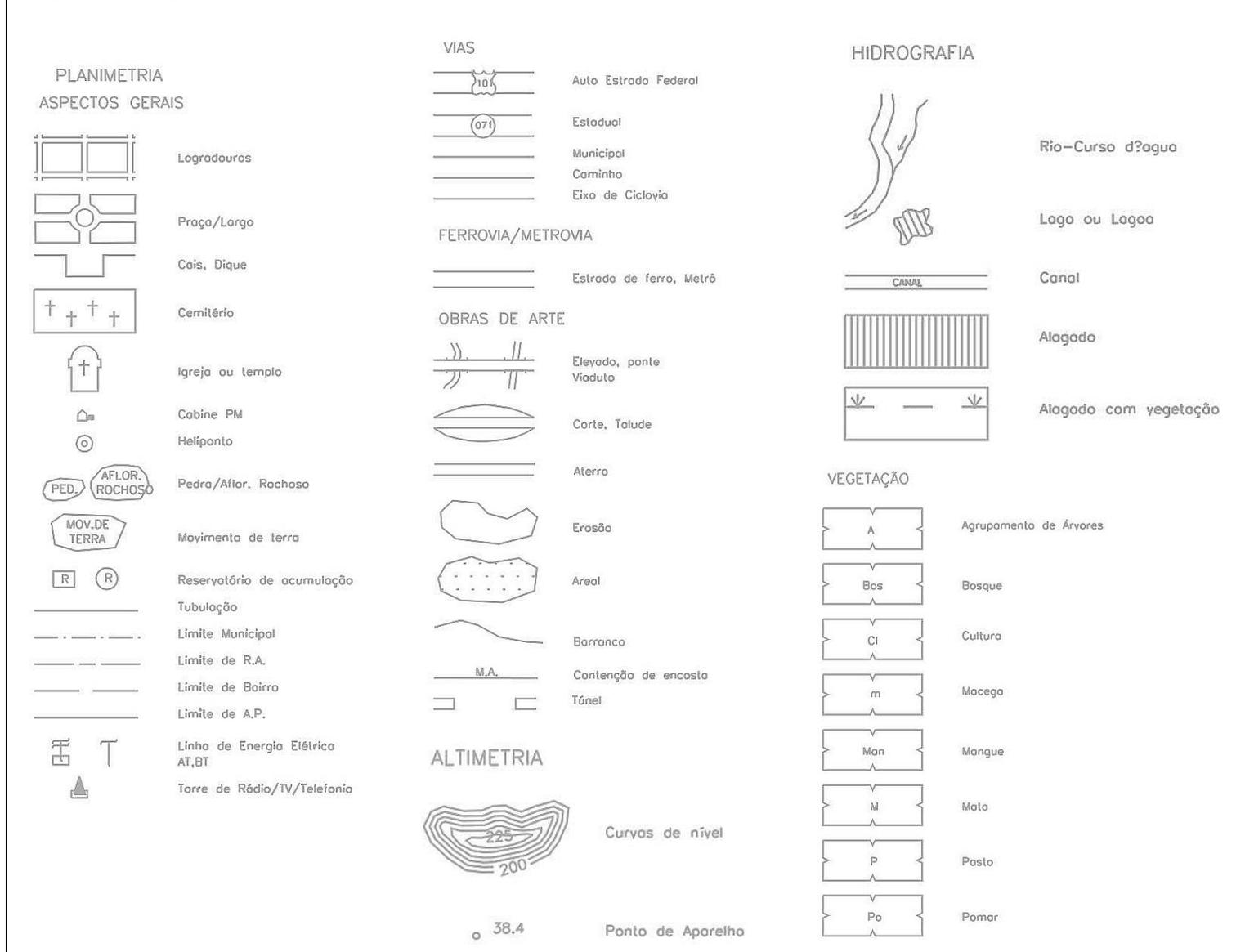
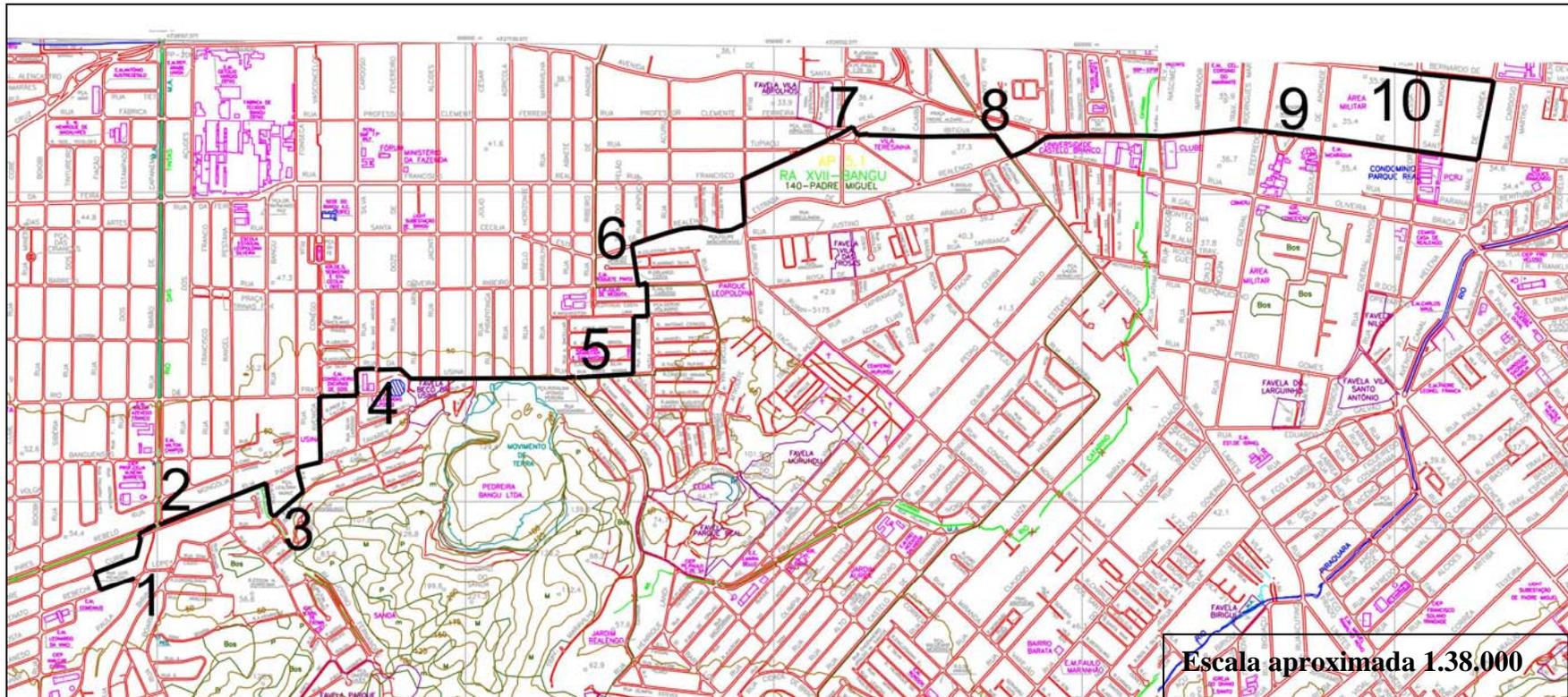


Figura 4.10.2: Localização do transeto móvel II (Bangu-Realengo)



Fonte: IPP, 2001

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Rua Engenheiro Paula Lopes | 6. Praça Luis Pereira |
| 2. Rua Engenheiro Pires Rabelo | 7. Praça dos Abrolhos |
| 3. Praça Lealdina Muniz | 8. Rua Ibitiúva |
| 4. Praça Miguel Pedro/Rua da Usina | 9. Praça Padre Miguel |
| 5. Rua Paris Viana | 10. Campo de Marte (“Praça do Canhão”) |

Legenda da figura 4.10.2:

PLANIMETRIA ASPECTOS GERAIS		VIAS		HIDROGRAFIA	
	Logradouros		Auto Estrada Federal		Rio-Curso d'agua
	Praça/Largo		Estodual		Lago ou Lagoa
	Cais, Dique		Municipal		Canal
	Cemitério		Caminho		Alagado
	Igreja ou templo		Eixo de Ciclovia		Alagado com vegetação
	Cabine PM	FERROVIA/METROVIA			
	Heliponto		Estrada de ferro, Metrô		
	Pedra/Aflor. Rochoso	OBRAS DE ARTE			
	Movimento de terra		Elevado, ponte Viaduto		
	Reservatório de acumulação		Corte, Talude		
	Tubulação		Aterro		
	Limite Municipal		Erosão		
	Limite de R.A.		Areal		
	Limite de Bairro		Barranco		
	Limite de A.P.		Contenção de encosta		
	Linha de Energia Elétrica AT, BT		Túnel		
	Torre de Rádio/TV/Telefonia	ALTIMETRIA			
			Curvas de nível		
			Ponto de Aparelho		
				VEGETAÇÃO	
					Agrupamento de Árvores
					Bosque
					Cultura
					Mocego
					Mangue
					Mata
					Pasto
					Pomar

Figura 4.11: Transeto móvel III (Santa Cruz-Sepetiba) e II (Santa Cruz-Av. Brasil)

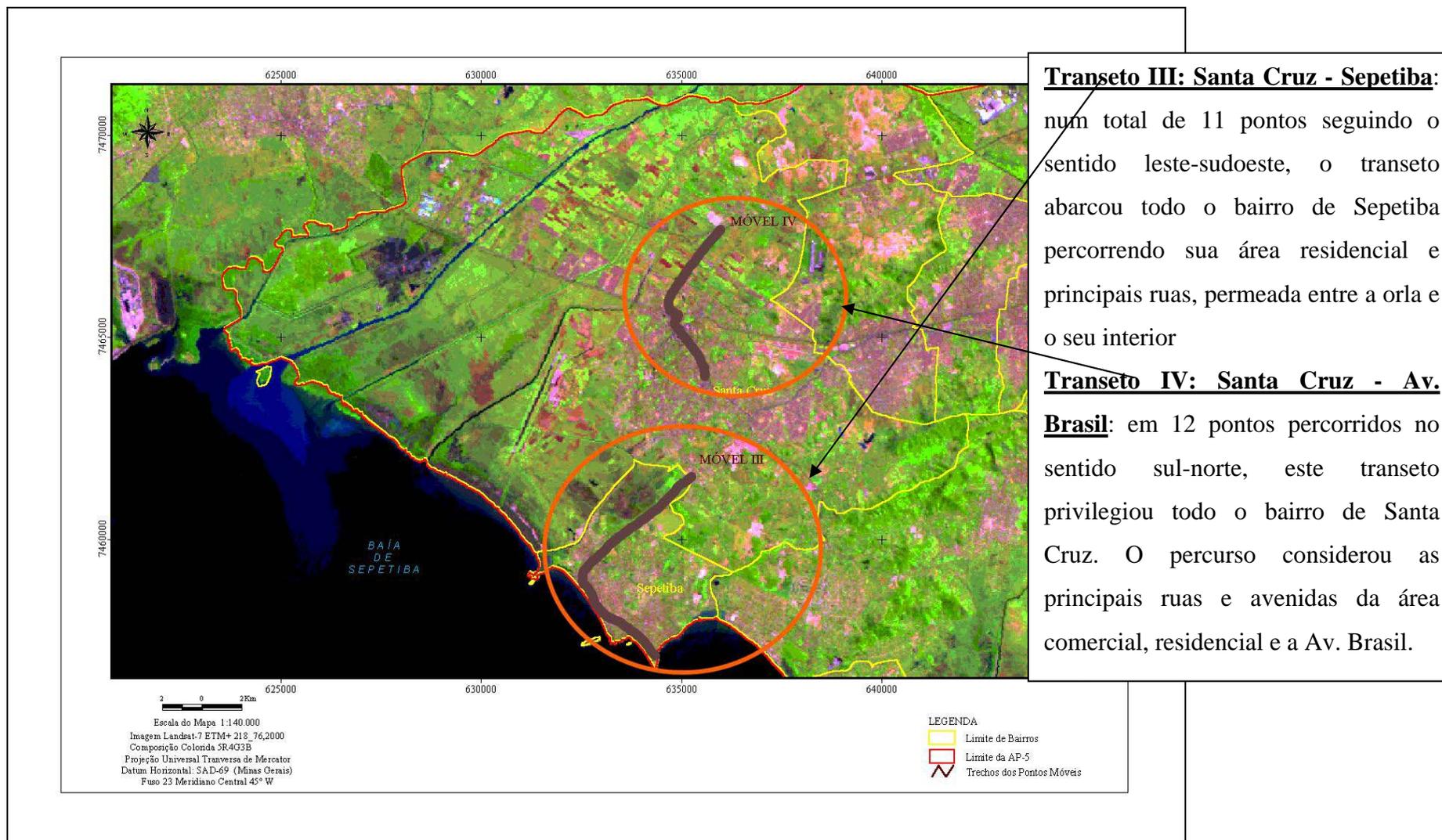
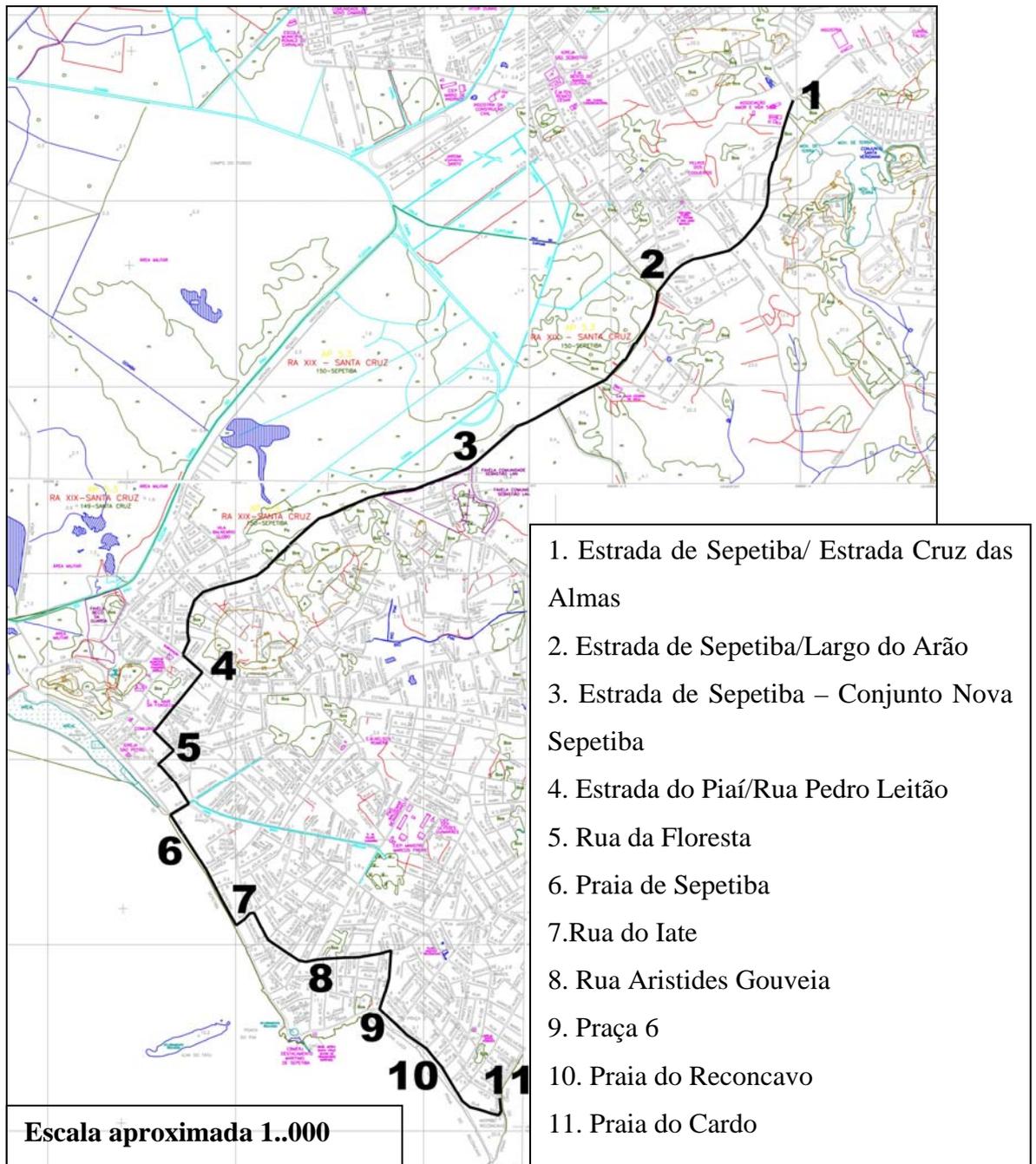


Figura 4.11.1: Localização do transepto móvel III (Santa Cruz-Sepetiba)



Fonte: IPP, 2001

Legenda da figura 4.11.1:

PLANIMETRIA
ASPECTOS GERAIS

	Logradouros
	Praça/Largo
	Cais, Dique
	Cemitério
	Igreja ou templo
	Cabine PM
	Heliponto
	Pedra/Aflor. Rochoso
	Movimento de terra
	Reservatório de acumulação
	Tubulação
	Limite Municipal
	Limite de R.A.
	Limite de Bairro
	Limite de A.P.
	Linha de Energia Elétrica AT,BT
	Torre de Rádio/TV/Telefonia

VEGETAÇÃO

	Agrupamento de Árvores
	Bosque
	Cultura
	Macego
	Mangue
	Mato
	Pasto
	Pomar

VIAS

	Auto Estrada Federal
	Estadual
	Municipal
	Caminho
	Eixo de Ciclovia

FERROVIA/METROVIA

	Estrada de ferro, Metrô
--	-------------------------

OBRAS DE ARTE

	Elevado, ponte Viaduto
	Corte, Talude
	Aterro
	Erosão
	Areal
	Barranco
	M.A. Contenção de encosto
	Túnel

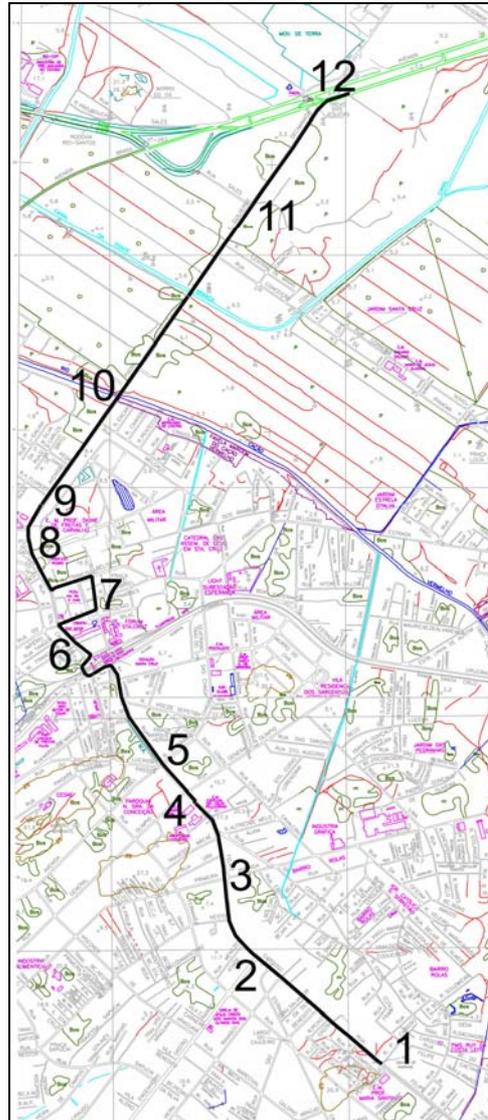
HIDROGRAFIA

	Rio-Curso d'água
	Lago ou Lagoa
	Canal
	Alagado
	Alagado com vegetação

ALTIMETRIA

	Curvas de nível
	Ponto de Aparelho

Figura 4.11.2: Localização do transecto móvel IV(Santa Cruz-Av. Brasil)



Fonte: IPP, 2001

1. Rua Felipe Cardoso – Praça Oswald de Andrade
2. Rua Felipe Cardoso/Av. Engenheiro Gastão Rangel
3. Rua Felipe Cardoso/ Av. Antares
4. Rua Felipe Cardoso/Rua General Olímpio
5. Rua Felipe Cardoso/Av. Isabel
6. Rua Senador Camará
7. Praça da Superintendência
8. Rua Senador Camará - Hospital Pedro II
9. Estrada Morro do Ar/ Rua Horto Florestal
10. Estrada Morro do Ar (rio cação vermelho)
11. Estrada Morro do Ar/Rua Sales
12. Av. Brasil

Legenda da figura 4.11.2:

PLANIMETRIA		VIAS	
ASPECTOS GERAIS			
	Logradouros		Auto Estrada Federal
	Praça/Largo		Estadual
	Cais, Dique		Municipal Caminho
	Cemitério		Eixo de Ciclovia
	Igreja ou templo	FERROVIA/METROVIA	
	Cabine PM		Estrada de ferro, Metrô
	Heliponto	OBRAS DE ARTE	
	Pedra/Aflor. Rochoso		Elevado, ponte Viaduto
	Movimento de terra		Corte, Talude
	Reservatório de acumulação		Aterro
	Tubulação		Erosão
	Limite Municipal		Areal
	Limite de R.A.		Barranco
	Limite de Bairro		Contenção de encosto
	Limite de A.P.		Túnel
	Linha de Energia Elétrica AT,BT	HIDROGRAFIA	
	Torre de Rádio/TV/Telefonia		Rio-Curso d'água
VEGETAÇÃO			Lago ou Lagoa
	Agrupamento de Árvores		Canal
	Bosque		Alagado
	Cultura		Alagado com vegetação
	Macega	ALTIMETRIA	
	Mangue		Curvas de nível
	Mata		Ponto de Aparelho
	Pasto		
	Pomar		

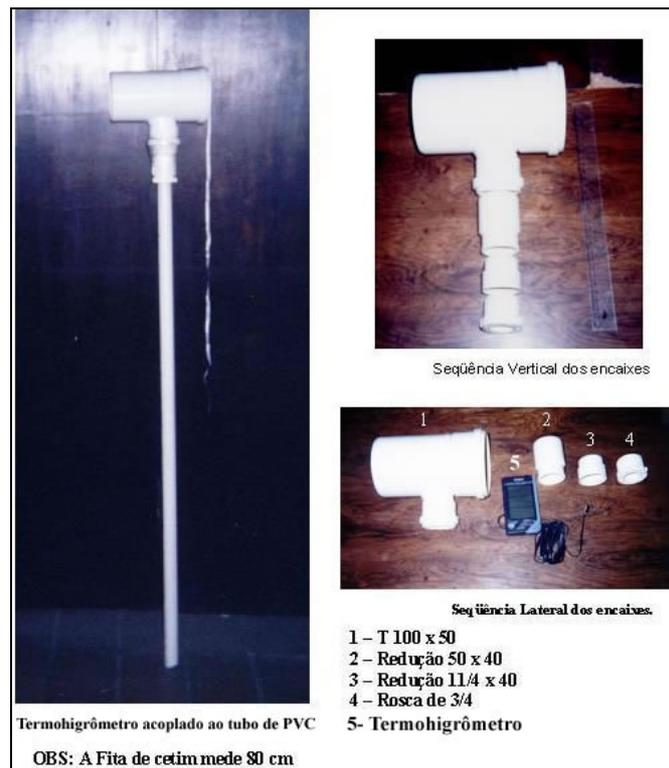
Quadro 4.2. Kilometragem e tempo de percurso dos transetos móveis

	Transeto I			Transeto II			Transeto III			Transeto IV		
Horários	6	13	21	6	13	21	6	13	21	6	13	21
Kilometragem (Km)	9,2	9,2	9,2	7	7	7	9,2	9,2	9,2	6	6	6
tempo de percurso (min.)	29	33	29	31	28	28	40	33	37	19	18	23

Organizado por Andrews J. Lucena.

Cada automóvel estava equipado com um termohigrômetro¹¹ digital (da marca TEMPTEC – figura 4.12) a 1,5 metro do solo, acoplado a um duplo tubo de PVC¹² (situado no sentido transversal do automóvel) mantido ao lado do carona. Simultaneamente às medições digitais de temperatura e umidade, os equipantes do automóvel observaram a cobertura do céu e a intensidade do vento (detalhes dos recursos materiais utilizados, vide anexo N).

Figura 4.12. Termohigrômetro digital utilizado nos transetos móveis



Fonte: Climageo, 2004.

¹¹ Termômetro que registra os valores de temperatura dentro (“in”) e fora do ambiente (“out”) - o automóvel - e da umidade relativa do ar. Para o trabalho os valores utilizados são os da temperatura externa (“out”).

¹² O tubo é composto por um cano de PVC de 3/4 com 1 metro de comprimento. Um T de 100 x 50, conexões de redução como rosca de 1 1/4 e 3/4. O fio do termohigrômetro com 1,5 de comprimento é inserido pelo cano até alcançar sua parte superior, onde em contato com o T de 100 x 50 é fixado com fita adesiva. O tubo tem como função proteger o sensor da radiação solar direta de ondas curtas e longas.

A escolha dos transetos foi estratégica quanto à localização geográfica dos bairros na Zona Oeste. Os transetos I e II estão distribuídos no fundo de vale da baixada de Bangu, enquanto os transetos III e IV estão distribuídos na baixada de Santa Cruz, duas áreas bastante contrastante, tanto sob o aspecto físico-ambiental, como o urbano-demográfico.

Três horários padrões foram selecionados para a realização dos transetos móveis: 6, 13 e 20h. O horário das 6h caracteriza a fase final do processo de resfriamento noturno, quando por volta deste horário se estabelece a temperatura mínima do dia; às 13h se configura, geralmente, o pico do aquecimento diurno estando próximo da temperatura máxima diária; às 20h se dá o período da radiação terrestre, quando ocorre a “transferência” da radiação de ondas longas para a atmosfera, decorrendo, portanto, o processo de resfriamento noturno. Tais variações no aquecimento diurno e resfriamento noturno são fundamentais e influentes na configuração do campo térmico.

Notadamente, levando em consideração esses fatores no aquecimento e resfriamento do ambiente, cogitou-se a possibilidade da realização de medições térmicas antes das 6h da manhã e/ou após as 20h, mas lamentavelmente o fator “segurança pública” limitou esta tentativa.

Os *transetos fixos e móveis* foram realizados nos dias 26 de janeiro de 2004 (episódio de verão¹³) e 29 de julho de 2004 (episódio de inverno), sendo fundamental o acompanhamento e a descrição do tempo atmosférico nos dias de medições, que se deu através da leitura de cartas sinóticas e imagens de satélite¹⁴.

4.1.2.1. DOS INSTRUMENTOS: AFERIÇÃO E CORREÇÃO DOS DADOS

¹³ Em função do horário brasileiro de verão, onde os relógios são adiantados em 1 hora, as medições móveis foram efetuadas as 7, 14 e 21h., o que não foi considerado para as medições fixas.

¹⁴ As cartas sinóticas são mapas do continente sul-americano que representam os sistemas produtores do tempo e os centros de pressão atmosférica em superfície. As imagens de satélite são mapas do continente sul-americano que representam o teor de vapor d'água na atmosfera. As cartas sinóticas são disponibilizadas pelo Departamento de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil através do site: www.mar.mil.br As imagens de satélite estão disponíveis pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) no site: www.cptec.inpe.br.

Oito psicrômetros de funda (1 para cada transeto fixo e 2 de reserva) e cinco termohigrômetros (1 para cada transeto móvel e 1 de reserva) foram utilizados durante os experimentos.

Dos métodos utilizados para a aferição dos dados dos psicrômetros e termohigrômetros, optou-se em adotar o método de correção de dados elaborado por Danni-Oliveira (2002) cuja aplicação tem uma proposta bastante específica para os trabalhos de campo em Climatologia.

Segundo o método, a aferição possibilita corrigir os “erros” dos termômetros com diferenças de leitura entre si não havendo a necessidade da aferição dos instrumentos com a estação meteorológica padrão. São procedimentos de simples execução e que permite que os dados registrados por meio da leitura dos termômetros não sejam distorcidos ou mascarados por estarem desregulados (Danni-Oliveira, 2000) (todo o procedimento deste método está demonstrado no anexo P).

Neste método, a média geral dos “desvios das médias” da temperatura para os psicrômetros ficou em torno de $-0,1^{\circ}\text{C}$, enquanto para os termohigrômetros em torno de $1,2^{\circ}\text{C}$, revelando a maior sensibilidade destes últimos instrumentos. Para a umidade relativa os valores oscilaram, em média, 2% para ambos instrumentos.

Um segundo método foi utilizado para comparação, que tem como procedimento a comparação dos termômetros preparados para o trabalho de campo ao de uma estação meteorológica-padrão, de acordo com Fialho (2002) demonstrado no anexo Q.

Na comparação do dois métodos o indicado por Danni-Oliveira (2000) apresentou resultados mais satisfatórios, pois a variação da temperatura entre os instrumentos pouco alcançou $1,0^{\circ}\text{C}$, enquanto que para o 2º método a variação dos dados corrigidos para os valores brutos chegou a quase 5°C ou mais.

Com um nível de erro bastante expressivo do termohigrômetro nº 5, operado para o transeto II (Bangu-Realengo) nos dois episódios sazonais, este transeto foi descartado da análise, por apresentar uma grande discrepância entre os dados brutos e corrigidos para os demais três transetos. A discrepância foi evidente tanto para o método de Danni-Oliveira (2000) como para o método de comparação entre os termômetros utilizados em campo com o da estação meteorológica padrão (anexo R).

4.1.2.2. A MANIPULAÇÃO DOS DADOS E OS RECURSOS TÉCNICOS

Todos os métodos adotados tiveram como base os procedimentos metodológicos utilizados por Brandão, 1996; Brandão e Lucena, 2000; Fialho, 2002 e Lucena, 2002 em seus estudos em clima urbano na cidade do Rio de Janeiro.

Uma “ilha de calor” foi considerada como a diferença entre o ponto de maior com o de menor temperatura, para o mesmo horário. A menor temperatura foi tomada como a “temperatura zero”, identificando-se como a “ilha de frescor” e a maior temperatura foi tomada como a intensidade máxima da ilha de calor (exemplo representado no anexo S). Além da identificação da ilha de calor, também foi considerada a sua intensidade, conforme visualizado no quadro 4.3.

Quadro 4.3: Magnitudes da ilha de calor:

Intensidade	Categoria
0,0 - 2,0°C	Fraca
2,1 - 4,0°C	Moderada
4,1 - 6,0°C	Forte
> 6,0°C	Muito forte

Organizado por Andrews J. Lucena

Para os pontos do transeto fixo cada ponto de medida (A, B e C) representa o microclima. A soma e média aritmética dos três valores dos pontos, foi definida como o nível

topoclimático do bairro¹⁵. Os topoclimas dos bairros foram mapeados a partir do programa Surfer¹⁶. As medidas móveis, que representam o nível microclimático, incluíram as diversidades topográficas associadas à configuração do campo térmico na Zona Oeste. Seu mapeamento foi dado através da construção de gráficos para cada horário (6, 13 e 20h.), elaborados no Excel.

Tanto para o mapeamento dos pontos fixos como para os móveis, os valores utilizados foram os relativos, isto é, a diferença entre os dados térmicos (as “ilhas de calor”).

Ainda na perspectiva de analisar o campo térmico foi utilizada a metodologia das taxas de aquecimento e resfriamento que procura identificar as áreas mais expostas ao aquecimento e/ou resfriamento. Este método foi abordado inicialmente por Oke e Maxwell (1974) para as cidades de Quebec e Montreal no Canadá e por Oke (1978; 1981) para algumas cidades dos EUA e da Europa. No Brasil, em especial na cidade do Rio de Janeiro, foi empregado inicialmente no trabalho de Brandão (1996) e de Fialho (2002) para a Ilha do Governador/RJ.

Para os pontos fixos o cálculo da taxa de aquecimento estipulado foi o período das 8 às 12h e o de resfriamento das 13 às 20h., indicados no anexo T. Para as medidas móveis, o cálculo das taxas de aquecimento e resfriamento obedeceu ao mesmo critério para os pontos fixos, distinguindo-se apenas o intervalo de horas, haja vista que o transeito móvel opera em apenas três horários diários (anexo T).

4.1.3. AS UNIDADES TOPOCLIMÁTICAS

O mapeamento em unidades é uma tentativa de representar, na escala topoclimática, um modelo de classificação de síntese climática urbana. Este modelo baseia-se na proposta

¹⁵ Tomando como exemplo o horário das 8h. da manhã para o transeito fixo de Bangu no episódio de inverno, temos os seguintes valores: Ponto A (18,1°C); Ponto B (19,1°C); Ponto C (19,9°C). Assim, o topoclima às 8h. é de 19,0°C.

¹⁶ Neste programa em sua versão 8.0 com a utilização do modelo GrsascII, este importa o arquivo de pontos (os pontos referem-se aos valores térmicos) e no módulo *Grid/Data* desenvolve uma superfície dos pontos de valor (denominado como método da *krigagem*).

metodológica adotada por Brandão (1996) para a cidade do Rio de Janeiro¹⁷, Tarifa e Armani (2001) para a cidade de São Paulo e Fialho (2002) para a Ilha do Governador/RJ.

A delimitação das unidades espaciais teve como base os elementos do clima (urbano), obtidos durante a realização dos transetos fixos (temperatura, umidade, vento e taxas de aquecimento-resfriamento), os componentes físicos (sítio, maciços, baixadas, vales, vegetação) e antrópicos (uso do solo, corpos verdes, fluxo de atividades e aspectos demográficos), que representam os atributos do ambiente urbano.

Na delimitação destas unidades foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG) ARCGIS. O mapa da Zona Oeste na escala 1:50.000 foi escaneado (em um scanner de rolo) e transferido para o SIG, onde foi georeferenciado, vetorizado e dividido em polígonos, os quais foram preenchidos com uma tonalidade de cor que representa uma unidade e/ou sub-unidade topoclimática.

¹⁷ O trabalho de Brandão (1996) é bastante representativo por considerar cinco unidades mesoclimáticas para a cidade do Rio de Janeiro, sendo a Zona Oeste permeada pelas cinco unidades, ou seja, concentra as temperaturas mais altas, como também as mais amenas.